

Diplomarbeit

Einfluss der Tierkreuzung auf die Wirtschaftlichkeit



Verfasser

Cyril Huggel
Waldhof
9565 Bussnang
cyril.huggel@students.strickhof.ch



Betreuer

Maria Schmid, Strickhof
maria.schmid@strickhof.ch
Michael Schwarzenberger, Arenenberg
Michael.Schwarzenberger@TG.ch

Abgabe: 10. Juli 2023



I. Auftrag

Verfasser	Cyril Huggel
Titel der Arbeit	Einfluss der Tierkreuzung auf die Wirtschaftlichkeit
Ausgangslage, Hintergrund, bisheriges Wissen	Die Nutzungsdauer der Milchkühe stagnierte in der Vergangenheit bei 38 Mt. (Datenquelle Braunvieh Schweiz, Swissherdbook). Eine effiziente, funktionierende Kuh ist die Grundvoraussetzung, um wirtschaftlich Milch zu produzieren.
Zielsetzungen	Die Arbeit soll anhand der Literaturdaten, wie auch der Datenaufnahme auf Betrieben, welche gekreuzte und rassentreue Tiere haben aufzeigen, wie gross ein möglicher Heterosiseffekt auf die produktions- und funktionellen Merkmale ist.
Fragestellung	<p>Sind gekreuzte Tiere (Rotationskreuzung) wirtschaftlicher als rassereine Tiere?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Welche Heterosiseffekte sind bei wichtigen Merkmalen zu erwarten? • Sind gekreuzte Kühe auf Schweizer Betrieben besser als Reinrassige? • Welche Rassen eignen sich am besten für die Rotationskreuzung in der Schweiz?
Vorgehen und Methoden	<ul style="list-style-type: none"> • Literaturrecherchen und Datensammlung Rund um Rotationskreuzung • Schweizer Betriebe mit gekreuzten Tieren ausfindig machen, Daten sammeln und auswerten • Auswertung anhand bisheriger Forschungen abgleichen und vergleichen
Erwartete Resultate	Heterosiseffekte bei verschiedenen Merkmalen werden ersichtlich und Kreuzungstiere schneiden somit besser ab.
Koordinaten Betreuungsperson (Adresse, Tel. Nr., Mailadressen)	<p>Michael Schwarzenberger, Arenenberg, 058 345 85 29 michael.schwarzenberger@tg.ch</p> <p>Maria Schmid, Strickhof, 058 105 85 55, maria.schmid@strickhof.ch</p>
Unterschrift Referentin (Maria Schmid)	Unterschrift Betreuer (M. Schwarzenberger)
	

II. Vorwort / Dank

In der höheren Fachschule für Agrarwirtschaft am Strickhof, wurde den Studierenden im Frühling 2023 der Auftrag erteilt, eine Diplomarbeit zu verfassen. Die Erarbeitung der Studie findet während eines Praktikums statt. Hierbei wird dem Studierenden 50% der Arbeitszeit, für die Verfassung der Studie zur Verfügung gestellt. Die Diplomarbeit gilt als letzter Teil der Ausbildung zum Agrotechniker-HF und ist somit zwingend für die entsprechende Diplomierung zu bestehen.

Die Themenwahl wurde unter Absprache des Praktikumsbetriebes, BBZ Arenenberg, getroffen. Der Verfasser dieser Diplomarbeit, Cyril Huggel, entschloss sich zur Erarbeitung des Themas «Einfluss der Tierkreuzung im Bereich Milchvieh auf die Wirtschaftlichkeit». Die Studie wurde unter Betreuung und Hilfe des Bereichsleiter Milchwirtschaft am Arenenberg Michael Schwarzenberger erarbeitet. Inhaltlich spiegelt die Arbeit das Thema Tierkreuzung in der Schweizer Landwirtschaft. Dabei stellt sich die Hauptfrage, schneiden gekreuzte Kühe, wenn man sie reinrassigen Kühen gegenüberstellt, besser ab und sind somit wirtschaftlicher? Welche Rassen eignen sich hierbei besonders gut und wo kommt der Heterosiseffekt am meisten zu tragen? fungieren angesichts der Hauptfrage als daraus resultierende Teilfragen.

An dieser Stelle möchte ich mich bei nachfolgenden Personen bedanken, die mich bei der Erarbeitung dieser Studie begleitet und unterstützt haben. Als erstes möchte ich mich bei Michael Schwarzenberger, Leiter Milchproduktion am BBZ Arenenberg, für die Unterstützung und Führung bedanken. Im gleichen Zuge möchte ich mich auch bei Maria Schmid, Bereich Agrotechnik am Strickhof, bedanken. Des Weiteren spreche ich Urs Wichser, welcher den Werdegang dieser Arbeit massgeblich beeinflusste, meinen Dank aus. Zuletzt möchte ich mich bei den Betriebsleitern, Marc Grüter, St. Urban, Urs Huggel, Bussnang, Andreas Kaufmann, David Schwager, Wängi, Vreni & Michael Spitz, Sevelen und Mathias Städler, Oberuzwil, bedanken. Nur dank ihrer grossen Offenheit und der Gelegenheit, Einblicke in die Betriebe zu erhalten, konnte die Diplomarbeit in diesem Rahmen umgesetzt werden.

III. Zusammenfassung

Die Milchviehbetriebe in der Schweiz stehen vor Herausforderungen wie steigenden Kosten oder gesellschaftlichem Druck. Eine Möglichkeit zur Verbesserung funktioneller Merkmale und ökonomischer Vorteile liegt in der Rotationskreuzungszucht, doch fehlen ausreichend fundierte Schweizer Erkenntnisse über deren Effektivität.

Ziel dieser Arbeit ist es daher den theoretischen Hintergrund zu erläutern, den Heterosiseffekt und dessen Wirkung auf Produktions- und Fitnessmerkmale, anhand Vergleiche zwischen reinrassigen und gekreuzten Kühen unter hiesigen Bedingungen zu untersuchen und daraus folgend Empfehlungen für die Schweizer Milchwirtschaft abzuleiten. Nach Abschluss dieser Arbeit sollte geklärt sein, ob der Heterosiseffekt Kreuzungstiere wirtschaftlicher gegenüber reinrassigen macht und welche Rassen hierfür in der Schweiz geeignet sind.

Die Kreuzungszucht ist eine Methode zur Kombination gewünschter Eigenschaften unterschiedlicher Rassen. Die Dreirassenkreuzung, mit den Rassen Holstein, Viking Red und Montbéliarde, wie es vor allem vom Procross-System hervorgebracht wurde, ermöglicht langfristig einen hohen Heterosiseffekt und wird als rentable Kreuzungsmethode für intensive Betriebe angewendet. Für weniger intensive Betriebe kommen andere Rassen zum Einsatz.

Bisherige Forschungen zeigen, dass reinerbige Holsteinkühe eine bis zu 2'000 kg höhere Milchleistung haben, während gekreuzte Tiere eine längere Nutzungsdauer, höhere Inhaltsstoffwerte und zwischen 7.3 und 11% bessere Trächtigkeitsraten aufweisen. In Bezug auf die Wirtschaftlichkeit schneiden gekreuzte Tiere besser ab und erzielen einen bis um CHF1'490 höheren Life Time Profit. Für die Praxisuntersuchung dieser Arbeit wurden verschiedene Betriebe basierend auf bestimmten Kriterien, wie dem Alter der Kühe sowie der Zugehörigkeit zum Herdebuch, ausgewählt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Kreuzungstiere eine um bis zu 186% höhere Lebensleistung vorweisen. Die Lebensdauer ist zwischen 104 und 225% länger, während der Besamungsindex bei der Mehrheit der reinrassigen Tieren 8 bis 63% tiefer ist. Die genetische Zusammensetzung der Elterntiere und individuelle Ausreißer können die Unterschiede erklären und beeinflussen. Die Diskussion umfasst auch die antibiotischen Behandlungen, wobei kein eindeutiger Zusammenhang zwischen Kreuzungstieren oder generell hoher Zellzahl und geringeren antibiotischen Behandlungen festgestellt werden konnte.

Die Ergebnisse werden im Vergleich zu bisherigem Wissen und Forschungen analysiert, wobei einige Unterschiede und Abweichungen festgestellt werden. Insgesamt lassen die Resultate darauf schließen, dass der Heterosiseffekt bei den Kreuzungstieren eine wichtige Rolle spielt. Die Kreuzungszucht kann daher als mögliche Strategie empfohlen werden, um nachhaltigeren und ökonomischen Mehrwert in der Milchwirtschaft zu erzielen.

Weitere umfangreichere Studien sind jedoch erforderlich, um fundiertere Schlussfolgerungen zu ziehen und spezifische Empfehlungen für die Schweizer Betriebe zu geben. Im Verlauf dessen könnte auch der genetische Aspekt und somit der Einfluss der Elterntiere auf die jeweilige Kuh zusätzlich vertiefter miteinbezogen werden.

IV. Eigenständigkeitserklärung

Ich bestätige, die vorliegende Arbeit selbständig und in eigenen Worten verfasst zu haben. Davon ausgenommen sind sprachliche und inhaltliche Korrekturvorschläge durch die Referenten und Korreferenten.

Weiterhin bestätige ich, die Arbeit ohne Benutzung anderer als der in den Quellen- und Literaturverzeichnissen angegebenen Hilfsmittel geschrieben zu haben.

Ein Verstoß gegen diese Richtlinien wird gemäss Art. 8 des Reglements für die Höheren Fachschulen am Strickhof vom 20. August 2019 sanktioniert.

Titel der Arbeit:

Einfluss der Tierkreuzung, im Bereich Milchvieh auf die Wirtschaftlichkeit

Verfasst von:

Cyril Huggel

Ich nehme zur Kenntnis, dass die Arbeit mit elektronischen Hilfsmitteln auf Plagiate überprüft werden kann.

Unterschrift



Ort, Datum

Bussnang, 05.07.2023

¹ Die unterzeichnete Eigenständigkeitserklärung ist Bestandteil jeder am Strickhof verfassten Seminar-, Semester- und Diplomarbeit in dem Lehrgang der Höheren Fachschule zum HF Agro-Techniker.

Institution



Strickhof Lindau

Eschikon 21

8315 Lindau

Tel: +41 58 105 98 00

<https://www.strickhof.ch/>

V. Inhaltsverzeichnis

I. Auftrag.....	1
II. Vorwort / Dank	2
III. Zusammenfassung	3
IV. Eigenständigkeitserklärung	4
V. Inhaltsverzeichnis	5
VI. Abbildungsverzeichnis	7
VII. Tabellenverzeichnis.....	8
VIII. Abkürzungsverzeichnis	9
IX. Gleichungsverzeichnis	10
X. Glossar.....	11
1 Einleitung	12
1.1 Ausgangslage	12
1.2 Zielsetzung	13
1.3 Forschungsfragen	13
1.4 Aufbau der Arbeit	13
2 Stand des Wissens.....	14
2.1 Kreuzungszuchtübersicht	14
2.1.1 Gebrauchskreuzung	14
2.1.2 Verdrängungskreuzung	15
2.1.3 Veredelungskreuzung.....	15
2.1.4 Rotationskreuzung.....	15
2.2 Heterosiseffekt	21
2.2.1 Rekombinationseffekt	21
2.2.2 Inzuchtproblematik	21
2.3 Rassen	22
2.3.1 Mögliche Kreuzungsvarianten	25
2.4 Bisherige Forschungen	26
3 Methodisches Vorgehen	30
3.1 Auswahl Betriebe	30
3.2 Betriebsvorstellung	30

3.3	Datenauswertung und Vergleich	34
4	Resultate & Einzeldiskussion	40
4.1	Betrieb Grüter	40
4.2	Betrieb Huggel	42
4.2.1	Antibiotische Behandlungen	43
4.3	Betrieb Kaufmann	44
4.4	Betrieb Schwager	46
4.4.1	Antibiotische Behandlungen	50
4.5	Betrieb Spitz	51
4.6	Betrieb Städler	52
4.7	Abklärungen weiterer Faktoren	54
5	Gesamtergebnis & -Diskussion	55
5.1	Interpretation der Resultate und Diskussionen	55
5.2	Vergleich mit bisherigem Wissen und Forschungen	58
5.3	Beantwortung der Forschungsfragen	60
6	Schlussfolgerung	61
6.1	Fazit	61
6.2	Empfehlung	62
6.3	Ausblick	63
XI.	Literaturverzeichnis	64
XII.	Anhangsverzeichnis	67

VI. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Weidende Kreuzungstiere, Titelblatt, (Jung, 2022)	0
Abbildung 2 Gebrauchskreuzung Mastvariante, (CowClipart, 2023), eigene Darstellung (2023)	14
Abbildung 3 Kreuzungsschema des Procross-Systems, (Procross, 2022), modifiziert durch Huggel.....	19
Abbildung 4 Kiwicross-Herde am Weiden, (Jung, 2022)	20
Abbildung 5 Behandlungen je Tier, Betrieb Huggel, (Anhang_6, 2023), eigene Darstellung .	43
Abbildung 6 Streuung der Lebensstagesleistung, (Anhang_8, 2023), eigene Darstellung	47
Abbildung 7 Streuung der Zellzahl pro Milliliter, (Anhang_8, 2023), eigene Darstellung	48
Abbildung 8 Streuung des Besamungsindexes, (Anhang_8, 2023), eigene Darstellung	49
Abbildung 9 Behandlungen je Tier, Betrieb Schwager, (Anhang_8, 2023) eigene Darstellung	50
Abbildung 10 Gesamtergebnis der antibiotischen Behandlungen, (Anhang_11, 2023), eigene Darstellung.....	57

VII. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Heterosiseffekt je Generation im Vergleich Zwei- und Dreirassenkreuzung, (Elite, 2009), modifiziert durch Huggel (2023).....	16
Tabelle 2 Totgeburtenrate im Tierversgleich, (Hazel, Heins, & Hansen, 2019), modifiziert durch Huggel (2023)	28
Tabelle 3 Profit-Vergleich Holstein zu Kreuzung, (Hazel, Heins, & Hansen, 2019), modifiziert durch Huggel (2023)	29
Tabelle 4 Beispielstabelle für die Resultatbildung, eigene Darstellung (2023)	39
Tabelle 5 Resultate des Betriebs Grüter, (Anhang_5, 2023)eigene Darstellung	40
Tabelle 6 Resultate der Merkmale des Betriebs Huggel, (Anhang_6, 2023) eigene Darstellung	42
Tabelle 7 Resultate der Merkmale des Betriebs Kaufmann, (Anhang_7) eigene Darstellung	44
Tabelle 8 Resultate der Merkmale des Betriebs Schwager, (Anhang_8, 2023) eigene Darstellung.....	46
Tabelle 9 Resultate der Merkmale des Betriebs Spitz, (Anhang_9, 2023) eigene Darstellung	51
Tabelle 10 Resultate der Merkmale des Betriebs Städler, (Anhang_10, 2023) eigene Darstellung.....	52
Tabelle 11 Gesamtergebnis der Abweichung in % aller Betriebe, (Anhang_11, 2023), eigene Darstellung.....	55

VIII. Abkürzungsverzeichnis

A2A2	genetisches Merkmal, für besonders bekömmliche Milch für Menschen
BCS	Body Condition Score
BI	Besamungsindex
BS	Brown Swiss
BTS	besonders tierfreundliche Stallhaltung
E	Eiweiss
F	Fett
FBK	Fruchtbarkeit
F1	erste Filialgeneration
G1-4	Generation 1-4
HO	Holstein
KB-Station	künstliche Besamungs-Station
KC	Kiwicross
Kg	Kilogramm
LD	Lebensdauer
LL	Lebensleistung
LTP	Life Time Profit
M	Milchleistung
MI	Milliliter
M./L-t	Lebenstagesleistung
MO	Montbéliarde
NRV	Norwegisches Rotvieh
RAUS	regelmässiger Auslauf im freien
SP	Serviceperiode
VR	Viking Red
ZKZ	Zwischenkalbezeit
ZZ	Zellzahl

IX. Gleichungsverzeichnis

$$\text{Behandlung je merkmal \& Tier} = \frac{\text{Behandlungen aller Tiere, des Merkmals in gleicher Gruppe}}{\text{Anzahl Kühe in jeweiliger Gruppe}}$$

$$\text{Differenz F1 \& reinrassige Tiere} = \emptyset \text{ Wert F1/Tiere} - \emptyset \text{ Wert Referenztiere}$$

$$\text{Differenz F1 \& reinrassige Tiere in \%} = \frac{\emptyset \text{ Wert F1/Tiere} * 100}{\emptyset \text{ Wert Referenztiere}} - 100$$

$$\text{Lebensdauer} = \text{Abgangsdatum} - \text{Geburtsdatum}$$

$$\text{Lebensdauer in \%} = \frac{\text{Anteil lebende Tiere}}{\text{alle Tiere}} * 100$$

$$\text{Milchinhaltsstoffgehalt pro kg Milch} = \% \text{ Fettgehalt} + \% \text{ Eiweissgehalt}$$

$$\text{Zwischenkalbezeit} = \frac{\text{Letztes Kalbedatum} - \text{erstes Kalbedatum}}{\text{Anzahl Laktationen} - 1}$$

X. Glossar

Body Condition Score	beschreibt die Körperkondition beim Rindvieh
Exterieur.....	die äussere (optische) Erscheinung
Filialgeneration.....	erste Kreuzungsgeneration zwischen zwei reinrassigen Tieren
Hybrid.....	ist das Produkt einer Kreuzung einer Gattung
Interquartilsabstand.....	Streuungsabstand, beschreibt die Grösse der Streuung
Life Time Profit.....	beschreibt den Gewinn pro Kuh auf die Lebenszeit bezogen
Phänotyp.....	alle erkennbaren Eigenschaften bezüglich des Erscheinungsbildes
Rezessiv	zurückweichende Vererbung eines Merkmals
Serviceperiode	Zeit nach der Kalbung bis erfolgreiche Besamung
SpermVital.....	länger wirkender Samen, für wiederkehrende Kühe
Signifikant.....	erheblich erkennbar, zu gross um noch als zufällig zu gelten
Sire Analyst.....	Beschaffer und Vermarkter neuer Stieren für die KB-Station
Triple A.....	Anpaarungshilfe, für eine im Gesamtbild ausbalancierte Milchkuh
Quartil.....	Viertelwert, statistische Verteilung in Viertel

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Die Milchviehbetriebe in der Schweiz werden immer grösser, nicht proportional steigt dazu der Arbeitsanfall. Bekanntlich verursacht eine kranke Kuh oft mehr Arbeit als der Grossteil der restlichen gesunden Kühe. Aus diesem Grund strebt jeder Betriebsleiter eine problemlose Kuh an. Wer eine problemlose Milchkuh züchten will, hat zwei Varianten: Innerhalb der priorisierten Rassen eine gezielte und geeignete Stierenauswahl, mit Schwerpunkt der funktionalen Merkmale fällen, oder eine nicht verwandte Rasse einkreuzen. Der gesellschaftliche und finanzielle Druck auf die Landwirte steigt in den letzten Jahren stetig an. Aufgrund der steigenden Leistungsanforderungen und des anhaltendem Kostendrucks gewinnen funktionelle Merkmale wie Fruchtbarkeit, Gesundheit und Langlebigkeit immer mehr an Bedeutung. Mittels unterschiedlicher Variationen der Kreuzungszucht ist es möglich, unter Ausnutzung des Heterosis-effekt wie auch des Rekombinationseffekt, gezielt einige diese funktionalen Merkmale effizient zu verbessern.

Vorwiegend in der Geflügel- und Schweinezucht aber auch im Pflanzenbau (z.B. Mais) ist die Einkreuzung unterschiedlicher Rassen und Eigenschaften unentbehrlich. Der Zuchterfolg in der Schweine- sowie Geflügelhaltung, aus den vergangenen Jahren, basiert auf dem System der Kreuzungszucht. Dieses Verfahren gewinnt nun auch in der Milchviehzucht an Bedeutung. Auslöser dieser Trendbewegung sind nebst steigenden Zellzahlen, ungenügender Klauengesundheit, Fruchtbarkeitsstörungen auch die engere Blutlinienpopulation und die damit zusammenhängende Inzuchtdepression in der Reinzucht der jeweiligen Rassen. Somit kann in den letzten Jahren eine steigende Tendenz in Sache Kreuzungszucht festgestellt werden. Bisher liegen allerdings noch keine ausreichend fundierte Erkenntnisse vor, inwieweit und unter welchen Bedingungen Kreuzungsvariationen über die Optimierung funktionaler Merkmale in Schweizer Betrieben auch tatsächlich ökonomische Vorteile bringen. Somit lässt es die Einschätzung zu, dass die steigende Relevanz der Kreuzungszucht eine Richtung und Botschaft darstellt, jedoch auch Handlungsbedarf in der Reinzucht in den Bereichen Gesundheit und Reproduktion besteht.

1.2 Zielsetzung

Die Zielsetzung setzt sich aus unterschiedlichen Teilzielen zusammen. Im Verlauf der Arbeit dient die Zielsetzung als Leitfaden und Anker um Abschweifungen zu verhindern. Ziel dieses Projektes war daher:

- Bereits vorliegende Studien zum Thema Rotationskreuzung aus der Literatur zusammenstellen.
- Den theoretischen Hintergrund zu den Kreuzungsvarianten erläutern.
- Die Arbeit soll anhand der Literaturdaten, wie auch der Datenaufnahme auf Betrieben, die gekreuzte und rassentreue Tiere haben, aufzeigen, wie gross ein möglicher Heterosiseffekt auf die produktions- und funktionellen Merkmale sein kann.
- Anhand der ausgewerteten Daten der Praxisbetriebe soll ermittelt werden, ob ein wirtschaftlicher Erfolg erzielt werden kann.

Daraus sollten letztendlich für schweizerische Bedingungen geltende Empfehlungen zur Eignung einzelner, im Bereich der Kreuzungszucht, in der Milchwirtschaft, einzusetzender Rassen abgeleitet werden.

1.3 Forschungsfragen

Für die Übersicht und Ermittlung der Forschungsfragen wurde sich auf die drei aussagekräftigsten Fragen beschränkt. Die Forschungsfragen wurden daher folgend formuliert:

- Sind gekreuzte Kühe auf Schweizer Betrieben besser als Reinrassige und kann somit ein wirtschaftlicher Mehrwert erwartet werden?
- Ist der Heterosiseffekt effektiv ersichtlich?
- Welche Rassen eignen sich am besten für die Rotationskreuzung in der Schweiz?

1.4 Aufbau der Arbeit

Um fundierte Aussagen zu erhalten, welche die akkurate Beantwortung der Forschungsfragen zulässt, stützt sich diese Arbeit auf Ergebnisse und Inhalte bisheriger Studien, Dissertationen, Versuchsauswertungen und Fachmagazinen. Die Informationsbeschaffung basiert zusätzlich auf Daten, die in Gesprächen mit Betriebsleitern und mittels jeweiliger Zuchtverbänden erhoben wurden. Um Hintergrundwissen zu den verschiedenen Rassen und Kreuzungen innerhalb der Milchproduktion zu erhalten, wird im ersten Teil dieser Arbeit der theoretische Hintergrund erläutert. Zusätzlich werden Interviews mit verschiedenen Betrieben getätigt. Ziel ist es, auf diese Weise an Daten zu gelangen, welche ein Abbild der Praxis widerspiegeln. Dabei liegt der Fokus auf der Untersuchung der Abweichung zwischen gekreuzten und reinrassigen Kühen. Des Weiteren wird an einzelnen Beispielen versucht auf die Wirtschaftlichkeit einzugehen. Die Resultate sollen Vergleiche zur Theorie zulassen und wichtige Differenzen offenlegen. Dadurch sollen konkrete Empfehlungen und Aspekte zur Rassenkreuzung, bei welcher die Unterschiede zur Reinzucht im Fokus stehen, angepeilt werden.

2 Stand des Wissens

2.1 Kreuzungszuchtübersicht

Die Tierkreuzung an sich ist ein Phänomen, welches sowohl in der freien Natur wie auch durch den Menschen geschaffen, seit hunderten von Jahren vorkommt. Zur Verbesserung der Leistung und Senkung der Kosten, wird das Thema der Kreuzung auch hierzulande im Bereich Milchvieh, immer heisser diskutiert (ufarevue, 2019). Unter dem Begriff Kreuzungszucht versteht man die Kombination spezifisch gewünschter Eigenschaften mehrere unterschiedlicher Rassen. Der dadurch entstehende Heterosiseffekt kann einen zusätzlichen ökonomischen Vorteil bringen (F.Schröpfer, 2009). Um die Kreuzungszucht besser zu differenzieren, unterscheidet man zwischen vier Variationen der Kreuzung. Hierbei wird von Gerbrauchs-, Verdrängungs-, Rotations- und Veredelungskreuzung gesprochen.

2.1.1 Gebrauchskreuzung

Bei der Gebrauchskreuzungsvariante ist das Tier in erster Generation, also F1, das Endziel. Die Kreuzungsmethode hat sich längst in vielen Milchwirtschaftsbetrieben durchgesetzt. Hierbei werden vor allem Milchkühe, welche sich aus unterschiedlichen Gründen nicht für die Nachzucht eignen, mit einem Stier der verschiedenen Fleischrassen angepaart. Die Kälber, welche aus dieser Kreuzung entstehen, werden geschlechtsunabhängig für die Fleischproduktion weiterverkauft (Elite, 2009). In der Schweiz sind in dieser Kreuzungsmethode die Rassen Holstein x Weissblau Belgier oder Brown Swiss x Limousin beliebt.

In der nachfolgenden Abbildung wird die Gebrauchskreuzung, welche in dieser Form in der Schweiz breit vertreten ist, bildlich dargestellt. Hierbei wird die Milchrasse Brown Swiss mit einem Fleischrassenstier, in diesem Fall Limousin, angepaart.

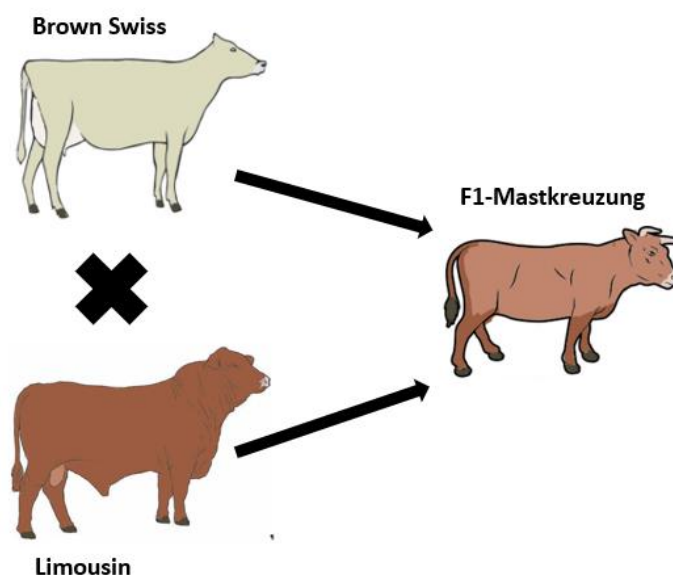


Abbildung 2 Gebrauchskreuzung Mastvariante, (CowClipart, 2023), eigene Darstellung (2023)

2.1.2 Verdrängungskreuzung

Bei der Verdrängungskreuzung wird die vertretene Rasse, allmählich und vollständig durch eine neue Rasse ersetzt oder eben verdrängt. Somit werden die vorhandenen Kühe, wie auch folgende Generationen von Tieren nur noch mit der neuen Rasse angepaart. Dies wird so lange umgesetzt bis sich die neue, gewünschte Rasse zu 100% etabliert hat. Der Heterosiseffekt kann bei dieser Kreuzungsvariante nicht langfristig genutzt werden, jedoch wird vor allem in der ersten Generation eine klare Verbesserung der eingekreuzten Rassenmerkmale ersichtlich. In der dritten Kreuzungsgeneration kann wieder auf ein Herdebuchfähiges Tier zurückgegriffen werden. Mögliche Beispiele sind hierbei das Ersetzen von Holsteintiere durch Jerseykühe oder die Umstellung von Brown Swiss-Tieren auf eine Fleischrasse wie Limousin, welche fortan als Mutterkühe weiter genutzt werden (Elite, 2009).

2.1.3 Veredelungskreuzung

Ist das Ziel einzelne, besondere Merkmale einer neuen Rasse in die Herde einfließen zu lassen, kommt die Veredelungskreuzung zur Anwendung. Hierbei genügt ein- oder zweimaliges Einkreuzen, um die gewünschten Eigenschaften der neuen Rasse in die bestehende Herde einzugliedern. Somit dient die neue Rasse als Veredelung der bestehenden Rasse. Anhand einer klaren Zuchtstrategie und einem funktionierendem Zuchtsystem kann der Betriebsleiter die gewünschten Merkmale in der neu entstandenen Rasse etablieren (Elite, 2009). Angewandt wurde diese Kreuzungsvariante auch in der Schweiz, in Form der Einkreuzung von Red Holsteintiere auf Simmentaler Kühe. Red Holstein brachte vorwiegend eine höhere Milchleistung und bessere Euter in die Zweinutzungsrasse ein. Entstanden aus dieser Kreuzung ist das Swiss Fleckvieh.

2.1.4 Rotationskreuzung

Der grosse Vorteil der Rotationskreuzung liegt klar bei dem dauerhaften Nutzen des Heterosiseffektes. Man spricht von zwei unterschiedlichen Varianten der Rotationskreuzung. Zum einen gibt es das System der Zweirassenkreuzung oder Wechselkreuzung und zum anderen die Dreirassenkreuzungsvariante. Bei der Zweirassenkreuzung werden abwechselnd zwei unterschiedliche Rassen eingekreuzt. Mögliche Praxisbeispiele sind das Einsetzen von Holstein- und norwegischem Rotviehstieren oder die Rassen Holstein und Jersey abwechselnd nacheinander kreuzen. Somit bleibt der Heterosiseffekt dauerhaft zu ca. zweidritteln erhalten (Elite, 2009). Wie der Namen schon verrät werden bei der Dreirassenkreuzung eine weitere Rasse in die Kreuzung etabliert. Dementsprechend werden nachfolgend immer drei verschiedene Rassen eingesetzt. Das wiederum bedeutet, jede dritte Anpaarung findet wieder mit der Ursprungsrasse statt. Üblicherweise wird mit der Rasse Holstein begonnen. Anschliessend werden entweder Montbéliarde- und Viking Red-Stiere oder Jersey und Viking Red-Stiere eingesetzt. Bei der Dreirassenkreuzungsvariante kann der Heterosiseffekt langfristig zu ca. 86% erhalten werden (Elite, 2009). Um das System dauerhaft erfolgreich umzusetzen, müssen die Rassen möglichst unterschiedlich und sollten nicht eng verwandt sein. Nur so kann der Effekt

der Heterosiszucht optimal ausgenutzt werden. In der nachfolgenden Tabelle wird der Heterosiseffekt anhand der Kreuzungsvarianten aufgezeigt.

Tabelle 1 Heterosiseffekt je Generation im Vergleich Zwei- und Dreirassenkreuzung, (Elite, 2009), modifiziert durch Huggel (2023)

Generation	Heterosiseffekte in %	
	Zweirassenkreuzung	Dreirassenkreuzung
1	100	100
2	50	100
3	75	75
4	63	88
5	69	88
6	66	84
7	67	86

Bei der Variante der Dreirassenkreuzung (Procross-System) kann der Heterosiseffekt ab der siebten Generation langfristig um 86% genutzt werden. Im Vergleich zur Zweirassenkreuzung sind dies rund 20% mehr.

Die grosse Herausforderung der Rotationskreuzung stellt die passende Stierenbeschaffung dar. In der Schweiz gibt es zurzeit keine Beratungsstelle welche Auskunft über die optimalen Stiere oder die Rotationskreuzungszucht vermitteln kann. Des Weiteren stellt sich die Verfügbarkeit guter und vor allem passender Genetik als schwierig dar. Dies gilt insbesondere für gesexte Samen. Seit wenigen Jahren erst sind genomische Zuchtwerte der Rassen in der Schweiz ersichtlich. Im Allgemeinen kann, bezogen auf die Schweiz, Bewegung im Bereich Rotationskreuzung festgestellt werden. Jedoch wird dies ein langjähriger Prozess sein. Neben der Bewältigung eben genannter Herausforderungen, benötigt der Betriebsleiter zusätzlich zwingend fachliche Kenntnisse aller eingesetzten Rassen und sollte auch Zuchtinteressiert sein (Spitz, 2023). Nur so können Schwächen gezielt verbessert und Inzuchtdepressionen vermieden werden.

2.1.4.1 Kreuzungssysteme

Im Bereich der Rotationskreuzung, werden mittlerweile auch in der Schweiz angewendete Kreuzungsmethoden vorangetrieben. Die relevantesten und daher oft eingesetzten Methoden sind die ProCross und KiwiCross Kreuzung. Nebst diesen zwei speziellen und in der Schweiz noch neuartigen Kreuzungsmethoden, wird die Kreuzungszucht an sich, bereits seit Jahrzehnten betrieben. Aus dieser Zuchtmethode entstand beispielsweise auch die schweizweit etablierte Rasse Swiss Fleckvieh (ufarevue, 2019).

Schweizer Fleckvieh

In der Schweiz ist die Swiss Fleckviehkreuzung die bekannteste Kreuzungsvariante. Bereits in den 70er Jahren wurden Red Holstein-Stiere auf die Schweizer Simmental Rasse eingekreuzt. Aus dieser Kreuzung ist dann die milchbetonte Zweinutzungsrasse Swiss Fleckvieh entstanden. Die Swiss Fleckvieh Kühe sind in der ganzen Schweiz verbreitet, jedoch liegt das Hauptzuchtgebiet klar im Kanton Bern. Die Blutanteile der gegenwärtigen Fleckvieh-Population beziehen sich ungefähr auf 65% der Holsteinrasse und 35% der Simmental Rasse. Das Schweizer Fleckvieh zeichnet sich durch eine mittelrahmige, milchbetonte Zweinutzungs Kuh mit ausgeprägten funktionellen Merkmalen aus. Die Kombination der Eigenschaften beider Ursprungsrasen (Simmental & Red Holstein) können wirtschaftliche Vorteile hervorheben, welche sich vor allem in guten Fitnessmerkmalen bemerkbar machen. Diese Merkmale eignen sich besonders gut für Grünland- und Weidebetriebe (swissherdbook, 2023).

ProCross

Procross ist ein Dreirassenrotations-Kreuzungszuchtschema, bei welchem die Rassen Viking Red, Holstein und Coopex Montbéliarde zum Einsatz kommen. Entwickelt wurde die Züchtungsmethode, spezifisch mit diesen drei Rassen, von den Organisationen Vikinggenetics und Coopex Montbéliarde. Hierbei spezialisiert sich Coopex ausschliesslich auf die Montbéliarde-Zucht (coopex, 2012) grossenteils in Frankreich. Vikinggenetics hingegen vermittelt die Rassen Viking Red wie auch Viking Holstein und Jersey neben den üblichen Fleischrassen. In der Schweiz kann diese Kreuzungsvariante aber durchaus auch ohne die Organisationen Vikinggenetics und Coopex Montbéliarde umgesetzt werden. Genetik von Montbéliarde- und Viking Red-Stieren sind seit längerem auch über Schweizer Genetikorganisationen erhältlich. Jedoch ist in der Schweiz das Stierenangebot nicht in der gleichen Breite anzutreffen. Zusätzlich müssen auch die Zuchtwerte analysiert werden, da sie oft nicht auf Schweizer Zuchtwertbasis gerechnet werden.

Für die Procross-Kreuzungsvariante wurden die drei Rassen ausgewählt, da sie sich laut Studien als rentabelste Kreuzung erweisen, nicht miteinander verwandt sind, hochproduzierend und sich daher auch für intensive Produktionssysteme geeignet herausstellen. Die jeweiligen Qualitäten der einzelnen Rassen ergänzen sich in der Kreuzung optimal, somit entsteht eine homogenere Herde, welche einen ökonomischen Vorteil gegenüber reinrassigen Tieren liefern (Procross, 2022). Das Procross-Zuchtprogramm verfolgt das Ziel eine rentable Kreuzungszucht für intensive Betriebe zu ermöglichen. Beworben werden Procross-Rassen mit Kühen welche gesund, fruchtbar, mittelgross, langlebig, effizient und pflegeleicht sind. Zusätzlich soll der Tagesgewinn pro Kuh gegenüber reinrassigen Holstein Kühen höher sein. Anhand der besseren Langlebigkeit und des höheren Tagesgewinnes ist auch der Life Time Profit besser. Durch diese Kreuzungszuchtvariante kann der Heterosiseffekt dauerhaft auf hohem Niveau genutzt werden. Des Weiteren spielt die Problematik der Inzuchtdepression in der Planung des Betriebsleiters keine Rolle mehr (Vikinggenetics, 2023).

Der Start der Kreuzung beginnt üblicherweise bei einer reinerbigen Holsteinkuh. Diese wird mit einem Stier von Coopex Montbéliarde angepaart. Das daraus entstehende F1-(G1) Tier wird mit einem Stier der Rasse Viking Red verpaart. Dies ergibt dann eine G2-Kuh, welche anschliessend mit einem Holsteinstier besamt wird. Somit entsteht G3. Das System muss fortan nur in gleichbleibender Reihenfolge fortgeführt werden. So kann optimal und langfristig vom Heterosiseffekt profitiert werden (Procross, 2022). Nachfolgend wird das Kreuzungsschema der Procross-Kreuzung einfach dargestellt.

Kreuzungsschema Procross-System

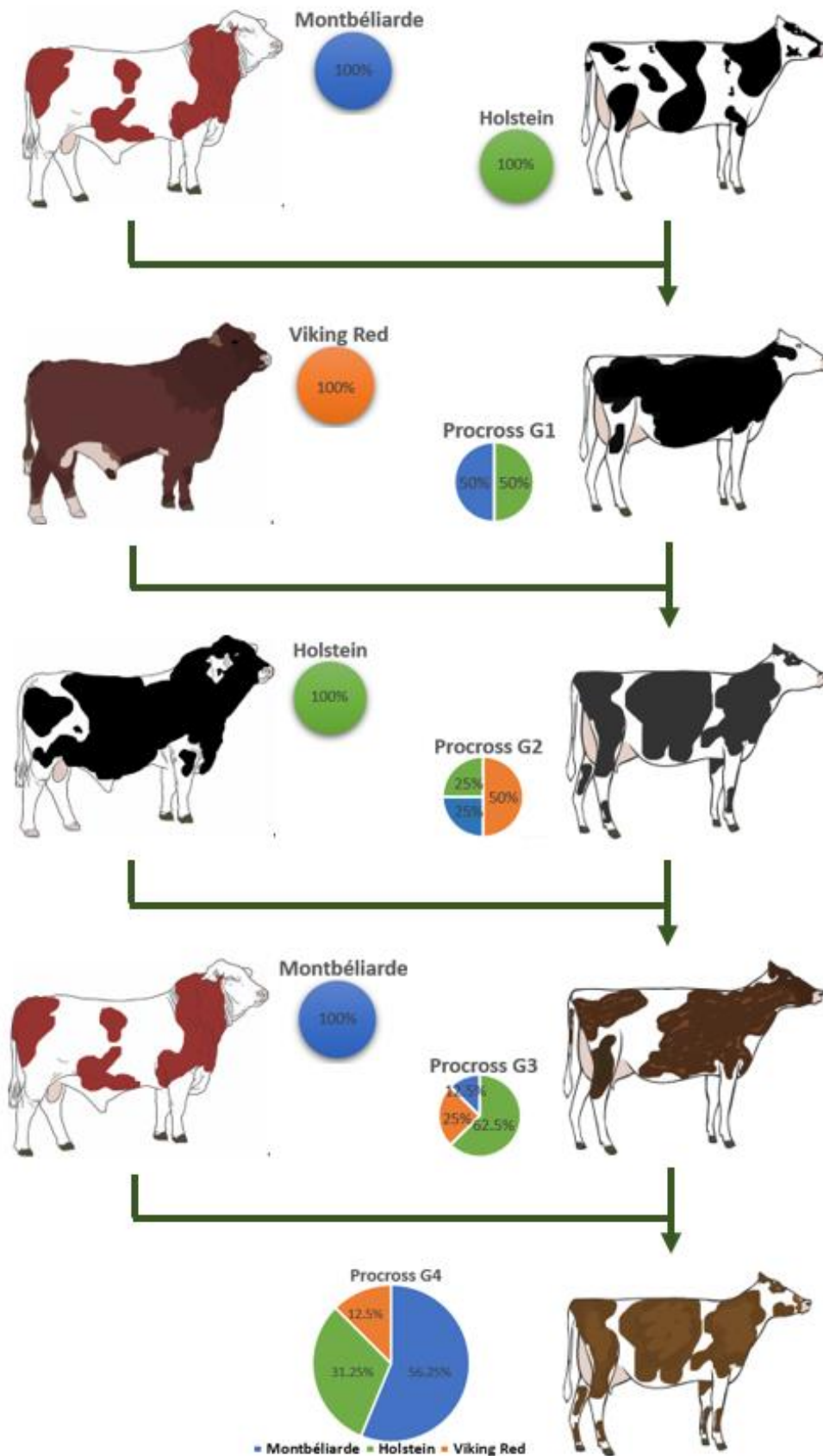


Abbildung 3 Kreuzungsschema des Procross-Systems, (Procross, 2022), modifiziert durch Huggel

KiwiCross-Kreuzung

Der Ursprung der Kiwicross-Zucht liegt in Neuseeland. Hierbei wurden neuseeländische Holstein und Jersey gekreuzt. Die daraus entstandenen Nachkommen werden mittlerweile als eigene Rasse geführt, zudem wird ihre Genetik Weltweit vertrieben, so auch in der Schweiz. Eine Besonderheit der neuseeländischen Zucht ist die gemeinsam geführte Datenbank, unabhängig von gekreuzten oder reinrassigen Tieren. Dies ermöglicht einen direkten Zuchtwertvergleich aller geführten Kühe. Somit können Landwirte rassenunabhängig die geeignetsten Tiere für ihre Herde auswählen. Dementsprechend sind die Kreuzungstiere sehr weit verbreitet. Kiwicross-Kühe zeichnen sich durch ihre Pflegeleichtigkeit, hohe Weidetauglichkeit, gute Fruchtbarkeit, hohen Milchinhaltstoffe und Effizienz je Kilogramm Körpergewicht (ca. 6000 kg Milch auf 500 kg Körpergewicht) aus. Dank der hohen Grundfutterverwertung kommen Kiwicross-Tiere mit wenig oder gar keinen Zusatz- und Ergänzungsfuttermitteln aus. Zusätzlich weisen die gekreuzten Tiere bei reiner Grasfütterung (Krafftutterverzicht) einen relativ stabilen BCS auf. Aus diesen Gründen eignen sich die Kreuzungstiere besonders gut zur Low Input-Philosophie. Die Strategie lautet daher oft möglichst wenig reinstecken (Input) und unter dieser Voraussetzung möglichst viel rausholen (Output) (Toro, 2021). Kiwicross-Kühe werden aufgrund ihrer Eigenschaften auch als eine mögliche Rasse in der Dreirassenrotationskreuzung geführt.



Abbildung 4 Kiwicross-Herde am Weiden, (Jung, 2022)

Die Tiere sind deutlich leichter und eher kompakter im Vergleich zu herkömmlichen Holsteins. Häufig zeigen sich die Kiwicross-Kühe in ihrer Fellfarbe ganz schwarz.

2.2 Heterosiseffekt

Als Heterosis wird der Mehrertrag, welcher höher als der Durchschnitt der Elternteile ist, beschrieben. Somit liegt der Vorteil der Kreuzungszucht in der Heterosis. Diese ermöglicht die Zunahme günstiger Eigenschaften eines Hybriden gegenüber der Elterngeneration. Heterosis entsteht nur wenn zwei nicht Verwandte Rassen gekreuzt werden. Der Heterosiseffekt ist bei Merkmalen bezüglich Vitalität, Fruchtbarkeit, Gesundheit und Überlebensfähigkeit am markantesten festzustellen. Somit bleiben Kreuzungskühe länger in der Herde und können ihre Lebensleistung steigern. Auch wirkt sich der Heterosiseffekt positiv bezüglich der natürlichen Widerstandsfähigkeit gegenüber den Auswirkungen der Inzucht aus (Vikinggenetics, 2023).

Aus genomischer Sichtweise sind die Elterntiere für unterschiedliche Merkmale reinerbig (homozygot), jedoch unterscheiden sich die Eltern voneinander. Die Hybridnachkommen (F1-Generation) sind mischerbig (heterozygot) und untereinander gleich, also homogen. Somit sind im doppelten Chromosomensatz je ein Allel der Mutter und eines des Vaters vorhanden. Wenn die Eltern nun in vielen einzelnen Merkmalen reinerbig sind, diese sich aber stark vom jeweils anderen Elternteil differenzieren, erhält man eine F1-Generation, welche sich in Sache Eigenschaft im Vergleich zu den Elternteilen unterscheidet und beliebig nachgezüchtet werden kann. Daher ist es wichtig, dass die genetischen reinrassigen Zuchtlinien der Elterngeneration möglichst unterschiedlich sind (dürfen also nicht verwandt sein). Nur so wird erreicht, dass viele Allele der Kreuzungseltern unterschiedlich auftreten. Kühe, welche markant heterozygot sind, besitzen eine höhere Variation der Erbanlagen als reinrassige und sie weisen daher oft eine höhere Widerstandsfähigkeit gegenüber Krankheiten auf. Zusätzlich können sie sich besser auf wechselnde Umweltbedingungen einstellen (biologydiscussion, 2015).

Wie erwähnt kann bei einer Dreirassenrotationskreuzung eine konstante Heterosis von 86% erreicht werden. Anhand der Kreuzungszuchtvariante bleibt das genetische Erbgut der Herde stärker (Vikinggenetics, 2023).

2.2.1 Rekombinationseffekt

Unter der Rekombination wird die Neuverteilung von Erbinformationen, also Allelen verstanden. Durch den Rekombinationseffekt entstehen neue Allelkombinationen oder anders gesagt Genkombinationen. Diese können unterschiedliche phänotypische Ausprägungen hervorbringen. Somit entsteht eine Variabilität der Nachkommen. Die genetische Variabilität ist ein wichtiger Bestandteil der Anpassung von Tieren an ihre Umwelt. Somit ist die Rekombination höher, je unterschiedlicher die einzelnen eingekreuzten Rassen sind (studysmarter, 2020). Je tiefer die Rekombination (verringert sich im selben Masse je öfter dieselbe Rasse erneut eingekreuzt wird), desto geringer wird der Heterosis-Ertrag (Elite, 2009).

2.2.2 Inzuchtproblematik

den. Entscheidend ist hierbei die Höhe des Inzuchtgrades. Um genetisch bevorzugte Eigenschaften möglichst schnell in einer Population reinerbig zu etablieren, braucht es die gezielte Selektion. Um die Wahrscheinlichkeit der Vererbbarkeit der gewünschten Eigenschaften zu

erhöhen, werden zwei Tiere mit gleicher Eigenschaft gekreuzt. Das bedeutet je höher der gleiche Blutanteil zweier Tiere, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit der Vererbung der gewünschten Eigenschaft (Mutterkuh.ch, 2023). Wird dies bewusst umgesetzt, oftmals in dritter oder vierter Generation, spricht man von Linienzucht (Schwarzenberger, 2023). Die Höchstgrenze des Inzuchtwertes wird bei 6.25% angesetzt (Elite, 2009).

Die Problematik stellt hierbei aber klar die Inzuchtdepression dar, also die Reduktion der Leistungsfähigkeit. Zu starke Inzucht innerhalb einer Herde oder gar Population, begünstigt das Vorkommen von rezessiven Erbfehlern. Des Weiteren verschlechtern sich Merkmale wie Fruchtbarkeit, Vitalität, Milchleistung und Fitness bei den betroffenen Tieren. Der Inzuchtgrad ist somit das Gegenteil des Heterosiseffektes. Aus diesen Gründen wird ein möglichst tiefer Inzuchtgrad erwünscht (Mutterkuh.ch, 2023). Die genomische Selektion hat den Inzuchtgrad vor allem in den Rassen Holstein und Jersey massiv vorangetrieben. Dadurch entsteht eine klare Blutlinienverengung innerhalb einzelner Populationen. Laut einer Studie der Elite-Fachzeitschrift stammen in den USA ca. 45% der heutigen Kühe, der Rasse Holstein, von nur drei Stieren (Chief, Elevation & Blackstar) ab. Geht man in der Geschichte noch einen Schritt weiter zurück sind laut Holstein Switzerland 99% der heutigen Holsteinkühen auf den 1921 geborenen Stier Johanna Rag Apple Pabst (besser bekannt als Old Joe) zurückzuführen. Somit steigt der Inzuchtkoeffizient in der Rasse weiter an und verursacht eine höhere Krankheitsanfälligkeit. Ebenfalls verringert sich die Stierenauswahl und Variabilität erheblich, je enger die Blutlinienpopulation innerhalb einer Rasse geführt wird.

Der Inzuchtgrad kann innerhalb einer Anpaarung und somit einer Generation komplett auf null reduziert werden. Voraussetzung ist die Paarung von nicht verwandten Tieren. Um dies einfach und effizient umzusetzen, eignet sich die Kreuzungszucht besonders gut. Hierfür benötigt es lediglich eine genügend grosse Population, um die genetische Variabilität langfristig zu gewährleisten (Mutterkuh.ch, 2023).

2.3 Rassen

Für die Umsetzung dieser Arbeit wurde sich auf die wichtigsten und in der Kreuzungszucht meist verbreiteten Rassen fokussiert. Die Rassen werden nur beschrieben, wenn sie auch in den Kreuzungsvarianten der Praxisbetriebe vorkommen.

Holstein

Holstein ist weltweit die häufigste verbreitete Milchviehrasse. In der Schweiz beläuft sich ihr Anteil der Rinderpopulation auf rund 45%. Bekannt sind die Tiere für ihre hohen Milchleistungen, die guten Euteranlagen und ihre guten Gliedmassen. Ebenfalls gehören die hohe Futterraufnahme- und Verwertung zu ihren Vorzügen. Seit Jahrzehnten werden Holsteinkühe für die Milchproduktion in einem eher intensiven Umfeld selektioniert. Aus phänotypischer Ansicht zeigen sich die Tiere grossrahmig und milchbetont, hauptsächlich durch ihre schwarzen oder roten Flecken auf weissem Fell (Holstein-switzerland, 2018).

10'000 kg Milch in der dritten Laktation bei 4.00% Fett und 3.50%, einer Zellzahl von unter 100'000 pro ml und einer Persistenz von über 85% werden als Zuchtziel angegeben. Ebenfalls soll die Kuh eine Kreuzbeinhöhe zwischen 150-155 cm aufweisen. Ein hohes, breit aufgehängtes Euter mit einem starken Zentralband sowie trockene Gelenke und ein breites, leicht abgeleigtes Becken gehören neben einer guten Tiefe und offenen Rippen ebenfalls zu den Zielen der Holsteinzüchter (swisssherdbook, 2019).

Für die Kreuzung wird die Rasse vorwiegend wegen ihrer hohen Milchleistung, mittleren Grösse und Exterieur-Qualitäten (vorwiegend Euteranlage) miteinbezogen (Vikinggenetics, 2023).

Brown Swiss

Schweizer Braunvieh-Kühe wurden bereits im 19. Jahrhundert nach Nordamerika exportiert. In den USA wurde aus den Kühen die neue Rasse Brown Swiss gezüchtet und später wieder zurück in die Schweiz exportiert. Brown Swiss-Kühe sind daher auch weltweit verbreitet. Die grosse Schweizer Population geniesst den Ruf eines sehr guten Exterieurs. Dies zeigt sich auch an internationalen Schauen. Ebenfalls gehören gute Fundamente, die Genügsamkeit und hohe Milchleistungen bei hohem Milchinhaltstoffen (v.a. Kappa-Kasein) genauso wie die Anpassungsfähigkeit bei unterschiedlichen Produktionsbedingungen zu den Stärken der Rasse. Brown Swiss-Kühe sind ganzfarbig braun bis graubraun mit einem dunkel pigmentierten Flotzmaul und Klauen. Um die Augen und am Maul ist eine helle Umrandung zu sehen (Braunvieh, 2023).

In der vierten und folgenden Laktationen werden Milchleistungen von 9000 kg und mehr, bei einem Gehalt von 4.00% und 3.50% Eiweiss, angestrebt. Die Persistenz soll bei mindestens 85% liegen, zusätzlich soll eine Abgangslebensleistung von mindestens 35'000 kg Milch erreicht werden. Mit einer Kreuzbeinhöhe von 140-152 cm ist der Zielwert etwas kleiner im Vergleich zur Holstein Rasse. Harte und gesunde Klauen, eine gute Hitzetoleranz, leichtes Abkalben und die sanfte Wesensart wird von den Züchtern als Zuchtziel beschrieben (Braunvieh, 2023).

Ähnlich wie die Holsteinrasse haben Brown Swiss-Tiere ihre Stärken in der Kreuzungszucht in Form der Milchleistung und im Format, zusätzlich bringen sie in der Regel etwas höhere Milchinhaltstoffe und eine etwas bessere Anpassungsfähigkeit mit. Üblicherweise werden Brown Swiss Kühe jedoch in einer ersten Anpaarung mit Holstein-Genetik besamt. Diese F1-Generation wird dann genutzt oder dient als Grundlage für die Rotationskreuzung.

Kiwicross

Die eigenständige Rasse Kiwicross wurde bereits unter Punkt 2.1.4.1-Kreuzungssysteme genauer beschrieben.

Die Vorzüge der Kiwicross-Genetik im Kreuzungsschema sind vorwiegend die hohen Fett- und Eiweissgehalte, die gute Fruchtbarkeit, die gute Klauengesundheit sowie die kleinere Grösse und das leichte Körpergewicht (Vikinggenetics, 2023).

Montbéliarde

Durch das Einkreuzen der französischen Landrasse mit Simmental entstand die heutige Rasse Montbéliarde. Der Ursprung der Rasse liegt in der Region rund um Montbéliard in Frankreich. Inzwischen wird die Rasse oft in andere Länder exportiert. Vorwiegend werden sie zur Einkreuzung mit Milchviehrassen verwendet. In der Schweiz findet sich das Hauptzuchtgebiet im Jura wieder. Zusätzlich ist die Rasse schweizweit auch auf einzelnen Betrieben vertreten. Die Zweinutzungsrasse ist weiss mit roten Flecken, die Beine sind ebenso weiss wie der Bauch. Charakteristisch zeigt sich ihr weisser Kopf und der kräftige Körperbau mit guter Bemuskulung (swisssherdbook, 2019).

Die Milchleistung soll in der dritten Laktation bei rund 8'500 kg, mit 4% Fett und 3.50% Eiweiss, liegen. Die Persistenz soll über 90% liegen, dies bei einer Zellzahl von unter 100'000 pro ml. Als Ziel werden sechs und mehr Standardlaktationen angegeben. Die Zwischenkalbezeit soll bei rund 365 Tagen liegen. 140–150 cm als Kreuzbeinhöhe wird als ideal angesehen. Neben breiter Bemuskulung, breiter Becken, viel Klauensatz, funktioneller Euter und Zitzen, wird die korrekte Stellung der Beine angestrebt (swissherdbook, 2023).

Beliebt ist die Rasse, beispielsweise in der Rotationskreuzung, wegen ihrer Stärke, Fruchtbarkeit und Anpassungsfähigkeit (Vikinggenetics, 2023). In der Kreuzung mit anderen Rassen spielen die ansonsten etwas schwierigen Charaktereigenschaften keine Rolle mehr (Spitz, 2023).

Viking Red

Schwedisches- und Dänisches-Rotvieh, sowie Finnisch Ayrshire bilden gemeinsam die Rasse Viking Red. Über die Organisation Vikinggenetics, ihrerseits Entwickler der Rassenkombination, wird die Rasse weltweit erfolgreich vermarktet. Die Viking Red Rasse zeichnet sich durch ihre Unkompliziertheit, natürliche Gesundheit, Widerstandsfähigkeit und durch die höchste Milch- und Inhaltsstoffproduktion unter allen Rotviehrassen aus. Die Kühe weisen unter der Rasse eine Variabilität in Bezug auf ihr Aussehen auf. Oftmals sind die Tiere zu grossenteilen rötlich oder bräunlich, teilweise auch ganzfarbig. Am Bauch sind die Tiere vielfach weiss. Die Beine könne von halbweiss, gefleckt bis ganzfarbig variieren. Ganzfarbige Kühe sind am Kopf und Maul oft etwas dunkler pigmentiert als am Rest des Körpers (Vikinggenetics, 2023).

Mit einer Milchleistung in der dritten und folgenden Laktation von über 9500 kg und 4.35% Fett und 3.5% Eiweiss, kann die Rasse klar ins Hochleistungssegment eingeteilt werden. Die

Zellzahlen sollen unter 100'000 pro ml liegen. Mit einer durchschnittlichen Kreuzbeinhöhe von 140 cm und einem Körpergewicht von 550 kg wird eine kleinere Milchkuh angestrebt. Als Zuchtziel wird eine funktionelle und robuste Rasse mit hoher Lebensleistung angegeben. Dabei sind gute Fundamente und Beckenbereiche die Voraussetzung (Vikinggenetics, 2023).

Als wichtigste Gründe, weshalb das Viking Red in einer Kreuzung sehr gefragt ist, sind ihre Langlebigkeit, die guten Kalbeeigenschaften und die hohe, generelle Gesundheit. Aus diesem Grund ergänzt das Viking Red viele intensivere Milchviehrassen optimal und wird deshalb auch oft in intensive Kreuzungsvarianten eingebaut (Vikinggenetics, 2023).

Umgangssprachlich werden die Rassen Viking Red (Schwedisch und Dänisch Rotvieh, Finnisch Ayrshire), wie auch Norwegisch Rotvieh oft als Skandinavisches Rotvieh betitelt.

Norwegisch Rotvieh

Für das Norwegische Rotvieh gilt die gleiche Beschreibung wie für Viking Red, jedoch ist die Stierenauswahl- und Verfügbarkeit geringer einzuschätzen. Im rein optischen Auftreten sehen sich die Rassen ähnlich, jedoch erreicht das norwegische Rotvieh nicht ganz die gleich hohe Milchleistung. Dies ist auf die etwas extensivere Veranlagung und etwas höhere Bemuskelung und Fleischigkeit zurückzuführen. Deshalb ist die Rasse auch in Kombination mit Kiwicross eine gute Option für die extensivere Rotationskreuzungsvariante (Vikinggenetics, 2023).

2.3.1 Mögliche Kreuzungsvarianten

Es gibt etliche unterschiedliche Möglichkeiten die Kühe zu kreuzen. Da sich die Rotationskreuzung nachweislich langfristig als beste Kreuzungsmethode bewährt hat, liegt der Fokus auch auf dieser. Grundsätzlich ist das Kreuzen mit den dazugehörigen Rassen jedem Betriebsleiter frei überlassen. Möchte man jedoch die Vorteile der Kreuzungszucht optimal nutzen, sollte darauf geachtet werden, dass die Rassen nicht miteinander verwandt sind. Anhand Studien des Procross-Zuchtprogrammes eignet sich die Kreuzung, wie sie im Procross-System angewandt wird am besten für intensiv geführte Betriebe (Procross, 2022). Anstatt die wie in der Procrossvariante kann auch die Kiwicross-Zucht leicht in die Rotationskreuzung eingebaut werden. Hierfür werden statt Holstein, Montbéliarde und Viking Red die Rassen Holstein, Kiwicross und Norwegisch Rotvieh rotierend gekreuzt. Die Ursprungsrasse Holstein kann auch mit Brown Swiss ersetzt werden. Zusätzlich ist es auch möglich die bestehende Brown Swiss Herde in einem ersten Schritt mit Holsteintieren anzupaaren und die daraus entstehende F1-Generation als Ursprungsrasse in die Rotationskreuzung einzubauen. Das bedeutet das die vierte Kreuzungsgeneration (G4) wieder mit Holstein besamt werden muss. Das Norwegisch Rotvieh kann nach Bedarf auch mit dem engverwandten Viking Red ersetzt werden. Die Kiwicross-Rotationsvariante eignet sich dank ihrer Pflegeleichtigkeit und den geringen Körpergewichten der Tiere besser zu einer wenig intensiven Betriebsstrategie (Toro, 2021).

2.4 Bisherige Forschungen

Zum Thema Kreuzung in der Milchwirtschaft sind die Berichterstattungen mittlerweile extrem vielseitig und detailliert. Um den Bereich etwas einzudämmen, wurde sich auf die Rotationskreuzung beschränkt.

Die bekannten Studien wurden vorwiegend in den USA und Deutschland erhoben. Nach bestem Wissen des Autors ist zurzeit keine Studie aus der Schweiz mit Datensätzen von Schweizer Milchwirtschaftsbetrieben bekannt. Aus diesem Grund wird auf bisherige internationale Studien Bezug genommen. Hierbei wurde jeweils die Rasse Holstein als Referenz gewertet. Verglichen wurden sie mit Tieren aus verschiedenen Kreuzungsvarianten (HOxMO, HOxNRF, HOxVR, HOxJE, HOxMOxVR).

Um die Resultate der bisherigen Forschungen zu gliedern, wurden drei Hauptbereiche interpretiert. Die Hauptbereiche **Produktion**, **Gesundheit** und **Wirtschaftlichkeit** wurden in Teilbereiche unterteilt, welche die relevantesten Daten wiedergeben sollen.

Produktion

Leistung

Die Doktoranten Studie der University of Minnesota, welche Datensätze über zehn Jahre verglichen haben, kamen zum Schluss, dass reinrassige Holsteinkühe eine höhere Milchleistung als eingekreuzte Tiere aufweisen (Hazel, Heins, & Hansen, 2019). Bestärkt wurden diese Ergebnisse durch die Studien der Fachzeitschrift Elite (Elite, 2009). Die Differenz der effektiven Milchleistungen variieren zwischen 600 kg und 2000 kg Milch innerhalb einer Standartlaktation von 305 Tage, jedoch immer zu Gunsten der reinrassigen Holstein (Hazel, Heins, & Hansen, 2019).

Lebensleistung

Die bisherigen Studien zeigen nicht eindeutig auf ob mit eingekreuzten Tieren eine höhere Lebensleistung erreicht werden kann, beziehungsweise wird die Lebensleistung nicht explizit als solche deklariert. Erwiesen ist jedoch die höhere Nutzungsdauer je Kuh. Also die Anzahl Tage, welche ein einzelnes Tier in der Herde verbringt (Hazel, Heins, & Hansen, 2019). Hier waren die Kreuzungstiere den reinrassigen Holsteinkühen deutlich überlegen. Die Abgangsrate bei den Holsteintieren war bis zu viermal höher, wie bei Kreuzungskühen (Elite, 2009). Somit stellt sich die Frage, wie viele Tage ein eingekreuztes Tier länger in der Herde sein muss, um die gleiche Lebensleistung wie eine reinrassige Kuh zu erreichen.

Inhaltsstoffe

Die einzelnen Studien haben ergeben, dass die gekreuzten Tiere prozentual je Kilogramm Milch, innerhalb einer Standartlaktation, den höheren Inhaltsstoff-Wert aufweisen. Wird der Kilogramm Fett- und Eiweissgehalt pro Kuh weiter analysiert fällt jedoch auf, dass die reinrassigen Holsteinkühe, aufgrund ihrer höheren Milchleistung, mehr Kilogramm Fett und Eiweiss, innerhalb einer Laktation produzieren. Da die eingekreuzten Tiere auch eine höhere

Nutzungsdauer aufweisen, ist auch die Lebens Kilogramm Fett- und Eiweissproduktion pro Tier zwischen 300 und 500 kg höher als jene der reinrassigen Tiere (Hazel, Heins, & Hansen, 2019).

Gesundheit

Zellzahl

In den Studien wird die Zellzahl vor allem auch anhand der Eutergesundheit thematisiert. Die Euterprobleme sind in der Tendenz bei eingekreuzten Tieren etwas weniger ausgeprägt. Jedoch kann dies je nach Rasse stark variieren. Die untersuchten Jersey-Kreuzungen wiesen einen höheren Zellgehalt als die Holsteinkühe auf. Laut der Elite Fachzeitschrift bis zu 80'000 Zellen pro ml mehr (Elite, 2009).

Fruchtbarkeit

Die Vorteile der Kreuzungszucht gegenüber der Holstein Reinzucht bezogen auf die Fruchtbarkeit waren laut der Studie der Universität of Minnesota wie auch von der Elite keine Überraschung. Fruchtbarkeitsprobleme gehören für die Landwirte oft zu den meistgenannten Gründen, um sich für die Kreuzungszucht zu entscheiden. Die deutlich überlegene Fruchtbarkeit der Kreuzungstiere kann hauptsächlich auf den Heterosiseffekt zurückgeführt werden. Jedoch spielen auch die Zuchtverbände der jeweiligen Einkreuzungsrassen eine zentrale Rolle. Seit Jahren wird bei Rassen wie Norwegisch Rotvieh oder Viking Red speziellen Fokus auf die Fruchtbarkeit in der eigenen Rasse gelegt (Hazel, Heins, & Hansen, 2019). In Zahlen zeigt sich die Überlegenheit deutlich. Im Durchschnitt der Laktationen haben Zweirassenkreuzungstiere eine 7.3% höhere Trächtigkeitsrate gegenüber der Holstein Referenzgruppe. Auch konnte die Serviceperiode der VRxHO-Kreuzungstiere um 8 Tage und der MOxHO-Kreuzungskühen um 17 Tage verkürzt werden. Noch eindeutiger wird der Unterschied bei den Dreirassenkreuzungstieren. Die Serviceperiode zeigte sich in der dritten Laktation fast drei Wochen kürzer, zudem wies die Trächtigkeitsrate einen verbesserten Wert von bis 11% gegenüber den Referenztieren aus (Hazel, Heins, & Hansen, 2019). Gestützt werden die festgestellten Tendenzen des Weiteren von der Elite Fachzeitschrift wie auch der kalifornischen Procross-Studie.

Totgeburten

Die Universität wertete auch die Totgeburtenrate aus. Verglichen wurden die reinrassigen Holstein mit den Montbéliarde F1 Tieren und den G2-Kreuzungstieren der Rassen Montbéliarde, Viking Red und Holstein, unterteilt in erste Laktation sowie zweite und dritte Laktation. Gemäss Hazel, Heins, & Hansen (2019) konnte ermittelt werden, dass wenn im Vergleich ein Unterschied festgestellt werden konnte, die Werte immer besser für die Kreuzungstiere ausfielen.

Tabelle 2 Totgeburtenrate im Tierversgleich, (Hazel, Heins, & Hansen, 2019), modifiziert durch Huggel (2023)

	Rasse		
	Holstein	MO x HO	MO x VR x HO
1. Laktation			
Kühe	1'138	533	508
Totgeburtenrate & Abweichung zu Holstein	9%	-5%	-1%
2. & 3. Laktation			
Kühe	1'244	669	459
Totgeburtenrate & Abweichung zu Holstein	3%	0%	-1%

Die Tabelle zeigt einerseits eine 5% bessere Totgeburtenrate in der ersten Laktation auf Seiten der Montbéliarde F1-Kreuzung und andererseits in zweiter und dritter Laktation kein statistisch signifikanter Unterschied der genannten Rasse im Vergleich zur Holsteinreferenzgruppe. Mit einer um 1% leicht besseren Totgeburtenrate in erster sowie zweit und dritter Laktation konnte die Dreirassenkombination auf mehrere Laktationen gut abschneiden (Hazel, Heins, & Hansen, 2019). Laut einer weiteren kalifornischen Studie ist die anzunehmende Verbesserung der Totgeburtenrate durch das Einkreuzen noch viel eindeutiger. Anhand der Datenerhebung konnte die Totgeburtenrate im Versuch bei den Holstein mal Montbéliarde F1-Tieren um 55% und bei den Holstein mal Viking Red F1-Kühen gar um 64% verbessert werden (Kreuzungszucht-Versuch, 2020). Als Referenzgruppe dienten ebenfalls reinrassige Holsteinkühe.

Wirtschaftlichkeit

Im Wirtschaftlichkeitsbereich werden die Tiere anhand aller Erträge (Lebensleistung Milch und Gehalt etc.) subtrahiert aller Aufwände (Besamungen, Tierarztkosten etc.) miteinander verglichen. Aus rein ökonomischer Sicht ist dies der relevanteste und somit interessanteste Bereich. Werden die beschriebenen Teilbereiche inklusive Tierarztkosten miteinbezogen, schneiden die Kreuzungskühe im Vergleich besser ab und sind somit, laut allen für diese Arbeit untersuchten Studien, in der Tendenz wirtschaftlicher als reinrassige Holsteintiere (Hazel, Heins, & Hansen, 2019). Dadurch kann mittels Einkreuzens, mit einem ökonomischen Gewinn gerechnet werden (Elite, 2009). Die Studie der Universität of Minnesota weist einen höheren Lifetime Profit von bis zu 1'600 Dollar, ca. CHF 1'490.00 (Juni 2023) zugunsten der Kreuzungstiere aus (Hazel, Heins, & Hansen, 2019). Die nachfolgende Tabelle zeigt den Profit-Vergleich pro Tier zwischen den eingekreuzten Tieren (F1 Montbéliarde und Viking Red) und den Holstein-Referenztieren. Die Beträge wurden in CHF umgerechnet, hierfür wurde US-Dollar Umrechnungskurs vom 8. Juni 2023 verwendet (1 Dollar entspricht 0.91 Schweizer Franken).

Tabelle 3 Profit-Vergleich Holstein zu Kreuzung, (Hazel, Heins, & Hansen, 2019), modifiziert durch Huggel (2023)

	Rasse		
	Holstein	VR x HO	MO x HO
Anzahl Kühe	640	376	358
Life Time Profit	CHF 2'584	CHF +453	CHF +1'489
Differenz zu Holstein		+18%	+58%
Tages-Profit	CHF 3.40	CHF +0.20	CHF +0.65
Differenz zu Holstein		+6%	+19%

Vergleicht man die F1 Tiere Montbéliarde mit Holstein kann festgestellt werden, dass laut der Universität von Minnesota mit bis zu 60% mehr Life Time Profit kalkuliert werden darf. Der gleiche Vergleich mit der Rasse Viking Red erweist sich ebenfalls wirtschaftlicher, da mit 18% pro Tier mehr Profit gerechnet werden kann.

3 Methodisches Vorgehen

Das Methodische Vorgehen dieser Studie beginnt mit der Literaturrecherche. Hierbei werden die theoretischen Grundlagen sowie bereits erhobene Erkenntnisse beschrieben. Des Weiteren werden zusätzliche Aspekte, betreffend dem Thema gesucht, welche im Zusammenhang bezüglich der Datengrundlage nicht ausgewertet werden können. Die Recherche basiert auf diversen Internetquellen und Berichten, ebenfalls dienen Studien und zum Thema bereits verfasste Arbeiten als Literaturquellen. Somit kann eine möglichst hohe Aussagekraft gewährleistet werden. Anschliessend werden die Daten der Betriebe erfasst und analysiert. Aus den Resultaten soll mit Vergleichen und Differenzierungen, zur jeweiligen Referenzrasse, eine Diskussion entstehen. Alle beschriebenen Bereiche fungieren später als Basis der Schlussfolgerung.

3.1 Auswahl Betriebe

Sieht man von einzelnen, längst etablierten Rassenkreuzungen wie beispielsweise Swiss Fleckvieh oder Brown Swiss ab, ist die rassenübergreifende Kreuzungszucht auf Ebene der Milchwirtschaft in der Schweiz noch nicht weit fortgeschritten. Daher setzen auch nur wenige Betriebe in der Schweiz das System der Kreuzungs- und vor allem der Rotationkreuzungszucht in die Praxis um. Die Auswahl der Betriebe wird so getroffen, dass alle im Vorfeld vereinbarten Bedingungen erfüllt wurden. Für die Datenerhebung müssen möglichst viele Kühe mit gleichem Jahrgang auf reinrassiger Basis und eingekreuzter Basis in der Herde vorhanden sein. Die reinrassigen Tiere gelten in jedem Fall als Referenzgruppe. Der Jahrgang der Tiere muss mindestens 2020 oder älter sein, somit müssen bei jeder Tiergruppe Kühe mit mindestens einer abgeschlossenen Laktation enthalten sein. Grundsätzlich gilt; je älter die Kühe sind, desto aussagekräftiger wird das Resultat. Als letzter Punkt müssen die Tiere auf einem Herdebuchbetrieb gehalten werden. Nur so werden die Daten unabhängig und rückverfolgbar erfasst und können somit untereinander verglichen werden. Welchem der drei Herdebuchorganisationen, in der Schweiz (Holstein Switzerland, Braunvieh Schweiz & Swiss Herdbook), die Betriebe angehören ist für die Auswahl nicht von Relevanz. Für die Auswahl der Betriebe ist es zudem wichtig einen möglichst breiten Datensatz zu analysieren. Deshalb wurde darauf geachtet, dass Betriebe mit unterschiedlichen Strategien und Philosophien miteinbezogen wurden. Die Höfe Huggel, Kaufmann, Schwager und Spitz können allesamt ins Regal der Hochleistungs- und intensiv geführte Betriebe eingestuft werden. Die zwei biologisch geführten Betriebe Grüter und Städler verfolgen eher eine extensive Strategie.

3.2 Betriebsvorstellung

Um die erhobenen, betriebsspezifischen Daten besser interpretieren zu können und zusätzliche Hintergrundinformationen zu erhalten, wird den jeweiligen Betriebsleitern ein Fragebogen versendet. Nachfolgend werden die Betriebe einzeln grob beschrieben und sollen vertiefte Daten bezüglich Strategie, Philosophie und getroffenen Entscheidungen betreffend der Kreuzungszucht liefern.

Grüter

Der biologisch geführte Betrieb der Familie Grüter beheimatet zurzeit rund 110 Milchkühe, welche verschiedenen Rassen und Kreuzungen angehören, in einem Boxenlaufstall. Ziel ist es, die Milch zu 100% aus eigenem Betriebsfutter zu produzieren. Wichtig ist nicht der Indikator der maximalen Laktationsleistung, sondern die Milchmenge pro Hektare Futterfläche. Im Schnitt, über die gesamte Weidesaison, nehmen die Kühe gut 50% des TS-Bedarfes auf der Weide auf. Um bei der reinen Holsteinherde, mit welcher zuvor 10'000 kg pro Kuh und Laktation gemolken worden war, möglichst rasch die Milchleistung zu senken und zugleich die Milchgehalte zu verbessern, wurde 2018 mit der Kreuzungszucht begonnen. Die Genetikwahl fiel auf die Rassen Kiwicross, aufgrund ihrer Leichtigkeit und geringen Grösse, Gehalte und Fruchtbarkeit, Norwegisch Rotvieh, wegen ihrer Gesundheitsmerkmalen und Irisch Holstein, anhand ihrer Fruchtbarkeit und Milchmenge. Um den Heterosiseffekt langfristig nutzen zu können und auch keine Zuchtdepression entsteht, hat sich der Betrieb für die Dreirassenkreuzung entschieden. Zurzeit wird die komplette Herde in das Kreuzungsprogramm miteingeschlossen, somit wird keine Reinzucht mehr betrieben. Die Kühe müssen in die Betriebsstrategie passen. Der Typ, die Milchleistung aber vor allem die Gesundheitsdaten entscheiden, ob eine Kuh Zucht oder Mast besamt wird. Pro Rasse wird einmal im Jahr ein Stier definiert. Die Grösse der Genetik muss bei allen drei Rassen ähnlich sein, zudem darf der Zuchtwert der Zellzahlen nie unterdurchschnittlich, somit unter 100 liegen. Die Herausforderung dabei ist, dass man sich viel mehr in die verschiedenen Rassen einlesen muss und es keine fixierten Vorlagen in Bezug auf die Stierenauswahl mehr gibt. (Grüter, 2023).

Huggel

Auf dem reinen Milchwirtschaftshof werden 145 Milchkühe grösstenteils der Rasse Holstein gehalten. Ergänzt wird die Herde durch Brown Swiss Kühe und Tiere der Rassenkreuzungen BSxHO und NRVxHO. Die Kühe sind ins Hochleistungssegment einzuteilen und werden mittels Siloration in einem Boxenlaufstall gefüttert. Zudem wird BTS-RAUS erfüllt. Aufgrund anhaltender Fruchtbarkeitsproblemen von einzelnen Kühen wurden Tiere eingekreuzt, dies mit Norwegischem Rotvieh. Die Rasse Norwegisch Rotvieh viel aufgrund ihrer eigenen guten Fruchtbarkeit aber auch ihrer vererblichen Fruchtbarkeit, welche den jeweiligen Töchtern zugutekommt. Zudem war die Norwegisch Rotvieh Genetik zu dieser Zeit (2013) der einzige Zuchtsamen, welcher als SpermVital verfügbar war. Um die Verkomplizierung der Zuchtverwaltung nicht weiter voranzutreiben, wurde die Kreuzungsrassen in den ersten 8 Jahren nicht weitergezüchtet. Die milchleistungsstarken Muttertiere der F1-Kühe wurden anhand ihrer schlechten Trächtigkeitsrate ausgewählt. Die Stierenwahl wurde nicht spezifisch nach Muster gemacht, da die Trächtigkeit der Kühe im Vordergrund stand. Für die Reinzucht von Holstein wurden damals wie heute die besten Kühe selektioniert. Als besondere Herausforderung der Kreuzungszucht wurden die fehlenden Zuchtwerte für die «neue Rasse» genannt und die aufgrund der Kreuzung erschwerte Administration mit dem Zuchtverband (Huggel U. , 2023).

Kaufmann

Die ca. 55 Kühe werden auf dem Betrieb von Andreas Kaufmann mittels Melkroboter gemolken. Die Hochleistungskühe, welche vorwiegend der Rasse Holstein angehören haben Weideszugang. Gehalten werden die Tiere in einem Laufstall mit RAUS. Um die Tiergesundheit (vor allem in Form von Euter- und Klauengesundheit), innerhalb der Herde zu verbessern, wurde 2019 mit der Kreuzungszucht gestartet. Ziel dabei ist es langfristig eine langlebige, unproblematische Kuh mit möglichst tiefen Antibiotikaverbrauch zu züchten. Anhand des im Ausland verbreiteten Procross-Systems waren die verwendeten Rassen gegeben. Betriebsbesichtigungen, vorwiegend in Holland haben den Gedanken der einzusetzenden Rassen (HO, MO und VR) weiter bestärkt. Ein Hauptgrund, welcher für die Dreirassenkreuzung spricht, ist die langfristige Nutzung der Heterosiswirkung. Für die Kreuzungszucht werden die besten Tiere verwendet, welche wenig negative Eigenschaften aufweisen. Für die Stierenauswahl sind gute Milchleistung, gute Euter, gute Charakter und die Robotertauglichkeit wichtige Kriterien. Neben den Kreuzungstieren wird auch die Zucht auf reinrassiger Ebene fortgeführt. Nicht zuletzt, weil noch immer Herzblut für die Holsteinzucht besteht. Reinrassige Tiere, die reinrassig besamt werden haben keine besonderen Eigenschaften, wichtig ist eine gute Leistung und eine hohe Tiergesundheit. Es ist möglich das Kühe in einer Laktation Holstein und in der nächsten mit einem Kreuzungstier besamt werden. Die durch die Kreuzungszucht erschwerte Zusammenarbeit mit dem Zuchtverband und die dadurch nicht vorhandenen Daten, wie beispielsweise fehlende Abstammungsausweise oder die ausbleibende Lineare Beschreibung, zählen zu den grössten Herausforderungen, welche das Einkreuzen mit sich bringen (Kaufmann, 2023).

Schwager

Der Grünlandbetrieb von David Schwager, welcher hauptsächlich auf den Futterbau spezialisiert ist, haltet rund 115 Kühe in einem Laufstall. Im Sommer werden die Kühe mittels Mischung mit Frischgras und zusätzlichem Weidegang gefüttert. BTS sowie RAUS werden erfüllt. Die Melkarbeit wird von einem Roboter übernommen. Das Zuchtziel beinhaltet eine mittelgrosse, breite und robuste Hochleistungskuh mit einem Milchleistungsziel von ca. 10'000 kg. Wegen zu vielen grossen Kühen, welche Probleme verursachten (Zellzahl, Fruchtbarkeit etc.), wurde im Jahr 2015 mit der Kreuzungszucht begonnen. Ziel dabei war eine anpassungsfähigere Kuh mit mindestens gleichbleibender Leistung zu erhalten. Die Kreuzungszucht wurde anhand Vorgabe des Procross-Systems im Betrieb etabliert. Dementsprechend kommen die Rassen Holstein, Montbéliarde und Norwegisch oder Schwedisch Rotvieh, auf Grund ihrer bereits beschriebenen Vorzüge zum Einsatz. Der Entscheid für die Dreirassenkreuzung, fiel anhand bestehender Möglichkeit langfristigen Zuchterfolg zu generieren und der Nutzung des Heterosiseffektes bei jeder Anpaarung. Tiere, die für das Kreuzungsprogramm ausgewählt werden, weisen zu einem hohe Milchleistungen auf, zum anderen aber auch Mängel bezogen auf die funktionellen Merkmale. Die einzukreuzenden Stiere werden anhand hoher Milchleistungszuchtwerten, hohen Inhaltstoffwerten, dem Temperament und der guten Euterqualität ausgewählt. Funktionelle, mittelgrosse Holsteinkühe, die das Zuchtziel erfüllen bleiben auch

in Zukunft reinrassig. Die Definition der Kriterien für die Stierenauswahl und die Beschaffung der Genetik des Rotviehs sind und waren die grössten Herausforderungen, in Verbindung mit der Kreuzungszucht (Schwager, 2023).

Spitz

In einem BTS-Laufstall, mit ganzjähriger Silofütterung werden die rund 55 Kühe der Familie Spitz gehalten beziehungsweise gefüttert. Weidewirtschaft wird mit den Hochleistungstieren keine betrieben. Möglichst problemlose, leistungsstarke ältere Kühe mit hoher Lebensleistung, um einen geringeren Aufzuchtbedarf zu erreichen, beschreibt die Betriebsphilosophie. Nach einer Betriebsbesichtigung in Holland wurde die Rotationskreuzung 2019/2020, aufgrund von hohen Aufzuchtverlusten, eher schlechten Fruchtbarkeitszahlen und ernüchternder Leistungen, konsequent mit der gesamten Herde umgesetzt. Somit werden in Zukunft keine reinrassigen Tiere mehr gezüchtet. Eingesetzt werden die Rassen Holstein, wegen ihrer Leistung und Euterqualität, Montbéliarde, aufgrund ihrer Stärke, Anpassungsfähigkeit und Körperkondition und Skandinavisches Rotvieh (hauptsächlich Viking Red) anhand ihrer Fruchtbarkeit, Gesundheit und Klauenproblemlosigkeit. Aus Sicht von Vreni Spitz spricht kein Argument gegen die Dreirassenkreuzung. Aufgrund keiner Inzucht, besserer Gesundheit und der Nutzung des Heterosiseffektes bei jeder Anpaarung, gibt es nur Vorteile. Werden die genannten Vorteile erst bei den eigenen Tieren festgestellt, so möchte man nichts anderes mehr¹. Für das Kreuzungsschema werden nur die besten Kühe selektioniert. Gute Mutterleistungen und ein idealer Körperbau stellen hierbei die wichtigsten Kriterien für eine Zuchtanpaarung. Für die Stierenauswahl kommt das Triple A-System mit mindestens 60% Übereinstimmung zu tragen. Zusätzlich wird auf A2A2, gute Charakter, hohe Gesamtzuchtwerte gute Milchleistungen und Fitnessmerkmale geachtet. Für Familie Spitz waren das bescheidene Stierenangebot und der grosse Aufwand die top Stiere der Rassen Montbéliarde und skandinavischem Rotvieh zu bekommen die grössten Herausforderungen. Diese sollten jedoch in Zukunft deutlich kleiner werden. Ebenfalls würde die Familie rückblickend zu Beginn der Kreuzungszucht mehr top Holsteinkühe zukaufen, da auf dem Betrieb ursprünglich vorwiegend reinrassige Brown Swiss Tiere gehalten wurden, um einen rascheren Zuchterfolg mit den bevorzugten Rassen zu erreichen. (Spitz, 2023)

Städler

Auf dem Hof Städler werden rund 70 Milchkühe gehalten. Ursprünglich gehörte die gesamte Herde der Rasse Brown Swiss an. Angesichts der relativ geringen Zuchtsicherheit und sporadisch auftretenden negativen «Überraschungen» in Bezug auf die Milchmenge und Euterqualität wurden andere Rassen auf Brown Swiss Kühe, welche sich eigentlich nicht für die Weiterzucht eigneten, eingekreuzt. Mittlerweile haben sich verschiedenste Kreuzungstiere etabliert. Heute sind noch drei reinrassige Brown Swiss-Kühe im Stall anzutreffen. Innerhalb der letzten 14 Jahren wurden zu Beginn vorwiegend Holsteintiere mit einer höheren

¹ Persönliche Auskunft, V. Spitz, Meister-Landwirtin, Sevelen, 12.05.2023

Zuchtwertsicherheit auf Brown Swiss-Kühe eingekreuzt. Später kamen Kreuzungen der Rassen Montbéliarde, Originalbraunvieh, Normande und Norwegisch Rotvieh dazu. Die Rotationskreuzung wird nicht direkt umgesetzt. Kühe werden tierspezifisch anhand ihrer Defizite mit der bestpassenden Rasse angepaart. In der Praxis wird daher beispielsweise eine schlanke, kleinere milchbetonte Holstein mal Brown Swiss Kuh mit einem Montbéliarde Stier gekreuzt. Aufgrund des verbliebenen Herzblutes für die Brown Swiss Rasse wird die Kreuzungszucht nicht ganz konsequent umgesetzt. Kühe qualifizieren sich für die Weiterzucht, indem sie weder eine schlechte Fruchtbarkeit noch einen hohen Zellgehalt aufweisen. Die genutzten Stiere müssen einen Zuchtwert über 100 in Punkten Zellzahl und Fruchtbarkeit ausweisen. Des Weiteren wird bei der Stierenwahl auf gut aufgehängte Euter, gut melkbare Zitzen, nicht zu grosse Tiere, abfallende Becken und eine breite Brust geachtet. Nicht zuletzt wird auch anhand der verwendeten Rassen ersichtlich, dass die Kühe eher extensiv gehalten werden. Der biologisch geführte Betrieb erfüllt das Weide-RAUS (>70% des Verzehrs auf der Weide), zudem werden die Kühe Krafftutterfrei in einem Laufstall gefüttert. Besondere Herausforderungen waren zu einem der Umgang mit Kritik zu Beginn der Kreuzungsumstellung und zum anderen die Angst, keine Tiere mehr verkaufen zu können. Mittlerweile hat sich die Kreuzungszucht aber etabliert und erfreut sich zunehmend an Beliebtheit. Dies beweist auch die hohe Nachfrage auf seitens Berufskollegen und Händler an den zu verkaufenden Tieren. In Zukunft wird auf dem Betrieb darauf geachtet nicht mehr zu viel milchbetonte Holstein einzusetzen, da sich diese für eine krafftutterfreie, extensive Betriebsstrategie eher ungeeignet zeigten (Städler, 2023).

3.3 Datenauswertung und Vergleich

Um ein aussagekräftiges Resultat zu ermitteln, wurden die Daten der Betriebe so erfasst, dass die unterschiedlichen Datensätze möglichst gross sind. Die Auswertungen wurden im Excel erstellt. Um die Resultate einfach darzustellen, wurden grösstenteils Tabellen verwendet. In den Tabellen können diverse Merkmale/Eigenschaften von verschiedenen Rassen und Kreuzungsvarianten übersichtlich dargestellt werden.

Innerhalb der meisten Betriebe (Huggel, Kaufmann, Schwager, Spitz) fungiert die Rasse Holstein als Referenzgruppe. Gegenübergestellt werden die Referenzkühe den F1-Kreuzungstieren. Um die reinrassigen Holsteinkühe mit Tieren der zweiten Kreuzungsgeneration (G2) zu vergleichen, fehlt zum Zeitpunkt der Verfassung dieser Studie die Datengrundlage in der Schweiz. Eine Kuh gilt in der Schweiz nur als reinrassig, wenn diese einen Blutanteil von mindestens 87.5% erbringt. Kühe mit einem tieferen reinrassigen Blutanteil werden als Kreuzungstiere eingestuft (Holstein-schweiz, 2018), so auch die Holsteinkühe vom Betrieb Grüter. Aus diesem Grund sind auf dem Hofe Grüter die reinrassigen Holsteinkühe nur noch ganz selten anzutreffen, da sie bereits vor Beginn der eigentlichen Rotationskreuzung mit Swiss Fleckvieh eingekreuzt wurden. Um die Daten ebenfalls in die Studie einfliessen zu lassen, werden für diesen Betrieb Kühe, welche einen Holsteinblutanteil von mindestens 83% aufweisen als Referenzgruppe betrachtet. Der restliche Blutanteil gehört der Rasse Simmental (aufgrund Swiss Fleckvieh Anpaarung) an.

Auf dem Betrieb Städler dient nicht Holstein als Referenz, sondern die Rasse Brown Swiss. Holstein fungiert in diesem Fall als erste Kreuzungsrasse und bildet somit anhand der Nachkommen BS x HO die Vergleichsgruppe F1.

Bei allen Betrieben wurden die gleichen Daten mit gleichem Vorgehen erfasst. Einzig variiert der jeweilige Jahrgang. Dies aus dem Grund, dass möglichst viele und aussagekräftige Datensätze analysiert werden konnten. Die Ausnahme bildet hierbei die Datenerfassung des Betriebes Spitz. Das Vorgehen und die Daten, welche für die Erfassung relevant sind, werden identisch ausgeführt. Jedoch wird nicht wie bei den anderen Betrieben ein spezifischer Jahrgang der Tiergruppen ausgewählt, sondern ein Zeitabschnitt innerhalb exakt eines Jahres. Somit werden die Daten der jeweiligen Tiergruppen zwischen dem 01.05.2019 und dem 01.05.20 erfasst. Der Grund für dieses Vorgehen, ist die besser Datengrundlage und die höhere Tieranzahl innerhalb der jeweiligen Gruppe (Referenz und F1-Kreuzung).

Die nachfolgend beschriebenen Produktionsmerkmale werden in kg Standartlaktationsmilchleistung (305 Tage), kg Milch pro lebendtag, kg Lebensmilchleistung und in prozentualem Anteil an Fett und Eiweiss (Gehalt) unterteilt. Die Fitnessmerkmale setzten sich aus der Zwischenkalbezeit, der Lebensdauer (anhand dessen auch die Überlebensrate), des Besamungsindex und der Zellzahl pro ml Milch zusammen. Des Weiteren wurden auf den Betrieben Huggel und Schwager alle tierarztkostenrelevanten Behandlungen pro Tier auf alle gemachten Laktationen, mittels Behandlungsjournal, ausgewertet. Anhand dieser Datenerfassung kann der sehr wichtige Bereich der Wirtschaftlichkeit bezogen auf die Tierarztkosten je Tier ebenfalls abgedeckt werden. Die Behandlungen wurden lediglich auf zwei Betrieben ausgewertet, da sich die Datengrundlage und die jahrelange Rückverfolgbarkeit als schwierig erwies.

Im Anhang finden sich alle erfassten Produktions- und Fitnessmerkmale der jeweiligen Betriebsherden. In der Arbeit werden diese auf die relevantesten reduziert und nachfolgend erklärt. Die spezifischen Merkmale wurden anhand vorheriger internationaler Studien sowie mittels der zu Verfügung stehenden Datengrundlage ausgewählt (Hazel, Heins, & Hansen, 2019). Alle Daten stammen von den jeweiligen Zuchtverbänden der einzelnen Betriebe und wurden bis im Juni 2023 erhoben. Für die Kenngrößen gibt es einen Durchschnittswert für die jeweilige Gruppe (Referenz und F1). Der Gruppenschnitt sagt nichts über die Streuung der Einzeltiere aus. Diese kann innerhalb der Rasse und der Gruppe stark variieren. Die effektiven einzeltierspezifische Daten finden sich daher wie erwähnt im Anhang.

Produktionsmerkmale

Kg Milch pro Standartlaktation (M)

Die Milchleistung wird jeweils pro Standartlaktation, in welcher eine Kuh Milch gibt, ausgewiesen. In der Schweiz gilt eine Standartlaktation am dem 270 bis zum 305 Laktationstag. Die 305 Tage sind weltweit einheitlich genormt, um die Vergleichbarkeit der Milchleistung pro Laktation zu erhöhen (Hazel, Heins, & Hansen, 2019). Die effektive Milchleistung lässt Rückschlüsse betreffend Genetik, Betriebsstrategie und der Haltung zu. Die anzustrebende Höhe

der Laktationsmilchleistung variiert enorm und ist stark abhängig vom Betriebskonzept und der Philosophie des Betriebsleiters. Für Hochleistungsbetriebe wird eine gewünschte Standardlaktationsmilchleistung von rund 9'000 kg Milch und mehr anvisiert (Huggel U. , 2023). Extensiv geführte Betriebe legen ihren Schwerpunkt nicht direkt auf die Höhe der Milchleistung, daher ist bei jenen Betrieben eine geringere Standardlaktationsmilchleistung anzustreben. Nach Möglichkeit werden in der Datenerfassung nur die Durchschnitte in kg Milch pro Standardlaktation der lebenden Kühe, aller bereits abgeschlossenen Laktationen verwendet. Tiere, welche in zweiter Laktation sind und mehr als drei Milchwägungen haben, werden mithilfe der aufgerechneten Laktation in die Arbeit miteinbezogen. Erst laktierende Kühe, welche vor Abschluss der ersten Laktation abgegangen sind, fallen für die Erhebung weg. Ihre Daten werden daher nicht aufgerechnet und fallen in dieser Rubrik aus. Tiere, die nach einer abgeschlossenen Laktation, dann während einer neuen Laktation abgegangen sind, werden anhand des Durchschnittes aller vorherig abgeschlossener Laktationen erfasst.

Kg Milch pro Lebenstag (M./L-t)

Kg Milch pro Lebenstag beschreibt die Milchmenge in kg, welche eine Kuh auf den einzelnen Lebenstag produziert hat, unabhängig ob sich das Tier in Laktation oder nicht befindet. Je höher der Wert ist, desto mehr Milch hat die Kuh produziert oder desto länger hat die Kuh in ihrem Leben Milch produziert. Dementsprechend kann anhand der Lebensstagesleistung die Fruchtbarkeit (kurze ZKZ und SP etc., heisst mehr Tage, an welchen die Kuh Milch produziert), die Milchleistung (je mehr Milch eine Kuh produziert, desto höher ist die Milchleistung, welche mit Lebenstagen dividiert wird), die Tiergesundheit (je gesünder eine Kuh ist und je weniger Probleme sie verursacht, desto länger hat sie die Möglichkeit Milch zu produzieren) und die Wirtschaftlichkeit bewertet werden. Ist das Tier im Stande mehr Milch zugeben, mit weniger gesundheitlichen Problemen, kann das Tier länger genutzt werden. Somit können beispielsweise Kosten welche für die Aufzucht anfallen, deutlich besser gegengerechnet werden und die Kühe sind somit ökonomisch wertvoller. Des Weiteren wird mit einer höheren Leistung auf die Lebensdauer auch die Nachhaltigkeit gefördert. Der angestrebte Zielwert liegt in Betrieben des Hochleistungssegment bei 15 kg produzierter Milch pro Lebenstag (DLG-Nachhaltigkeitsbericht, 2016). Bei einer extensiveren Betriebsstrategie liegt der Wert etwas tiefer. Für die Auswertung werden die aktuellen Lebensleistungsdaten, toter und noch lebender Tiere verwendet. Tiere werden in dieser Rubrik aufgeführt, ab dem Zeitpunkt, an welchem sie zum ersten Mal Milch produzieren. Kühe, welche ohne eine Milchleistung abgegangen sind, fallen für diese Erhebung weg.

Lebensleistung (LL)

Neben der Laktationsleistung und der produzierten Milch pro Lebenstag ist auch die Lebensleistung eine oft zitierte Vergleichsgrösse (Hazel, Heins, & Hansen, 2019). Die Lebensleistung kann ein wichtiger Indikator zur Wirtschaftlichkeitsberechnung einer Kuh und Herde sein. 28'000 kg (Schweizer Durchschnitt) sollte die produzierte Milch im Durchschnitt zum Abgangszeitpunkt mindestens aufweisen (schweizerbauer, 2019). Generell gilt je höher die

Lebensleistung einer Kuh ist, desto besser. Für die Arbeit werden, die im jeweiligen Zuchtverband ausgewiesene Lebensleistung in kg produzierter Milch innerhalb des Zeitraums bis zum Juni 2023 verwendet, auch jener bereits verendeter Tiere. Somit werden wie bei der Lebensleistung alle Tiere, ab dem ersten Tag, an welchem die Kühe Milch geben, erfasst,

Gehalt (F/E)

Innerhalb des Überbegriffes Milchinhaltsstoffe wird der Milchgehalt in Fett und Eiweiss aufgeteilt. Um die Darstellung zu vereinfachen werden Fett und Eiweiss als Gehalt zusammengefasst. Der Gehalt setzt sich somit als prozentualer Anteil Fett (F) beziehungsweise Eiweiss (E) pro kg Milch zusammen. Als Richtwert wird ein Fettgehalt von 4% und ein Eiweissgehalt von 3.2%, also gesamthaft 7.2% pro kg Milch, genannt (Holstein-switzerland, 2018). In der Arbeit werden nicht die Gehaltszahlen pro Laktation, sondern der Durchschnitt des Anteils Milchgehalt in Prozent auf die gesamte produzierte Milch verglichen. Bereits abgegangene Tiere, welche einen Milchgehalt aufweisen, werden ebenfalls miteinbezogen. Der Gehaltswert ist spannend miteinzuberechnen, da die produzierte Milchleistung besser interpretiert werden kann. Zudem gibt es in der Schweiz bei vielen Milchabnehmern das Bonus-Malus-System, welches hohe Milchgehälter in Form von Zusatzzahlungen belohnt (Huggel U. , 2023).

Fitnessmerkmale

Zwischenkalbezeit (ZKZ)

Die Zwischenkalbezeit beschreibt den Zeitabschnitt zwischen zwei Geburten. Sie ist eine leistungs- und managementbedingte Kenngrösse. Der Zielwert ist daher stark leistungsabhängig und liegt bei einer Milchleistung von über 9'000 kg, bei rund 390 Tagen (die-fruchtbare-kuh, 2022). Sie gibt einerseits Auskunft über die Fruchtbarkeit andererseits auch über die Betriebsstrategie. Die Kennzahl gilt weltweit als beliebter Vergleichswert (Hazel, Heins, & Hansen, 2019). Errechnet wird die Zwischenkalbezeit in der Studie, wenn man das letzte Kalbedatum mit dem Erstkalbedatum subtrahiert und diese Zahl anschliessend durch die Anzahl Laktationen minus eins dividiert. Tiere, welche nur einmal oder gar nie zur Abkalbung gelangen, werden unter diesem Punkt nicht miteinbezogen, somit rechnet sich die Zwischenkalbezeit nur anhand der Tiere mit zwei oder mehr Kalbungen. Alle anderen verbliebenen Tiere, unabhängig ob lebendig oder nicht, werden miteinbezogen.

Lebensdauer (LD)

Die Lebensdauer gibt nicht direkte Auskunft über die Nutzungsdauer und Lebensleistung der Kühe, sondern nur über die Anzahl Tage, welche eine Kuh gelebt hat. Um die Kosten pro Tier jedoch zu reduzieren und dem zunehmend öffentlichen Druck der Nachhaltigkeit entgegenzukommen, ist es sinnvoll eine hohe Lebensdauer anzustreben (Huggel U. , 2023). Ebenfalls wird die verbesserte Langlebigkeit bei den Kreuzungszuchtschemen oft beworben (Procross, 2022). Grundsätzlich gilt je älter, also je höher die Lebensdauer ist, desto besser. In dieser Arbeit werden die Lebenstage der Tiere, welche bereits abgegangen sind, berechnet, indem man das Abgangsdatum mit dem Geburtsdatum subtrahiert. Sind die Kühe zurzeit des

Verfassens noch am Produzieren, werden sie in der entsprechenden Tabelle, mittels leerstehenden Feldes deklariert. Das Ziel ist es eine möglichst hohe Lebensdauer zu erreichen, noch besser ist es, wenn alle Tiere noch immer im jeweiligen Stall anzutreffen, also noch lebend sind. Zusammenfassend wird also nur der Mittelwert der Anzahl Lebensstage, welche abgegangene Tiere, unabhängig ihres jeweiligen Alters (auch Kälber oder Totgeburten mit 0 Lebensstagen) erreichten, aufgeführt.

Lebensrate (LR)

Im direkten Zusammenhang zur Lebensdauer steht die Lebensrate. Diese zielt aber im Gegensatz nicht auf die bereits abgegangenen Tiere, sondern auf den Anteil noch lebender Kühe, am Gesamttotal der jeweiligen Vergleichsgruppe in Prozent ab. Die Lebensrate ist keine offizielle Kenngrösse und dient lediglich der einfachen Darstellung sowie dem besseren Verständnis.

Besamungsindex (BI)

Der Besamungsindex ist ein Quotient. Alle Besamungen pro Kuh werden durch die Geburten je Tier geteilt. Braucht eine Kuh viele Besamungen um wieder trächtig zu werden, steigt auch ihr Besamungsindex. Der Index ist eine oft verwendete und gut nachvollziehbare Kennzahl. Der Zielwert in der Schweiz liegt bei weniger als 1.6 Besamungen pro Tier und Trächtigkeit (die-fruchtbare-kuh, 2022). Der Besamungsindex gibt Auskunft über die Qualität der Fruchtbarkeit einer Kuh. In der Auswertung werden Besamungen, welche zur Zeit der Verfassung weder mit Gewissheit als erfolgreich noch als nicht erfolgreich eingestuft werden konnten (weniger als 6 Wochen nach letzter Besamung) nicht erfasst. Kühe, welche nie abkalben, jedoch trotzdem besamt wurden, werden ebenfalls miteingerechnet. Ansonsten werden alle Kühe des jeweiligen Jahrganges erfasst.

Zellzahl pro ml (ZZ)

Anhand der Zellzahl können Rückschlüsse auf die Eutergesundheit gezogen werden. Weltweit tauchen Zellzahlen sehr oft in Vergleichen auf (Elite, 2009). Auch ist sie in der Schweiz eine beliebte Kenngrösse. Als Zielwert wird eine Zellzahl von weniger als 100'000 pro Milliliter Milch genannt (swissherdbook, 2023). Die Zellzahl wird pro Milliliter Milch angegeben. Die abgebildeten Werte in der Tabelle müssen jeweils mit dem Faktor 1000 multipliziert werden (beispielsweise 29= effektiv 29'000 Zellen pro Milliliter). In der Studie werden der Mittelwert der Zellzahlen innerhalb einer Laktation mit dem Mittelwert der Zellzahlen aller anderen einzelnen Laktationen addiert und anschliessend durch die Anzahl Laktationen dividiert. Somit erhält man das Mittel der Zellzahlen pro Tier. Ausgewiesene Zellzahlen bereits toter Tiere werden ebenfalls miteingerechnet.

Erklärung der Resultatgrundlagen-Tabelle


Für die Darstellung der erfassten Daten wird eine einheitliche Tabelle verwendet. Diese wird bei allen Betrieben in gleicher Form angewendet. Anschliessend werden die jeweiligen Resultate mittels Diskussion beschrieben.


Tabelle 4 Beispielstabelle für die Resultatbildung, eigene Darstellung (2023)

	Produktions- und Fitnessmerkmale								
	<i>M</i> kg	<i>M./L-t</i> kg	<i>LL</i> kg	<i>F/E</i> %	<i>ZKZ</i> Tage	<i>LD</i> Tage	<i>LR</i> %	<i>BI</i> Wert	<i>ZZ</i> Wert
Referenz Tiere									
Gekreuzte F1 Tiere									
Differenz									
Differenz %									

Die Tabelle zeigt die beiden Vergleichsgruppen. Hierbei werden die Mittelwerte der einzelnen Produktions- und Fitnessmerkmale aller erfassten reinrassigen Kühe eines Betriebs, den Mittelwerten der Produktions- und Fitnessmerkmale aller eingekreuzten F1-Tieren desselben Betriebs gegenübergestellt. Die Merkmale Milchleistung (M), Milch pro Lebenstag (M./L-t) und die Lebensleistung (LL) werden in Kilogramm angegeben. Der Milchgehalt (F/E) wird anhand des Anteils in Prozent an einem kg Milch dargestellt. Ebenfalls mit einem prozentualen Anteil der noch lebenden Tiere an der gesamten Tieranzahl der jeweiligen Gruppe, wird die Lebensrate (LR) ausgewiesen. In Anzahl Tage werden die Zwischenkalbezeit (ZKZ) sowie die Lebensdauer (LD) aufgezeigt. Der Besamungsindex (BI) und die Zellzahl (ZZ) werden mit dem effektiven Wert angegeben. In der zweituntersten Zeile ist die Differenz zwischen der Referenz- und Kreuzungstiergruppe jedes Merkmales ersichtlich. Die Differenz wird immer ausgehend von der reinrassigen (Referenz) Gruppe berechnet. Unter Differenz in Prozent wird der jeweilige Differenzwert zusätzlich mit einem Prozentsatz dargestellt. Steht beispielsweise in der Tabelle, unter der Rubrik Zellzahl, in der Differenzzeile ein Prozentsatz von -25, bedeutet dies, dass die Zellzahl der eingekreuzten Tiere um 25% tiefer, also besser ist als jene der reinrassigen.

Um eine bessere Übersicht zu erhalten, wie die Werte zu interpretieren sind, werden die einzelnen Zeilen folgendermassen eingefärbt:

 =zeigt, dass die Kreuzungstiere (Vergleichsgruppe) besser abschneiden.

 =zeigt, dass die reinrassigen Referenztiere (Referenzgruppe) besser abschneiden.

4 Resultate & Einzeldiskussion

Um die Übersicht und Leserlichkeit dieser Arbeit weiterhin zu gewährleisten werden die Resultate und die Diskussionen bezüglich der Betriebe zusammengeführt und nicht als einzelne nacheinander folgende Kapitel abgehandelt.

Grundsätzlich wurde der genetische Einfluss der jeweiligen Elterntiere nicht mitefassen, jedoch kann für die Interpretation der Resultate davon ausgegangen werden, dass in der Tendenz eher leistungsstarke (vorwiegend Milchleistung) Tiere mit Schwächen in den Bereichen Gesundheit und Fruchtbarkeit für das Einkreuzen auserwählt wurden. Wie bereits in Kapitel 3.3 beschrieben, werden bei den Betrieben Huggel und Schwager, zusätzlich zu den allgemeinen Resultaten, die antibiotischen Behandlungen ausgewiesen. Nachfolgend werden zuerst die Resultate und anschließend die Diskussionen der Praxisbetriebe, in alphabetischer Reihenfolge erläutert.

4.1 Betrieb Grüter

Resultate

Erfasst wurden die Daten der Tiere des Jahrganges 2019. Auf dem Betrieb sind unterschiedliche Kreuzungen und Rassen vorhanden. Daher werden die acht Holsteinreferenztiere zu einem mit sechs F1-Kreuzungen der Rasse Holstein mal Kiwicross und zum anderen mit drei F1-Kreuzungstieren der Rasse Holstein mal Montbéliarde verglichen. Wie unter Kapitel 3.3 behandelt, sind die Holsteinreferenztiere, aufgrund ihres Blutanteiles, keine reinrassige Holsteinkühe mehr (Holstein-switzerland, 2018).

Tabelle 5 Resultate des Betriebs Grüter, (Anhang_5, 2023)eigene Darstellung

	Produktions- und Fitnessmerkmale								
	<i>M</i>	<i>M./L-t</i>	<i>LL</i>	<i>F/E</i>	<i>ZKZ</i>	<i>LD</i>	<i>LR</i>	<i>BI</i>	<i>ZZ</i>
	kg	kg	kg	%	Tage	Tage	%	Wert	Wert
Referenz Tiere 83%HO	6'720	8.5	11'870	7.91	377	411	75	1.4	52
Gekreuzte F1 Tiere HOxKC	6'525	9	12'410	7.99	367	1'075	67	2.28	106
Gekreuzte F1 Tiere HOxMO	8'960	12	17'220	7.16	403	1'330	67	1.63	292
Differenz 1	-195	+0.5	+540	+0.1	-10	+664	-8	+0.9	+54
Differenz 2	+2'240	+3.5	+5'350	-0.8	+26	+919	-8	+0.2	+240
Differenz 1%	-3%	+6%	+4.5%	+1%	-3%	+162%	-10%	+63%	+104%
Differenz 2%	+33%	+41%	+45%	-9%	+7%	+224%	-10%	+16%	+462%

Im Vergleich produzieren die Kiwicross mal Holstein Tiere auf dem Hof von Grüters im Durchschnitt am wenigstens Milch. Die Montbéliarde Kreuzungstiere hingegen produzieren rund 2'200 kg mehr als die Holstein Referenzkühe. Auffallend ist aber, dass beide Kreuzungsgruppen, trotz im Falle der Kiwicross Kreuzungen tieferen Milchleistungen, sowohl eine bessere Lebenstagesleistung als auch eine höhere Lebensleistung ausweisen. Unterschiede zwischen den beiden Kreuzungsgruppen zeigen sich vorwiegend im Gehalt. Hierbei weisen die Montbéliarde Tiere einen im Vergleich zur Referenzgruppe tieferen Gehalt auf. Gegenteilig verläuft die Auswertung der Gehälter der Kiwicross Kreuzungstiere. Markant schlechter sind die Referenztiere in der Lebensdauer. Gerade mal 411 Tage alt, werden die Referenzkühe im Durchschnitt. Mit 1'075 Tage auf Seiten der Kiwicross Tiere und 1'330 Tage bei den Montbéliarde Kreuzungen sind dies doch deutliche Unterschiede. Erstaunlich ist jedoch, dass beide F1-Gruppen trotz höherer Lebensdauer eine um 10% tiefere Lebensrate aufweisen. Ebenfalls erhebliche Differenzen ist bei der Zellzahl festzustellen, allerdings zu Gunsten der Referenztiere. Ersichtlich ist, dass beide Kreuzungsvarianten eine über 100%, die Montbéliarde Tiere gar über 400%, höhere Zellzahl als die Referenzkühe verbuchen.

Einzeldiskussion

Grundsätzlich muss an dieser Stelle erwähnt werden, dass die Referenztiere keine völlig reinrassige Holsteintiere sind, sondern bereits mit Swiss Fleckvieh eingekreuzt wurden und somit, anhand ihres Blutanteiles, welches zu einem Prozentsatz der Rasse Simmentaler zugeordnet werden kann, selbst eine F1 Kreuzung darstellen. Da der Holsteinblutanteil bei allen Referenztieren noch immer über 83% beträgt, kann aus Sicht des Autors trotzdem eine Aussage getätigt werden. Die abgehandelten Fakten sind bei der Interpretation und Erklärung der Resultate wichtig zu beachten. Wenn man bedenkt, dass im Grunde drei F1 Kreuzungsvarianten miteinander verglichen wurden, ist es erstaunlich, dass die Resultate teilweise stark voneinander abweichen, sollten sie doch nach logischem Verständnis eher enger beisammen liegen. Eine mögliche Erklärung des unterschiedlich hohem Milchinhaltstoffgehalt, ist die variierende genetische Voraussetzung. Kiwicross weisen einen überdurchschnittlichen hohen Gehalt aus. Dies wirkt sich wohl auch positiv auf die Nachkommen aus. In die entgegengesetzte Richtung können die Milchgehälter der Montbéliardekreuzungen beurteilt werden. Allerdings gilt wichtig zu erwähnen, dass die Referenztiergruppe bereits einen sehr hohen Gehalt ausweisen, möglicherweise aufgrund der Swiss Fleckvieh Einkreuzung. Die enorme Abweichung der F1 Tiergruppen in Bezug auf die Zellzahlen sind auf je ein Tier zurückzuführen, welche die Zellzahl der jeweiligen Vergleichsgruppe massiv negativ beeinflusst. Die niedrigere Lebensleistung der Referenztiere ist anhand des im Durchschnitt um rund 5.5 Monate jüngeren Alters zu begründen.

4.2 Betrieb Huggel

Resultate

Im Jahrgang 2013 der Milchkühe auf dem Betrieb Huggel sind zwei Tiere der Rassenkreuzung Holstein mal Norwegisch Rotvieh anzutreffen. Aus diesem Grund wurde der genannte Jahrgang für die Datenerhebung auserkoren. Als Referenzgruppe dienen alle reinrassigen Holsteinkühe desselbigen Jahrganges, 14 an der Zahl.

Tabelle 6 Resultate der Merkmale des Betriebs Huggel, (Anhang_6, 2023) eigene Darstellung

	Produktions- und Fitnessmerkmale								
	<i>M</i>	<i>M./L-t</i>	<i>LL</i>	<i>F/E</i>	<i>ZKZ</i>	<i>LD</i>	<i>LR</i>	<i>BI</i>	<i>ZZ</i>
	<i>kg</i>	<i>kg</i>	<i>kg</i>	<i>%</i>	<i>Tage</i>	<i>Tage</i>	<i>%</i>	<i>Wert</i>	<i>Wert</i>
Referenz Tiere (HO)	10'125	18.6	59'100	7.23	460	2'633	43	2.47	130
Gekreuzte F1 Tiere	10'020	19.1	65'815	7.42	443		100	2.21	63
Differenz	-105	+0.5	+6'715	+0.2	-17		+57	-0.3	-67
Differenz %	-1%	+2.7%	+11.5%	+2.6%	-3.7%		+133%	-10.5%	-51.5%

Die Kreuzungstiere (HOxNRV) weisen über alle Laktationen eine minim tiefere Milchleistung von 105 kg aus. Ansonsten haben die Kreuzungstiere in allen anderen Merkmalen die Nase vorn. Klare Unterschiede werden in Bereichen der Lebensleistung und des Besamungsindex ersichtlich. Ebenfalls haben die reinrassigen Kühe mit 50%, eine deutlich höhere Zellzahl pro Milliliter. Am drastischen wird der Vergleich aber klar in der Lebensrate aufgezeigt. Hierbei produzieren noch rund 43% der reinrassigen und 100% der gekreuzten Tiere Milch. Vergleicht man diese Zahlen spricht die längere Lebensrate von über 130% im Vergleich zur Referenzgruppe, klar für die gekreuzten Kühe.

Einzeldiskussion

Die etwas tiefere Milchleistung kann mittels der ersten zwei, aufgrund Frühgeburten, extrem niedrigen Laktationsleistungen eines der beiden Kreuzungstiere erklärt werden. Vergleicht man die Lebensleistung von beiden Gruppen mit der durchschnittlichen Lebensleistung des gesamten Betriebes (rund 39'000 kg), wird ersichtlich das sowohl die Referenz- wie auch die Vergleichsgruppe überdurchschnittliche Werte aufweisen. Vergleicht man die anderen Produktions- und Fitnessmerkmale mit dem Herdeschnitt, sieht das Fazit ähnlich aus. Daher muss erwähnt werden das sich sowohl die Referenztiere wie auch die Versuchstiere bereits auf einem relativ hohen Niveau befinden und extreme Ausreisser besonders schwer zu tragen kommen. Der höhere Besamungsindex der Referenztiere ist auf eine Kuh zurückzuführen, welche den Schnitt mit ihrem BI von 4.8 merklich anhebt. Die Zellzahlen sind bei rund 85% der

reinrassigen Tiere teils deutlich höher als jene der F1-Kühe. Anhand der vorliegenden Zahlen kann auf dem Betrieb Huggel ein klarer leistungsbezogener und auch gesundheitlicher Mehrwert auf Seiten der F1-Tiere festgestellt werden. Somit lässt es die Aussage zu, dass auf dem Hof die Heterosiswirkung vor allem in Punkten wie Langlebigkeit, Fruchtbarkeit und der Euter-gesundheit durchaus zu Tragen kommt. Verdeutlicht wird diese Feststellung, wenn beachtet wird, dass die F1-Tiere zwar von Leistungsstarken Kühe abstammen, diese jedoch deutliche Mängel in Fruchtbarkeit und Gesundheit vorlegten.

4.2.1 Antibiotische Behandlungen

Resultate

In einem zweiten Schritt wurden alle Behandlungen der Tiere des Jahrganges 2013, auf dem Betrieb Huggel erfasst. Ausschliesslich antibiotische Behandlungen im Zeitabschnitt vom Erstkalbezeitpunkt der jeweiligen Kühe bis zum Juni 2023 waren von Relevanz. Anhand des vorliegenden Datensatzes können Tendenzen und Rückschlüsse bezüglich der Wirtschaftlichkeit vertieft werden.

antibiotische Behandlungen je Tier und Vergleichsgruppe

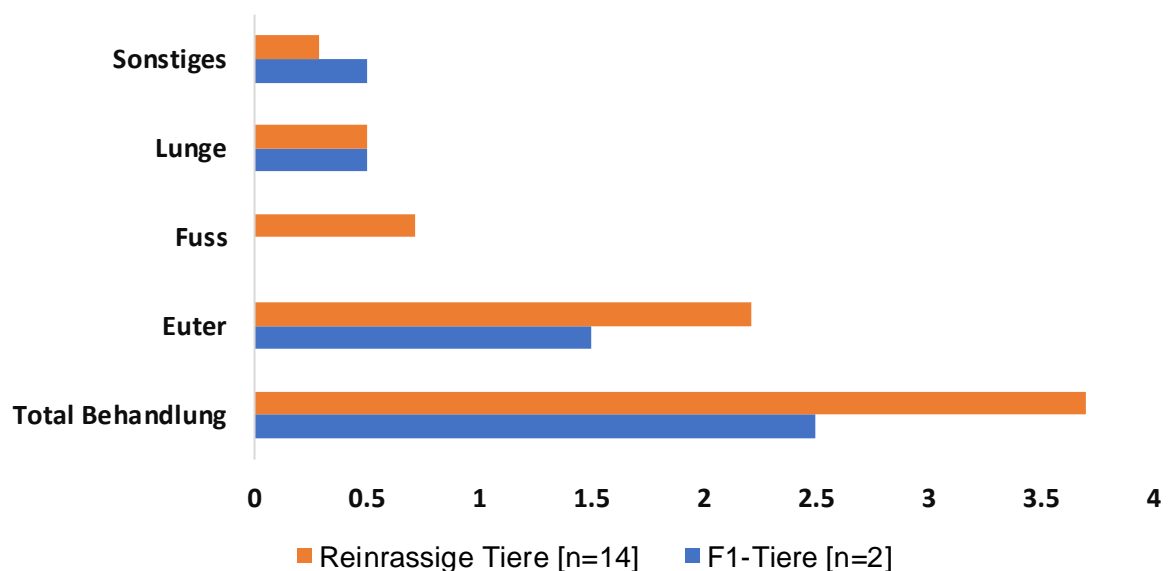


Abbildung 5 Behandlungen je Tier, Betrieb Huggel, (Anhang_6, 2023), eigene Darstellung

Der Grafik kann entnommen werden, dass reinrassige Tiere auf dem Betrieb Huggel mehr als eine antibiotische Behandlung pro Tier auf die gesamte Produktionszeit, als die Kreuzungstiere (HOxNRV) aufweisen. Deutlich ist auch der Unterschied der Euterbehandlungen, hierbei mussten reinrassige Kühe im Schnitt 0,7-mal häufiger auf Eutererkrankungen behandelt werden. Des Weiteren fällt auf, dass nur reinrassige Holsteinkühe auf Fussprobleme behandelt worden sind. Sonstige Behandlungen, welche Erkrankungen wie beispielsweise Nachgeburtstörungen beinhalten, sind dagegen leicht häufiger bei den gekreuzten Tieren festzustellen (0.2 Behandlungen mehr).

Einzeldiskussion

Da jedes zweite Tier sowohl in der Referenz- wie auch in der Vergleichsgruppe, in Folge einer Lungenentzündung, behandelt werden musste, kann unter diesem Punkt keine Auswirkung des Heterosiseffektes festgestellt werden. Eine Erklärung, weshalb die Euterbehandlungen auf Seiten der reinrassigen Tiere deutlich höher ausgefallen sind als jene der F1 Tiere, ist die Tatsache das rund 50% aller Euterbehandlungen auf nur zwei Ausreisser-Tiere zurückzuführen sind. Warum genau diese zwei reinrassigen Holsteinkühe so enorme Euterprobleme aufweisen, kann nicht begründet werden. Wären die Tiere jedoch früher abgegangen, würde sich das Gesamtergebnis deutlich ausgeglichener zeigen. Eine zweite Begründung kann auch der erblich bedingte Milchfluss sein. Laut Urs Huggel, fällt deutlich auf, dass Kühe mit einem geringeren Milchfluss weniger anfällig auf Euterentzündungen sind als ganz ringmelkende Kühe, welche schon vor Melkbeginn bereits Milch laufen lassen.² In der Referenzgruppe sind laut dem Betriebsleiter ringmelkende Kühe vorhanden. Anhand der Grafik wird die Tendenz ersichtlich, dass gekreuzte Tiere auf dem Betrieb Huggel weniger antibiotische Behandlungen benötigen als reinrassige Holsteinkühe, auch wenn von den beiden extremen Ausreisser-Tieren abgesehen wird. Somit ist es denkbar, dass der Einfluss des Heterosiseffektes gewirkt hat.

4.3 Betrieb Kaufmann

Resultate

Auf dem Hof Kaufmann wurden die Daten der Kühe aus dem Jahrgang 2019 analysiert. Als Vergleichsgruppe werden zwei Tiere F1 der Rassenkreuzung Holstein mal Montbéliarde, zehn reinrassigen Holsteinkühen (Referenz) gegenübergestellt.

Tabelle 7 Resultate der Merkmale des Betriebs Kaufmann, (Anhnag_7) eigene Darstellung

	Produktions- und Fitnessmerkmale								
	<i>M</i> kg	<i>M./L-t</i> kg	<i>LL</i> kg	<i>F/E</i> %	<i>ZKZ</i> Tage	<i>LD</i> Tage	<i>LR</i> %	<i>BI</i> Wert	<i>ZZ</i> Wert
Referenz Tiere (HO)	9'139	11.3	16'250	7.48	416	1'006	50	2.09	98
Gekreuzte F1 Tiere	9'995	11.4	17'065	7.69	377		100	1.83	31
Differenz	+856	+0.1	+815	+0.2	-39		+50	-0.3	-67
Differenz %	+9%	+0.9%	+5%	+2.8%	-9.5%		+100%	-12.5%	-68%

Die grüneingefärbten Zellen zeigen ein klares Resultat. Am deutlichsten wird der Unterschied beider Gruppen anhand der Lebensrate ersichtlich. Hierbei sind bereits 50% der reinrassigen Tiere abgegangen, somit errechnet sich eine um 100% bessere Lebensrate der F1-Tiere.

² Persönliche Auskunft, U. Huggel, Landwirt, Bussnang, 18.06.2023

Deutlich bemerkbar machen sich auch, die im Schnitt auf Seiten der F1-Tiere um 67'000 tieferen Zellen pro ml Milch. HOxMO-Kühe produzieren auf dem Hof Kaufmann rund 850 kg mehr Milch und haben einen um 12,5% tieferen Besamungsindex als die reinrasigen Tiere im selben Jahrgang.

Einzeldiskussion

Mit einer doppelt so hohen Lebensrate weisen die F1-Kreuzungen erfreuliche Zahlen auf, jedoch sind von den fünf bereits verstorbenen Tieren zwei im Rinderalter abgegangen. Somit muss die deutlich bessere Lebensrate ein wenig relativiert werden. Ebenfalls ist eines der beiden Tiere, welches im Rinderalter abgegangen ist, das meistbesamte Tier im Datensatz. Daher wird der Besamungsindex merklich negativ beeinflusst. Die etwas höhere Milchleistung, (Milch pro Lebenstagesleistung und die Lebensleistung) können nicht auf das rund drei Monate ältere Durchschnittsalter der Kreuzungstiere zurückgeführt werden. Denn betrachtet man das Erstkalbealter, so fällt auf, dass die Holsteinkühe rund 3 Monate früher abgekalbt haben und somit auch eine höhere Lebenstagesleistung und Lebensleistung aufweisen müssten. Dies lässt anhand der Resultate das Fazit zu, dass ein späteres Erstkalbealter sich positiv auf die Milchleistung wie auch Lebensleistung auswirkt. Betrachtet man die deutlich tieferen Zellzahlen wie auch die bessere Zwischenkalbezeit der Kreuzungstiere und wirft man zugleich einen Blick auf die grün eingefärbten Bereiche in der Tabelle, kann eine positive Auswirkung aufgrund des Heterosiseffektes schwer bestritten werden. Allerdings werden auf dem Betrieb Kaufmann nur die besten und bereits problemlose Kühe für die Kreuzungszucht selektioniert, dies ist bei der Interpretation wichtig zu beachten.

4.4 Betrieb Schwager

Resultate

Für die Datenerfassung wurde der Jahrgang 2016 als Grundlage gesetzt. 22 reinrassige Holsteinkühe dienten als Referenzgruppe, drei davon wurden nach der ersten Laktation auf einen anderen Betrieb verkauft und wurden nicht mit eingerechnet. Somit wurden die Unterschiede von 19 Referenzkühen mit drei Kreuzungstieren der Rasse Holstein mal Montbéliarde erfasst.

Tabelle 8 Resultate der Merkmale des Betriebs Schwager, (Anhang_8, 2023) eigene Darstellung

	Produktions- und Fitnessmerkmale								
	<i>M</i>	<i>M./L-t</i>	<i>LL</i>	<i>F/E</i>	<i>ZKZ</i>	<i>LD</i>	<i>LR</i>	<i>BI</i>	<i>ZZ</i>
	<i>kg</i>	<i>kg</i>	<i>kg</i>	<i>%</i>	<i>Tage</i>	<i>Tage</i>	<i>%</i>	<i>Wert</i>	<i>Wert</i>
Referenz Tiere (HO)	9'490	15.1	33'300	7.72	379	1401	31	2.4	132
Gekreuzte F1 Tiere	10'575	19.8	47'520	7.46	420		100	2.0	99
Differenz	+1'085	+4.7	+13'950	-0.26	+41		+69	-0.4	-33
Differenz %	+11%	+31%	+43%	-3.4%	+11%		+223%	-17%	-25%

Die gekreuzten Kühe weisen einen um 0.26% pro kg Milch tieferen Gehalt auf und haben zugleich eine im Schnitt um 41 Tage längere Zwischenkalbezeit. Besser schneiden die F1-Tiere im Besamungsindex, knapp eine halbe Besamung weniger pro Tier und auch in der Laktationsmilchmenge, 11% mehr Milch, ab. Am auffallendsten sind aber die massiv bessere Lebensstagesleistung, Zellzahl, Lebensleistung und vor allem die Lebensrate. Letzt genannte zeigt, dass lediglich ca. ein Drittel der reinrassigen Tiere noch am Leben sind. Dagegen sind noch alle der gekreuzten Kühe im Stall zu finden.

Einzeldiskussion

Da die reinrassige Montbéliarde-Population generell tiefere Gehalte aufweist, können die etwas tieferen Milchinhaltswerte der Kreuzungstiere auf die Genetik zurückgeführt werden. Erstaunlich ist, dass sich die höhere Zwischenkalbezeit nicht negativ auf den Besamungsindex auswirkt und den F1-Tieren somit im Schnitt mehr Zeit, nach einer Kalbung bis zur Besamung, gegeben wurde. Die um fast 50% höhere Lebensleistung beweist auf dem Betrieb Schwager, dass F1-Tiere sowohl auf die Laktation mehr Milch geben als auch in den funktionellen Merkmalen besser sein können und so eine klare Erfolgstendenz ersichtlich ist. Noch deutlicher wird der Vergleich, wenn man die Herdendurchschnitte aller Tiere auf dem Betrieb mit den F1-Kühen korreliert. Die durchschnittliche Lebensleistung beträgt gesamtbetrieblich rund 25'500 kg Milch, die Laktationsleistung liegt bei 9'500 kg, das macht eine Differenz von mehr als 20'000 kg (Lebensleistung), beziehungsweise 1'000 kg Milch (Laktationsleistung) zu Gunsten

der Rotationskreuzungstieren. Eine andere Erklärung, als die erfolgreiche Nutzung der Heterosiswirkung kann nicht gefunden werden. Gestützt wird diese These zusätzlich noch durch die dazukommenden besseren funktionellen Eigenschaften, wie beispielsweise der besseren Lebensrate, der niedrigeren Zellzahl oder des tieferen Besamungsindex der Kreuzungstiere. Da ein Referenztier in Bezug auf die Zellzahl massiv ausreißt, muss diese relativiert werden. Lässt man dieses Tier weg ist die Zellzahl deutlich ausgeglichener. Interessant ist auch der Einfluss, welcher Elterntiere auf die Nachkommen haben könnten, da auf dem Betrieb zu einem Leistungsstarke Kühe, jedoch mit Schwächen in den funktionellen Merkmalen aufweisen, für die Kreuzungszucht ausgewählt werden.

Streuung der einzelnen Merkmale und Gruppen

Die Streuung (drei ausgewählter Merkmale) wurde auf dem Betrieb von David Schwager erfasst. Auf diesem Betrieb liegt der optimale Datensatz anhand der Kriterien, Jahrgang (möglichst alt) und Kühe pro Gruppe (möglichst viele) vor. Um die Streuung innerhalb der einzelnen Merkmale aufzuzeigen, wurden die Daten beider Tiergruppen im Bereich kg Milch pro Lebenstag, Zellzahl pro ml und des Besamungsindex veranschaulicht.

kg Milch pro Lebenstag

Nachfolgend wird die kg Milchmenge pro Lebenstag, mittels Boxplot-Grafik dargestellt. Hierbei handelt es sich um die gleiche Tierzahl wie bei der Resultattabelle, sowohl in der Referenz- wie auch in der Vergleichsgruppe.

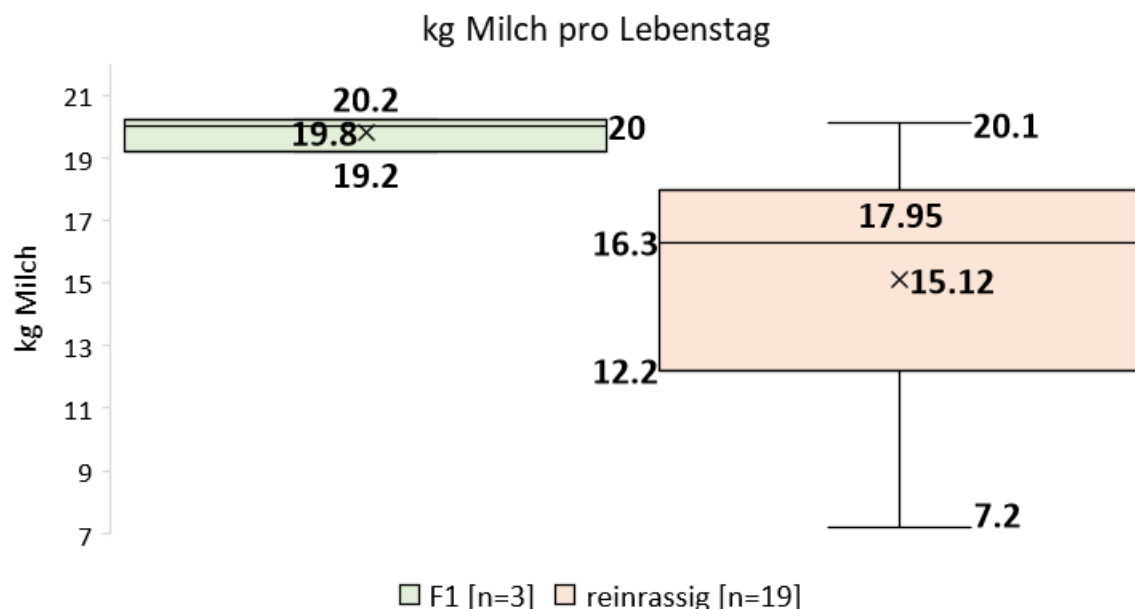


Abbildung 6 Streuung der Lebenstagesleistung, (Anhang_8, 2023), eigene Darstellung

Bei der kg Milch pro Lebenstagesleistung weisen die F1-Tiere einen deutlich höheren Wert aus. Sie erbringen im Schnitt rund 4.5 kg mehr Milch pro Lebenstag. Zudem ist die Streuung der Betriebe massiv kleiner (19.2-20.2), was jedoch auch mit dem niedrigeren Datensatz zu

begründen ist. Die Streuung liegt bei den reinrassigen Tieren zwischen 7.2 und 20.1 kg. Ebenfalls ist der Interquartilsabstand, der die Spannweite vom zweiten und dritten Quartil angibt, bei den reinrassigen Tieren deutlich grösser. Des Weiteren sind reinrassige Tiere vorhanden, welche vor dem Erstkalbealter abgegangen sind und daher mit der Zahl 0 ausgewiesen werden. Diese Auswertung könnte ein Indiz dafür sein, dass eine mögliche Kreuzung einen ökonomischen Mehrwert mit sich bringt und auch im Bereich der Nachhaltigkeit zu Verbesserungen führt.

Zellzahl pro Milliliter

Nachfolgend wird der Zellgehalt pro Milliliter Milch mittels Boxplot-Grafik dargestellt. Hierbei handelt es sich um die gleiche Tierzahl wie bei der Resultattabelle, sowohl in der Referenz- wie auch in der Vergleichsgruppe.

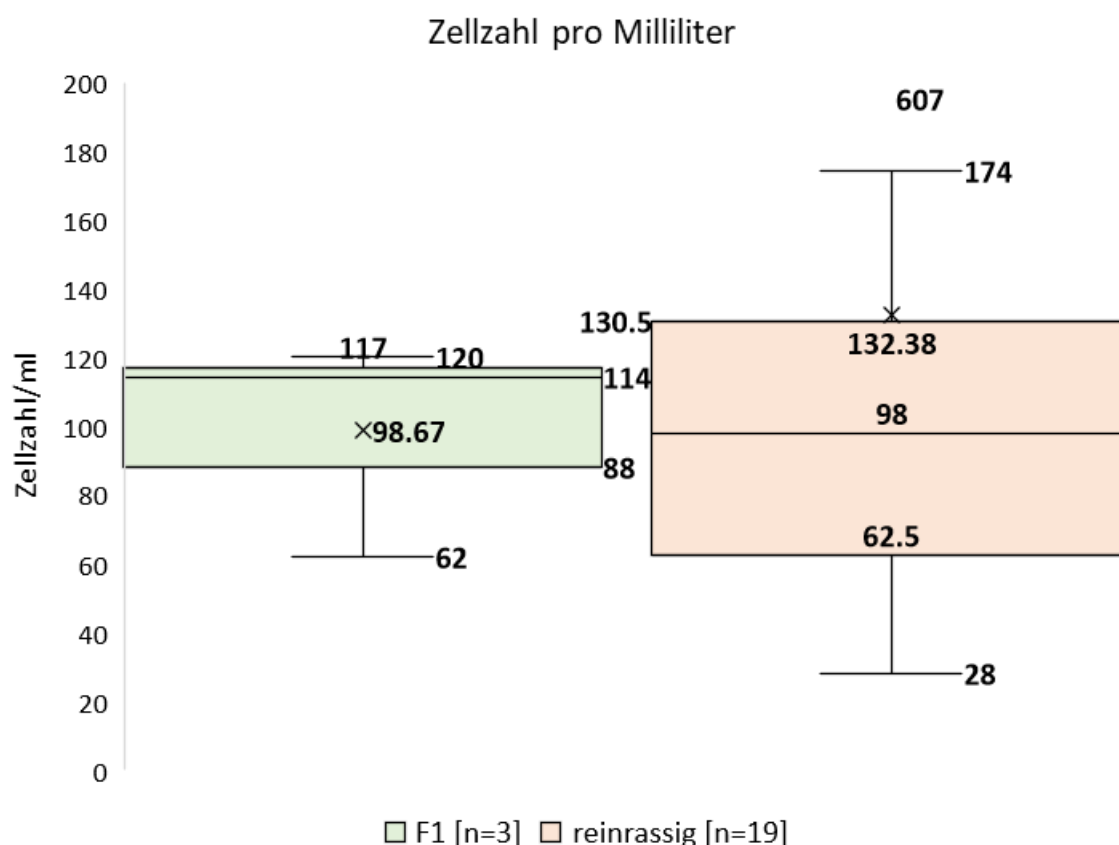


Abbildung 7 Streuung der Zellzahl pro Milliliter, (Anhang_8, 2023), eigene Darstellung

Auch bei den Zellzahlen, sind auf den Mittelwert (mit Kreuz markiert) bezogen, die F1-Tiere besser. Achtet man jedoch auf den Median (gezogene Linie innerhalb des Farbkörpers), also der Wert bei welchem exakt 50% des Datensatzes darunter beziehungsweise darüber liegen, fällt auf das dieser bei den reinrassigen Tieren deutlich niedriger ist. Dies gibt Auskunft über die enorme Streuung seitens der reinrassigen Kühe. Die Schwankung reicht bei den Kreuzungstieren von 62'000 – 120'000 Zellen pro ml. Bei den reinrassigen Holsteinkühen reicht es

gar zwischen 28'000 bis 607'000 Zellen pro Milliliter. Die Grafik zeigt somit auf, dass ein Tier die gesamte Gruppe erheblich negativ beeinflussen kann.

Besamungsindex

Nachfolgend wird die Anzahl Besamungen pro Tier mittels Boxplot-Grafik dargestellt. Hierbei handelt es sich um die gleiche Tierzahl wie bei der Resultattabelle, sowohl in der Referenz- wie auch in der Vergleichsgruppe.

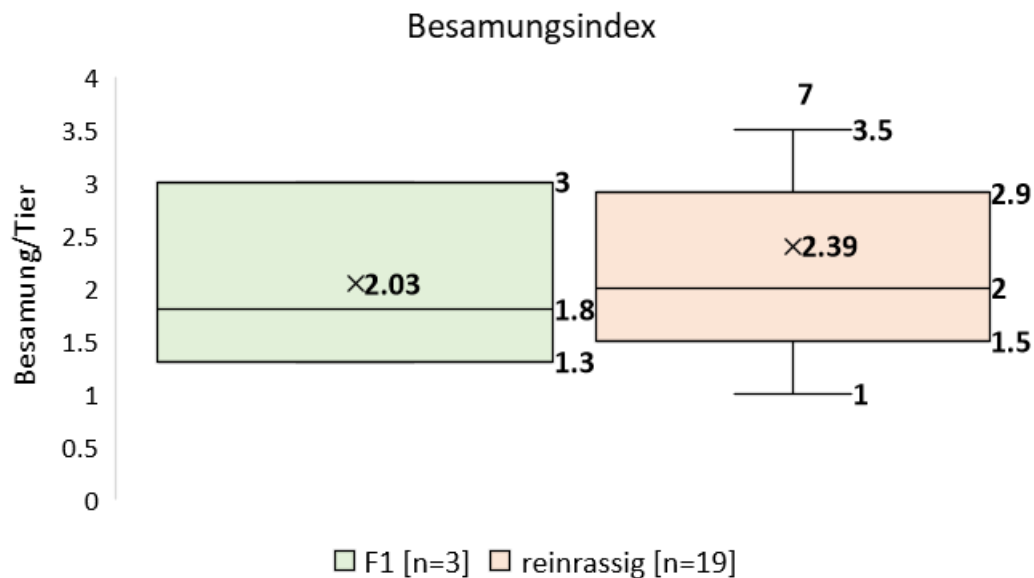


Abbildung 8 Streuung des Besamungsindexes, (Anhang_8, 2023), eigene Darstellung

Bei den Besamungen pro Tier und Lebenszeit weisen die F1-Tiere einen tieferen Besamungsindex vor. Sie benötigen durchschnittlich knapp 0.4 Besamungen weniger für eine erfolgreiche Trächtigkeit. Die Streuung der reinrassigen Kühe ist erheblich höher mit einem Besamungsindex zwischen 1.0 und 7.0. Allerdings ist der Interquartilsabstand bei den Kreuzungstieren grösser. Somit ist bei einem Grossteil der reinrassigen Kühe der Besamungsindex leicht besser als jener der gekreuzten. Diese Auswertung könnte trotzdem ein Attribut dafür sein, dass eine Rassenkreuzung zu einer Verbesserung der Fruchtbarkeit führt.

4.4.1 Antibiotische Behandlungen

Resultate

Wie erwähnt wurden zusätzlich die antibiotischen Behandlungen pro Tier des Jahrgangs 2016 seit dem Erstkalbedatum bis Mitte Juni 2023 erfasst. Hierbei handelt es sich um die gleiche Tierzahl wie bei der Resultattabelle, sowohl in der Referenz- wie auch in der Vergleichsgruppe.

antibiotische Behandlungen je Tier und Vergleichsgruppe

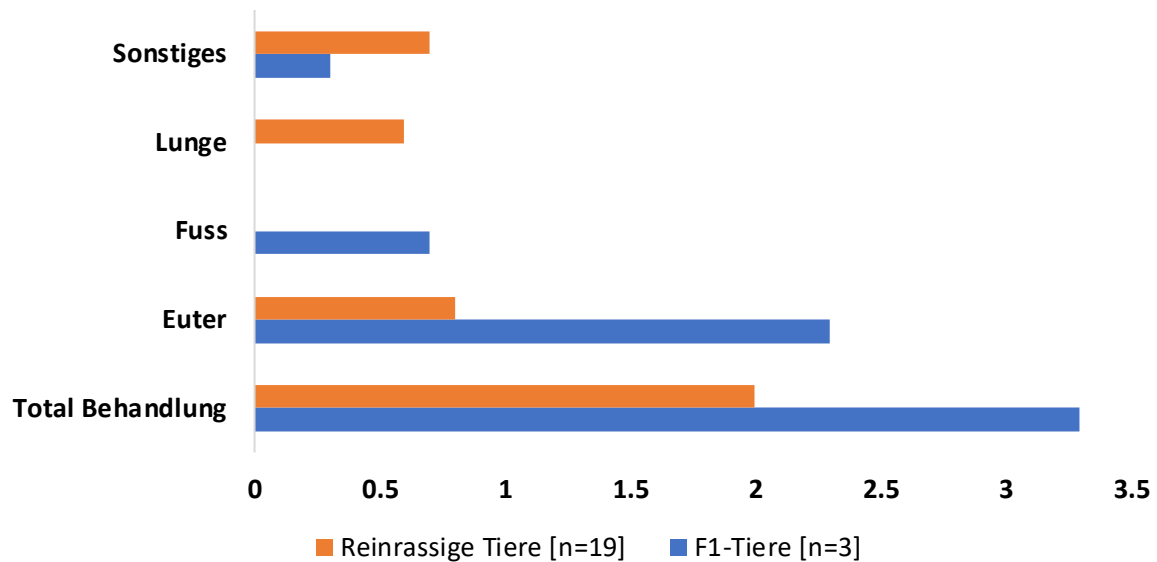


Abbildung 9 Behandlungen je Tier, Betrieb Schwager, (Anhang 8, 2023) eigene Darstellung

Mittels der dargestellten Grafik fällt auf, dass die F1-Tiere sowohl deutlich mehr Euterbehandlungen pro Tier, wie auch mehr als eine antibiotische Behandlung mehr pro Tier und Produktionszeit zu verzeichnen haben. Zusätzlich weisen die reinrassigen Holsteinkühe keinerlei Fussbehandlungen auf, gegensätzlich musste rund jede zweite F1-Kuh aufgrund Fussprobleme behandelt werden. Genau umgekehrt zeigt sich das Resultat bei der durch Lungenkrankheiten verursachte Behandlungen. Des Weiteren mussten reinrassige Kühe mehr als doppelt so häufig auf sonstige Erkrankungen behandelt werden.

Einzeldiskussion

Betrachtet man die deutlich häufigeren Euterbehandlungen der Kreuzungstiere und vergleicht diese mit den tieferen Zellzahlen, kann kein Zusammenhang anhand tiefer Zellzahlen und zugleich wenigen Euterbehandlungen festgestellt werden. Dementsprechend haben die gekreuzten Kühe im Durchschnitt bei Schwagers einerseits tiefere Zellzahlen, andererseits aber deutlich mehr Euterprobleme. Aus diesem Grund steigen auch die totalen Behandlungen pro Tier auf Kosten der F1 Tiere. Begründet kann dies ein Stück weit werden, da ein Tier in der Vergleichsgruppe allein 5 Euterbehandlungen aufweist. Werden die erfassten antibiotischen Behandlungen von beiden Betrieben (Huggel & Schwager) verglichen, fällt der Gegensatz am

meisten auf. Wird jedoch beim Hof Schwager die Euterbehandlung ausgeklammert, da sie zu grossen Teilen einer Kuh geschuldet sind, zeigt sich das Ergebnis deutlich einheitlicher. Weshalb nur reinrassige Tiere auf Lungenkrankheiten oder nur Kreuzungskühe auf Fussprobleme behandelt werden mussten, kann nicht erklärt werden.

4.5 Betrieb Spitz

Resultate

Der erste Mai 2019 gilt als Stichtag, welcher das Höchstalter der untersuchten Tiere angibt. Erfasst wurden die Daten der Tiere deren Jahrgänge exakt innerhalb eines Jahres, also dem ersten Mai 2020 liegen. Hierbei wurden zwei Holsteinkühe, drei F1-Tieren der Rassenkombination Holstein und Montbéliarde gegenübergestellt.

Tabelle 9 Resultate der Merkmale des Betriebs Spitz, (Anhang_9, 2023) eigene Darstellung

	Produktions- und Fitnessmerkmale								
	<i>M</i>	<i>M./L-t</i>	<i>LL</i>	<i>F/E</i>	<i>ZKZ</i>	<i>LD</i>	<i>LR</i>	<i>BI</i>	<i>ZZ</i>
	kg	kg	kg	%	Tage	Tage	%	Wert	Wert
Referenz Tiere (HO)	9'205	10.4	13'610	8.04	365		100	1.3	96
Gekreuzte F1 Tiere	10'390	13.6	17'865	7.63	369		100	1.4	72
Differenz	+1'185	+3.2	+4'255	-0.4	+4		0	+0.1	-24
Differenz %	+13%	+30%	+31%	-5%	+1%		0%	+8%	-25%

Die F1-Tiere haben mit einer Abweichung von 1'285 kg eine höhere Milchleistung. Gemessen mittels der prozentualen Differenz (13%) ist dies die niedrigste Abweichung. Deutlicher wird das Ergebnis sowohl bei der Lebens- und Lebenstagesleistung wie auch bei der Zellzahl. Letztere ist bei den Kreuzungstieren im Vergleich 25% tiefer. Die reinrassigen Tiere weisen mit 0.4% pro kg Milch, einen deutlich besseren Gehalt vor. Zusätzlich sind die Werte in der Zwischenkalbezeit und im Besamungsindex leicht besser als in der Vergleichsgruppe.

Einzeldiskussion

Die Abweichung bezüglich der Milchleistung ist auf ein Tier der Referenzgruppe zurückzuführen. Dieses startete mit einer relativ niedrigen Erstlaktationsleistung. Bedenkt man das noch junge Alter aller erfassten Kühe und das durchschnittliche Erstkalbealter beider Tiergruppen, welches gut 1.5 Monate auseinanderliegt, ist es durchwegs erstaunlich, wie hoch die Differenz der Lebensleistung ausfällt. Die Leistungsdaten aller Tiere zeigen ein hohes Niveau, umso schwieriger ist die massive Abweichung daher zu erklären. Daher fällt auch bei diesem Betrieb ein Mehrwert dank des Heterosiseffektes auf. Keinen positiven Einfluss hatte dieser jedoch

auf die Fruchtbarkeitskennzahlen (ZKZ & BI). Allerdings basieren diese, bei beiden Tiergruppen auf enorm starkem Niveau und sind daher nur bedingt als Schwächen der Kreuzungstiere zu werten. Als deutliche Stärke der reinrassigen Referenztiere wird der Gehalt abgebildet. Obwohl die Montbéliarde-Kreuzungen einen bereits überraschend hohen Gehalt aufweisen werden sie deutlich von den Holsteintieren übertroffen. Denkbar ist hierbei der genetische Einfluss der Rasse Montbéliarde, welche eher niedrigere Gehalte vererbt.

4.6 Betrieb Städler

Resultate

Als Referenztiergruppe wird auf dem Betrieb Städler die Rasse Brown Swiss gelistet. Verglichen werden die 12 reinrassigen Tiere mit sechs F1-Kühen der Rassenkreuzung Brown Swiss mal Holstein. Alle Tiere weisen den gemeinsamen Jahrgang 2009 auf.

Tabelle 10 Resultate der Merkmale des Betriebs Städler, (Anhang_10, 2023) eigene Darstellung

	Produktions- und Fitnessmerkmale								
	<i>M</i>	<i>M./L-t</i>	<i>LL</i>	<i>F/E</i>	<i>ZKZ</i>	<i>LD</i>	<i>LR</i>	<i>BI</i>	<i>ZZ</i>
	<i>kg</i>	<i>kg</i>	<i>kg</i>	<i>%</i>	<i>Tage</i>	<i>Tage</i>	<i>%</i>	<i>Wert</i>	<i>Wert</i>
Referenz Tiere (BS)	6'995	10.8	24'285	6.98	366	886	0	1.9	118
Gekreuzte F1 Tiere	7'905	15.4	69'370	7.52	410	1'808	33	2.6	87
Differenz	+910	+4.6	+45'085	+0.54	+44	+922	+33	+0.7	-31
Differenz %	+13%	+43%	+186%	+8%	+12%	+104%	+330%	+37%	-26%

Ein eindeutiges Bild zeigt der Betrieb Städler auf. Mit einer Differenz von rund 45'000 kg Milch in der Lebensleistung und eine um 330% bessere Lebensrate, zu Gunsten der gekreuzten Tiere. Dies sind die grössten Abweichungen in der Datenauswertung aller Betriebe. Zusätzlich leben die F1-Tiere über 900 Tage länger und geben in dieser Zeit pro Laktation 910 kg mehr Milch, bei einem besseren Gehalt von 0.54% pro kg Milch und bei 26% tieferen Zellen pro ml. Besser sind die reinrassigen Brown Swiss Kühe in der Zwischenkalbezeit, 44 Tage weniger, sowie einen um 37% tieferen Besamungsindex.

Einzeldiskussion

Im Durchschnitt haben die Kreuzungstiere sieben Laktationen gemacht. Dies sind doppelt so viele, wie die Tiere in der Referenzgruppe. Dadurch lässt sich auch die höhere Lebensleistung einfach erklären. Von den sechs Brown Swiss mal Holstein Kühen, des Jahrganges 2009 leben noch zwei. Während die älteste Kuh der reinrassigen Tiere bereits im Jahr 2017 abgegangen ist. Somit ist die massive Abweichung der Lebensrate nachvollziehbar. Sieben der 12

Referenztiere haben das Erstkalbealter nie erreicht. Diese enorm hohe und frühzeitige Abgangsrate ist zu einem auf eine erhöhte Totgeburtenrate in dem Jahr 2009 zuzuweisen, andererseits kann es nicht erklärt werden, warum fast ausschliesslich reinrassige Tiere betroffen waren. Erstaunlich ist des Weiteren, dass die mit Holstein eingekreuzten Brown Swiss Tiere einen deutlich höheren Gehalt aufweisen als reinrassige BS-Kühe, zumal die Rasse Holstein eher tiefere Milchgehalte vererbt. Laut Urs Huggel, weisen in der Regel viel und lang produzierende Kühe, alters geschuldet, in der Tendenz eher längere Zwischenkalbezeiten und zudem höhere Besamungsindexe auf.³ Stimmt diese Tendenz, dann kann die Differenz ein Stück weit erklärt werden. Jedoch sind die reinrassigen Tiere in den Fruchtbarkeitskennzahlen deutlich besser. Zusammenfassend kann aber eine positive Heterosiswirkung, zumindest auf die Produktionsmerkmale, nicht von der Hand gewiesen werden. Gestärkt wird diese Aussage, wenn beachtet wird, dass zu Beginn reinrassige Kühe eingekreuzt wurden, die sich eher ungeeignet für die Weiterzucht zeigten.

³ Persönliche Auskunft, U. Huggel, Landwirt, Bussnang, 18.06.2023

4.7 Abklärungen weiterer Faktoren

Um den zeitlichen zur Verfügung stehenden Rahmen nicht zu sprengen, wurden in der Arbeit nur die Daten der Referenz- oder gekreuzten Tieren erhoben und verglichen. Aus diesem Grund wurde der genetische Einfluss, welcher die jeweiligen Elterntiere auf die Nachkommen haben können, nicht beachtet. Hinzukommt, dass ein rassenübergreifender Vergleich anhand der Zuchtwerte und somit anhand der genetischen Komponente laut Urs Wichser, in der Schweiz nahezu unmöglich ist⁴. Daher wurde sich in der Studie zwar mit dem genetischen Aspekt der Kreuzungszucht befasst, jedoch fundiert die Arbeit auf rein phänotypischer Basis. Auch wurde der Aspekt des Exterieurs der Kühe nicht beachtet.

Sämtliche Daten, welche für die Erfassung und Interpretation der Produktions- und Fitnessmerkmale der zu einkreuzenden Rassen erhoben wurden, basieren auf Daten der jeweiligen Vaterlinien. Die Interpretation fundiert dementsprechend auf Reinzuchtdateen der einzelnen Rassen, beispielsweise auf der norwegischen Population (Norwegisch Rotvieh). Dies gilt wichtig zu erwähnen, um Merkmale wie exemplarisch die Milchleistung eines Viking Red Stieres und somit die anzunehmende Milchleistung des durch die Anpaarung erzeugten F1-Tieres, korrekt einzuordnen. Faktoren wie der Kraffuttereinsatz pro Tier und Rasse sind in den angegebenen Milchleistungszuchtwerten der jeweiligen Rassenpopulation nicht deklariert. Exakte Berechnungen bezüglich des effektiv messbaren Einflusses des Heterosiseffektes können daher nur bedingt ausgeübt werden.

In dieser Studie wurden die Behandlungen pro Tier nur auf zwei Betrieben erfasst. Die effektiven Tierarztkosten können nicht exakt beziffert werden und basieren daher lediglich auf Annahmen. Wird das Ziel definiert, eine gestützte Aussage bezüglich der Tierarztkosten zu tätigen, müssten Faktoren wie die Erfassung der Behandlungen je Tier oder der generellen Gesundheitsdaten vertieft und zahlreicher, in Form von mehr Betrieben, erhoben werden. Nur anhand solcher Erhebungen kann die Aussagekraft erhöht und vor allem noch mehr Bezug auf das Thema Wirtschaftlichkeit genommen werden. Mit Hilfe der Tierarztkosten und letztendlich den Behandlungen pro Einzeltier kann der verminderte oder allenfalls erhöhte ökonomische Verlust / Gewinn im Zusammenhang mit der Kreuzungszucht, mittels Einbezugs des Heterosiseffektes möglicherweise noch deutlicher ausgewiesen werden.

⁴ persönliche Auskunft, U. Wichser, Sire Analyst, Selectstar SA, Arenenberg, 16.05.2023

5 Gesamtresultat & -Diskussion

In diesem Kapitel der Studie werden die Resultate detailliert wiedergegeben. Gründe und Spekulationen zu deren Ursache werden in der Diskussion aufgegriffen.

5.1 Interpretation der Resultate und Diskussionen

Das Gesamtresultat und die Diskussion werden in zwei Bereiche unterteilt. Zu einem wird erneut auf die Produktions- und Fitnessmerkmale eingegangen und zum andern werden die antibiotischen Behandlungen erläutert.

Gesamtresultate Produktions- und Fitnessmerkmale

In der nachfolgenden Tabelle sind die Resultate, der Abweichung in Prozent (Differenz %) der reinrassigen Kühe gegenüber den Kreuzungstieren aller Betriebe zusammengefasst. Es wurden insgesamt 25 F1 Kreuzungskühe der Rassen Montbéliarde, Kiwicross, Norwegisch Rotvieh und BS x HO, 90 reinrassigen Tiere vorwiegend der Rasse Holstein, gegenübergestellt. Das Alter der Kühe weist eine Streuung von 11 Jahren aus.

Tabelle 11 Gesamtresultat der Abweichung in % aller Betriebe, (Anhang_11, 2023), eigene Darstellung

	Produktions- und Fitnessmerkmale								
	<i>M</i> kg	<i>M/l-t</i> kg	<i>LL</i> kg	<i>F/E</i> %	<i>ZKZ</i> Tage	<i>LD</i> Tage	<i>LR</i> %	<i>BI</i> Wert	<i>ZZ</i> Wert
Grüter 1	-3%	6%	4.50%	1%	-3%	162%	-10%	63%	104%
Grüter 2	33%	41%	45%	-9%	7%	224%	-10%	16%	462%
Huggel	-1%	2.7%	11.5%	2.6%	-3.7%	-	133%	-10.5%	-51.5%
Kaufmann	9%	0.9%	5%	2.8%	-9.5%	-	100%	-12.5%	-68%
Schwager	11%	31%	43%	-3.4%	11%	-	223%	-17%	-25%
Spitz	13%	30%	31%	-5%	1%	-	-	8%	-25%
Städler	13%	43%	186%	8%	12%	104%	330%	37%	-26%

Die Merkmale kg Milch pro Lebensstag, kg Lebensleistung und die Lebensdauer in Tagen weisen über alle Betriebe einheitlich bessere Werte der Kreuzungstiere vor. Dabei ist die Lebensdauer besonders auffallend. Entweder sind 100% der gekreuzten Tiere noch am Leben (weisse Kästchen) oder sie wurden im Durchschnitt mindestens doppelt so alt wie ihre jeweils reinrassigen Referenztiere. Ersichtlich sind auch markant höhere Lebensleistungen. Hierbei erzielen die eingekreuzten Tiere eine bis zu 186% höhere Lebensleistung als die reinrassigen Kühe. In der effektiven Milchleistung auf 305 Tage sind nur ein Drittel der Betriebe mit leicht höheren Laktationsleistungen der reinrassigen Referenztieren abgebildet. Ausgeglichen

zeigen sich die zwei Tiergruppen im Gehalt. Tendenziell weisen reinrassige Kühe eher etwas höhere Fett- und Eiweisswerte auf. Sieht man von dem Resultat des Betriebes Grüter ab, welcher als einziger abweicht, ist die Lebensrate der Kreuzungstiere massiv höher und die Zellzahl tiefer. Mehr als die Hälfte der Betriebe weisen bei den reinrassigen Kühen weniger Besamungen pro Tier und eine kürzere Zwischenkalbezeit vor.

Gesamtdiskussion Produktions- und Fitnessmerkmale

Die leichte Abweichung innerhalb der Laktationsmilchleistung ist mittels überdurchschnittlich leistungsfähigen Holsteinkühen zu erklären, jedoch ist der effektive Unterschied nur minim. Aus den Resultaten geht ein eindeutiges Ergebnis vorwiegend in Bereichen der Nutzungsdauer und Lebensleistungen hervor. Hierbei wird das Argument der längeren Nutzungsdauer, welches Organisationen wie Procross immer wieder hervorhebt, anhand dieser Studie bestärkt. Besonders eindrücklich ist die Anzahl der Tiere, welche noch immer am Leben sind. Aufgrund von Abgängen einzelnen F1-Tieren in jungen Jahren, schneiden die Kreuzungstiere auf dem Betrieb Grüter etwas schlechter ab. Betrachtet man jedoch alle anderen Betriebe, weisen diese jeweils mindestens doppelt so viele noch lebende Tiere aus. Kein einheitliches Bild zeigt sich bei den Gehältern und den Zellzahlen. Innerhalb der Fett- und Eiweissgehalte beläuft sich die prozentuale Abweichung noch im kleinen Rahmen und ist wohl auf die jeweiligen Rassen, die eingekreuzt worden sind zurückzuführen. Auffallend ist, dass drei der vier Betriebe, welche mit Montbéliarde einkreuzen, eine Reduzierung des Gehaltes gegenüber den reinrassigen Holstein, die ihrerseits auch nicht für hohe Milchinhaltstoffwerte bekannt sind, abbilden. Betrachtet man die Zellzahlen stehen erneut die gekreuzten Tiere von Grüters ins Auge. Die Zellzahlen der F1-Kühe sind um mindestens 125% höher als bei allen anderen Betrieben. Wie unter Kapitel 4.1 beschrieben, handelt es sich hierbei ebenfalls um durch jeweils ein Tier geschuldete, erhöhte Zellzahl. Ein weiterer Grund, weshalb die Heterosiswirkung auf dem Betrieb Grüter weniger deutlich ermittelt werden kann, könnte die Tatsache sein, dass die Kreuzungstiere mit bereits gekreuzten Kühen als Referenz verglichen wurden und die zu erwartende Differenz daher kleiner ist. Die reinrassigen Kühe der restlichen fünf Betriebe haben mindestens eine um 25% höhere Zellzahl. Was tatsächlich auf eine verbesserte Eutergesundheit, mittels Rassenkreuzung zurückgeführt werden kann. Verbesserte Fruchtbarkeit ist neben der Langlebigkeit und höheren Gesundheit der meistgenannte Vorteil der rassenübergreifenden Kreuzung (Vikinggenetics, 2023). Anhand des Besamungsindex sowie der Zwischenkalbezeit kann dies nicht belegt werden. Exakt die Hälfte der Betriebe weist bei den reinrassigen Tieren einen tieferen Besamungsindex auf. Somit benötigt die Hälfte der Betriebe mehr Besamungen pro Kreuzungstier als bei reinrassigen Kühen. Zusätzlich ist die prozentuale negative Abweichung der F1-Tiere höher. Ein ähnliches Bild zeigt sich auch bei der Zwischenkalbezeit. Weshalb dies so ist, bleibt Spekulation, jedoch spielt hierbei die betriebsspezifische Besamungsstrategie (Besamungszeitpunkt etc.) sicherlich eine zentrale Rolle.

Die abgehandelten Merkmale weisen aus Sicht des Autors eine klare Tendenz auf, dass der durch den Heterosiseffekt erzeugte Mehrwert von gekreuzten gegenüber reinrassigen Kühen

sichtbar ist. Auch wenn diese Tendenz nicht bei allen Produktions- und Fitnessmerkmalen festgestellt werden konnte. Eine Rolle spielt hierbei sicherlich auch einerseits der genetische Aspekt, welche von den jeweiligen Elternteilen ausgeht, wie auch die Ausprägung einzelner Merkmale und die Zuchtselektionskriterien der Betriebsleiter.

Gesamtergebnisse antibiotische Behandlungen

Die antibiotischen Behandlungen der Betriebe Huggel und Schwager werden in der nachfolgenden Grafik zusammengeführt. Erhoben wurden die Daten von 33 reinrassigen Holsteinkühen und 5 Kreuzungstieren, der jeweiligen Jahrgänge 2013 und 2016.

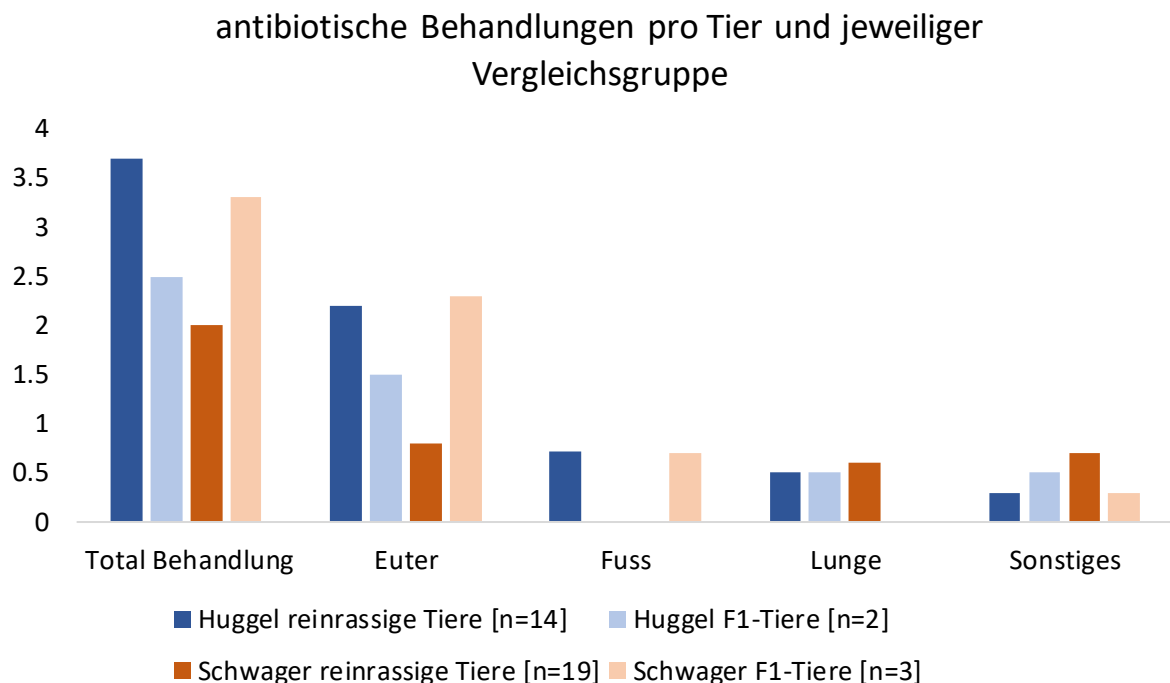


Abbildung 10 Gesamtergebnis der antibiotischen Behandlungen, (Anhang_11, 2023), eigene Darstellung

Aus Abbildung 10 geht hervor, dass Euterproblematiken sowohl bei den reinrassigen Kühen wie auch den F1-Kreuzungen auf beiden Betrieben die häufigste antibiotische Behandlung nach sich ziehen. Auffallend ist zudem die Verteilung der gesamten Behandlungen. Hierbei wurden die reinrassigen Kühe des Betriebs Huggel am häufigsten behandelt, dicht gefolgt von den F1 Tieren vom Betrieb Schwager. Die Holsteintiere von Schwager weisen mit zwei Behandlungen pro Tier den tiefsten Wert aus. Des Weiteren ist ein Gegensatz und eine Streuung der Behandlungen je Gruppe und Betrieb in Bezug auf die restlichen Behandlungsverursacher zu erkennen. Aus der Grafik kann des Weiteren entnommen werden, dass die Tiere auf dem Hof Huggel, häufiger behandelt werden mussten.

Gesamtdiskussion antibiotische Behandlungen

Betrachtet man die einzelbetrieblichen Auswertungen, sowie Abbildung 10, kann kein möglicher Zusammenhang zwischen hohen Zellzahlen und häufigeren antibiotischen Behandlungen festgestellt werden. Überraschend ist zudem, die genau Gegensätzliche Verteilung der totalen Behandlungen. Das heisst bei einem Betrieb wurden die reinrassigen Tiere am meisten behandelt, beim anderen die Kreuzungskühe. Dies kann erneut nur anhand Ausreisser mit Extremwerten erklärt werden. Zum gleichen Entschluss kommt man bei den Euterbehandlungen. Trotzdem fällt das Ergebnis erstaunlich aus, ebenfalls angesichts der Zuteilung der Behandlungen auf die Tiergruppe. Weshalb eine derartige Streuung der restlichen unterschiedlichen Behandlungsverursacher vorliegt, kann nicht erklärt oder begründet werden. Anhand dieser Grafik kann nicht belegt werden, dass eingekreuzte Tiere weniger Behandlungen pro Tier und somit eine verbesserte Gesundheit aufweisen. Würde ein Problemtier, bei welchem bereits fünf Euterbehandlungen vorliegen, für diese Studie nicht miteinbezogen werden, so würde sich jedoch eine klare Tendenz zu Gunsten der F1-Kreuzungskühe zeigen. Des Weiteren können die häufigeren Behandlungen des Betriebes Huggel, mittels der drei Jahren älteren Kühen begründet werden. Beachtet werden muss zusätzlich auch der nicht mit Einbezug von dem genetischen Hintergrund und dem Alter der Kühe sowie Umwelt-, Fütterungs- und Haltungsbedingungen, welche auf die Tiere einwirken. Unter Betrachtung der abgehandelten Faktoren lässt es den Entschluss zu, dass die Datengrundlage in der Tiefe und Breite nicht ausreicht, um eine fakten basierende Schlussfolgerung zu treffen. Jedoch verdeutlicht es die mögliche Verzerrung der Resultate, welche ein einzelnes Tier mit extremen Werten auslösen kann.

5.2 Vergleich mit bisherigem Wissen und Forschungen

Vorab muss erwähnt werden, dass die bisherigen internationalen Forschungen über einen längeren Zeitraum mit deutlich mehr Betrieben, Tieren und somit Datensätzen ausgewertet wurden. Ein Tier, welches eine besonders hohe Abweichung zum Mittel der Vergleichsgruppe aufweist, fällt somit deutlicher weniger ins Gewicht. Daher ist mit gewissen Differenzen zur rechnen, welche einzeltierspezifisch beeinflusst wurden.

Produktion

Die eindeutigen Resultate der bisherigen Forschungen konnten in Bezug auf die Milchleistung nicht belegt werden. Vier der sechs Betriebe weisen in der Schweizer Studie eine deutlich höhere Milchleistung der F1-Tiere vor. Die Streuung von eingekreuzten Tieren zu reinrassigen liegt zwischen -195 kg und 2'240 kg mehr Milch. Angesichts der internationalen Studie liegt die Differenz zwischen 600 kg – 2'000 kg, jedoch immer zu Gunsten der reinrassigen Kühe.

Die Lebensleistung wurde zu einem in den bisherigen Studien nicht exakt definiert, jedoch konnte auch kein eindeutiges Resultat ermittelt werden. Dies steht im totalen Gegensatz zu der Schweizer Studie, welche ein sehr deutliches Resultat von höheren Lebensleistungen der eingekreuzten Tiere vorlegen.

Anhand des prozentualen Anteil Fett und Eiweiss pro kg Milch, können die Resultate der bisherigen Forschungen, welche höhere Gehalte der Kreuzungstiere ergaben, auf der Hälfte der Betriebe bestätigt werden. Allerdings weisen auch 50% der Schweizer Betriebe tiefere Milchgehalte auf Seiten der gekreuzten Kühe vor.

Gesundheit

Im Bereich der Lebensdauer oder Nutzungsdauer stimmen die Resultate der Studien überein. Es wurden sowohl in internationalen Forschungen wie auch in der Schweizer Studie, eindeutige Ergebnisse der höheren Nutzungsdauer der F1-Tiere ermittelt.

Die bisherige Tendenz der geringeren Zellzahlen von gekreuzten Tieren konnten bei fünf von sechs Schweizern Betriebe bestätigt werden. Gleiches gilt für die Erfahrung, dass Jersey-Kreuzungen (Kiwicross) eher hohe Zellzahlen vorlegen. Nicht einheitlich belegt werdend konnten allerdings die von bisherigen Studien, ausgewiesene höhere Eutergesundheit von Kreuzungskühen.

In den bisherigen Forschungen wurden klare Vorteile der eingekreuzten Tiere gegenüber reinrassigen, bezüglich aller Bereiche der Fruchtbarkeit ermittelt. In diesem Punkt ist die Abweichung zur Schweizer Studie wohl am grössten. Die Mehrheit der Schweizer Betriebe weist sowohl einen tieferen Besamungsindex wie auch eine geringere Anzahl Tage der Zwischenkalbezeit der reinrassigen Referenztiere aus.

Wirtschaftlichkeit

Auch aus ökonomischer Sichtweise zeigen die bisherigen Auswertungen eine klare Richtung auf. Einkreuzte Tiere weisen sowohl einen höheren Tagesverdienst genauso wie einen höheren Life Time Profit vor. Anhand der Schweizer Studie können erneut nur Tendenzen ausgemacht werden. Daten zur exakten Kosten- und Profitberechnung fehlen, beziehungsweise wurden nicht erfasst. Jedoch weisen die Resultate, welche in Bereichen der Lebensleistung und Nutzungsdauer markant besser zugunsten der F1-Tiere und im Bereich der Fruchtbarkeit und Gesundheit nur Teils sowie minim schwächer ausgefallen sind, auf einen durch die Kreuzungszucht anzunehmenden wirtschaftlichen Mehrwert hin. In effektiven Zahlen konnten diese Tendenzen nicht ausgewiesen werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die bisherigen Forschungen anhand Tendenzen bestärkt werden konnten, jedoch auch einige Abweichungen ersichtlich sind. Aufgrund der Differenzen muss an dieser Stelle erneut der geringe Datensatz hinterfragt werden.

5.3 Beantwortung der Forschungsfragen

Unter Kapitel 1.3 wurden die Forschungsfragen bereits erklärt, nachfolgend werden diese anhand der Forschungsergebnisse beantwortet.

- *Sind gekreuzte Kühe auf Schweizer Betrieben besser als Reinrassige und kann somit ein wirtschaftlicher Mehrwert erwartet werden?*

Wissenschaftlich kann die Frage anhand dieser Studie nicht beantwortet werden. Jedoch wird zumindest in einigen Merkmalen klar ersichtlich, dass die gekreuzten Tiere über alle Betriebe besser abschneiden als die reinrassigen. Somit ist eine Tendenz des ökonomischen Mehrwertes klar erkennbar, kann jedoch nicht fundiert bewiesen werden. Ein geeignetes Beispiel hierfür sind die Auswertungen bezüglich der antibiotischen Behandlungen je Tier. Diese wurden auf zwei ähnlichen Betrieben erfasst. Das Resultat jedoch ist nahezu gegensätzlich.

- *Ist der Heterosiseffekt effektiv ersichtlich?*

In Bereichen Lebensleistung, Lebensdauer, Lebenstagesleistung und auch in den allermeisten Fällen der Zellzahl, ist eine Heterosiswirkung effektiv ersichtlich, kann jedoch nicht exakt ausgewiesen werden. Anders können die Teils massiven Unterschiede nicht erklärt werden. Innerhalb der Zwischenkalbezeit, des Besamungsindex und dem Gehalt kann der Heterosiseffekt nur auf einzelnen Betrieben ermittelt werden und nicht über die gesamte Auswertung.

- *Welche Rassen eignen sich am besten für die Rotationskreuzung in der Schweiz?*

Um dies zu klären, sollte als erstes die Frage der Betriebsphilosophie und -Strategie beantwortet werden. Präferiert man eine Leistungsstarke, intensive, mittelgrosse und Anpassungsfähige Kuh, so eignet sich wohl das Procross-System mit den Rassen Holstein, Montbéliarde und Viking Red oder generell Skandinavisches Rotvieh am besten. Zieht man es vor, eine kleinere sowie leichtere, eher extensivere, robuste und sehr weidetaugliche Kuh zu züchten, sollte man eher auf die Rassen Holstein (auch verschiedene Typen, wie beispielsweise Irish Holstein möglich), Kiwicross beziehungsweise Jersey und Norwegisch Rotvieh setzen. Anhand des Beispiels von Mathias Städler, kann auch eine eigene, «unabhängige» Kreuzung, mit unterschiedlichen Rassen (z.B. BS x HO), zu langfristigem Erfolg führen.

6 Schlussfolgerung

6.1 Fazit

Die Ergebnisse zeigen, dass die gekreuzten Tiere in Bezug auf Merkmale wie kg Milch pro Lebenstag, Lebensleistung und Lebensdauer deutlich bessere Werte aufweisen. Insbesondere die Lebensdauer der gekreuzten Tiere ist auffallend hoch. Auch die Lebensleistung der F1-Kühe ist markant höher, um bis zu 186% höher im Abgleich zu den reinrassigen Kühen.

Bei der effektiven Milchleistung auf 305 Tage zeigen sich gemischte Ergebnisse, wobei nur etwa ein Drittel der Betriebe mit reinrassigen Kühen höhere Laktationsleistungen aufweist. In Bezug auf den Milchgehalt gibt es keinen einheitlichen Trend, aber tendenziell haben die reinrassigen Kühe etwas höhere Fett- und Eiweißwerte, dies könnte zum Grossteil dem genetisch bedingten tieferen Gehalt der Rasse Montbéliarde zugewiesen werden. Die Studie zeigt auch, dass die gekreuzten Tiere eine höhere Lebensrate und niedrigere Zellzahlen aufweisen, was auf eine verbesserte Euter- und generell Gesundheit hindeutet.

In Bezug auf antibiotische Behandlungen wurden Euterprobleme sowohl bei den reinrassigen Kühen als auch bei den gekreuzten Kühen am häufigsten behandelt. Es gibt jedoch klare Gegensätze in der Verteilung der Behandlungen zwischen den zwei Betrieben und Tiergruppen. Es konnte kein Zusammenhang zwischen hohen Zellzahlen und häufigeren antibiotischen Behandlungen festgestellt werden.

Der Vergleich mit bisherigem Wissen und Forschungen zeigt, dass die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit, im Zusammenhang auf die unterschiedlichen Merkmale, variieren. In Bezug auf die Milchleistung und den Milchgehalt zeigen sich unterschiedliche Ergebnisse im Abgleich zu internationalen Studien. Die höhere Lebensdauer der gekreuzten Tiere und die grösstenteils niedrigeren Zellzahlen wurden jedoch sowohl in dieser Studie als auch in früheren Forschungen bestätigt. Bei der Fruchtbarkeit gibt es Abweichungen zu den bisherigen ausländischen Studien, da die reinrassigen Kühe in einigen Parametern bessere Werte aufweisen.

Die wirtschaftliche Bedeutung der Kreuzungszucht konnte in dieser Studie nicht genau quantifiziert werden, aber die Ergebnisse tendieren auf einen potenziellen wirtschaftlichen Mehrwert hin, basierend auf der höheren Lebensleistung, Nutzungsdauer und in Abstrichen der Gesundheit der gekreuzten Kühe.

Es ist jedoch zu beachten, dass die vorliegende Studie auf einer begrenzten Anzahl von Betrieben und Tieren basiert und weitere Faktoren wie Umweltbedingungen, Fütterung, Genetik, Haltung nicht umfassend berücksichtigt wurden. Daher sind die Schlussfolgerungen nur vorläufig und wissenschaftlich nicht belegbar, weitere umfangreichere Studien sind daher erforderlich, um fundiertere Aussagen zu treffen.

6.2 Empfehlung

Neue Verordnungen und Richtlinien der Agrarpolitik, die allgemeine Antibiotikareduktion, der enorme Kostendruck oder das gesellschaftliche Verlangen nach mehr Nachhaltigkeit sind bloss einige der wichtigsten Gründe, weshalb sich die Viehzucht weiter entwickeln muss. Angehalten sind hierbei in Zukunft nicht nur Milchbäuerinnen und Milchbauern, sondern auch Zuchtverbände und Genetikorganisationen.

Aus den genannten Gründen wird der Ruf nach wirtschaftlichen, widerstandsfähigen und langlebigen Milchkühen unter Landwirten immer lauter. Anhand dieser Studie kann die Kreuzungszucht eine mögliche Strategie sein, diese Ziele zu erreichen und die Profitabilität der Milchwirtschaft zu gewährleisten. Schlussendlich ist diese Entscheidung allein vom Betriebsleiter abhängig. Verschiedene Herausforderungen, sowie Vor- und Nachteile bringt die Kreuzungszucht genauso wie die konventionelle Reinzucht mit.

Mittels des Einkreuzens kann die Inzuchtdepression vermieden, die genetische Variabilität erhöht und genetischer Fortschritt in andere Rassen importiert werden. Zudem kann mit ausgearbeiteten Systemen der wertvolle Heterosiseffekt langfristig genutzt werden. Die Nachteile der Kreuzungszucht liegen vorwiegend in der Administration. Die Verkomplizierung der Zuchtverwaltung, das langzeitige und methodische durchdenken von Anpaarungen (mehr Anpaarungsprogramme nötig), die fehlenden Lineare Beschreibungen und Zuchtwerte sowie die erschwerte Daten- und Genetikbeschaffung sind die Nachteile, die es bei der Kreuzungszucht zu beachten gilt. Mit Hilfe von Abstammungsregistern und konsequenter Kreuzungsplänen sowie der Wahl von ergänzenden, unterschiedlichen Rassen mithilfe der besten Stieren ist die Kreuzungszucht unter Beachtung der Vor- und Nachteile zu empfehlen.

Wunder sollten jedoch von Beginn an keine erwartet werden. Für passionierte Reinzüchter, welche mit vollem Herzblut hinter der jeweiligen Rasse stehen und diese auch innerhalb der Rasse weiterbringen möchten, wird die Kreuzungszucht nicht empfohlen. Der interne Konflikt wäre wohl zu gross. Ausserdem ist die Kreuzungszucht zwingend auf Reinzuchtbetriebe angewiesen, da der Heterosiseffekt nur mit jeweils reinrassigen Tieren vollends ausgenutzt werden kann. Das heisst ohne Reinzucht keine Kreuzungszucht, hierbei können Reinzuchtbetriebe also helfen. Betriebe, die aus traditionellen Gründen oder unter gewissen Vorbehalten/lieben eine bestimmte Rasse züchten, aber Herausforderungen wie Inzuchtdepressionen oder Beschaffungsprobleme mit passender Genetik vorweisen, wird die Kreuzungszucht empfohlen. Eine denkbare Möglichkeit wäre es, in einem ersten Schritt nur die Hälfte der Nachzucht einzukreuzen und die zweite Hälfte als Reinzucht weiter zu züchten und erhalten. Somit kann nach ein paar Produktionszyklen, abgewogen werden, welche Tiere am besten passen oder sich allenfalls auch die geteilte Zucht (reinrassig und gekreuzt) am erfülltesten erweist. Betriebsleiter, die vor allem eine einfache und wirtschaftliche Milchkuh bevorzugen, die Rassenzugehörigkeit sowie Zuchtdaten wie lineare Beschreibungen oder generell Zuchtwerte nur eine untergeordnete Rolle spielen, sind prädestiniert, um die Kreuzungszucht konsequent auf die gesamte Herde umzusetzen. Denn die bisherigen Forschungen, sowie diese Studie liefern

Tendenzen, mit welchem ein ökonomischer Mehrwert, aufgrund der Kreuzungs- insbesondere Dreirassenrotationskreuzung, erwartet wird.

Schlussfolgernd ist die Entscheidung strategie- und betriebsabhängig, diese Arbeit zeigt jedoch, dass die Vorteile der Kreuzungszucht die Nachteile überwiegen und eine wirtschaftliche Verbesserung erreicht werden kann. Daher wird intensiv geführten Betrieben das Procross-Kreuzungssystem, mit den Rassen Holstein (alternativ BS), Montbéliarde und Skandinavisch Rotvieh (Viking Red etc.) empfohlen. Für eher extensiv ausgerichtete Betriebe eignet sich der Miteinbezug von Norwegisch Rotvieh und Kiwicross beziehungsweise Jersey.

6.3 Ausblick

Wie bereits unter Kapitel 6.1 erwähnt, reicht die Datengrundlage, welche für diese Arbeit getätigt worden ist, nicht aus, um eine genügend fundierte Aussage zu treffen. Das Bedürfnis nach einer langlebigen und möglichst problemlosen Kuh, hat wohl nahezu jeder Landwirt. Aus diesem Grund müssen aus Sicht des Autors alle Möglichkeiten zur Verbesserung der produktionstechnischen und funktionellen Merkmale ausgelotet werden. Ob die Kreuzungszucht die langfristige Lösung sein kann, bleibt noch vertiefter zu ermitteln. Um diese Frage nicht lediglich mittels Tendenzen zu klären, sollten in der Schweiz weitere Studien zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführt werden. Um die Aussagekraft dabei zu erhöhen, sollten die Daten von älteren Tieren mit mehr Laktationen, mehr verschiedenen Betrieben und vor allem von mehr Kühen ausgewertet werden. Möglicherweise können auch genetische Aspekte miteinbezogen werden, welche die effektive Wirkung des Heterosiseffektes zusätzlich belegen. Des Weiteren müssen Aspekte, wie die Erfassung der Gesundheitsdaten, die damit verbundenen Tierarztkosten sowie weitere Kostentreiber vertieft analysiert werden. Interessant wäre auch die Einbindung der Totgeburtenrate. Nur so können zusätzlich fundierte Aussagen bezüglich der Wirtschaftlichkeit getätigt werden und für Schweizer Betriebe angepasste, wissenschaftlich hinterlegte Empfehlungen für die Kreuzungszucht abgegeben werden. Dafür kann diese Fallarbeit als Basis genutzt und weiterentwickelt werden.

XI. Literaturverzeichnis

- Anhang_10. (2023). Resultate Datenerhebung. Abgerufen am 24. 6 23 von Anhang 10 Tierliste Städler
- Anhang_11. (2023). Gesamtergebnisse für Diskussion. Abgerufen am 28. 6 2023 von Anhang 11 Gesamtergebnisse für Statistik
- Anhang_5. (2023). Resultate der Tiererhebung. Abgerufen am 16. 06 23 von Anhang 5 Tierliste Grüter
- Anhang_6. (2023). Resultate Tierliste und Behandlungen. Abgerufen am 18. 6 2023 von Anhang 6 Tierliste & Behandlungen Huggel
- Anhang_8. (2023). Resultate Tierliste, Behandlungen & Statistische Auswertung. Abgerufen am 21. 6 2023 von Anhang 8 Tierliste, Behandlungen & Boxplot Schwager
- Anhang_9. (2023). Resultate Datenerhebung. Abgerufen am 23. 6 23 von Anhang 9 Tierliste Spitz
- Anhang_7. (kein Datum). Resultate Datenerhebung. Abgerufen am 22. 6 23 von Anhang 7 Tierliste Kaufmann
- Arenenberg, B. (2022). Arenenberg Logo. Abgerufen am 28. 05 2023
- biologydiscussion. (2015). Hybridzucht. Abgerufen am 28. 05 2023 von <https://www.biologydiscussion.com/plant-breeding/heterosis-or-hybrid-vigour-types-causes-and-effects/17672>
- Braunvieh. (2023). Zuchtinformationen. Abgerufen am 30. 05 2023 von <https://homepage.braunvieh.ch/braunvieh-rasse/>
- coopex. (2012). coopex Montbéliarde. Abgerufen am 25. 05 2023 von <https://www.coopex.com/>
- CowClipart. (2023). Kuh- & Stiergrundriss. Abgerufen am 17. 05 2023 von Cow Clipart Vectors | Our Top 1000+ Cow Graphics | Fotosearch
- die-fruchtbare-kuh. (2022). Fruchtbarkeitskennzahlen. Abgerufen am 13. 06 23 von <https://die-fruchtbare-kuh.ch/herde/die-herde-kontrollieren/fruchtbarkeitskennzahlen-nutzen/>
- DLG-Nachhaltigkeitsbericht. (2016). Lebensleistung Milchkuh. Abgerufen am 14. 6 2023 von <https://www.dlg.org/de/landwirtschaft/themen/nachhaltige-landwirtschaft/dlg->

nachhaltigkeitsbericht/2016/lebenstagleistung-
milchkuh/#:-:text=Somit%20ist%20es%20wahrscheinlicher%2C%20dass%20die%20
einzelne%20Kuh,auch%20gro%C3%9Fes%20Potenzial%20in%20Hinblick

Elite. (2009). Fachzeitschrift Kreuzungszucht. Abgerufen am 16. 05 2023

F.Schröpfer. (2009). Elite Zeitschrift. Abgerufen am 16. 05 2023

Grüter, M. (2023). Rotationskreuzung. (C. Huggel, Interviewer) Abgerufen am 9. 6 2023 von
persönliche Auskunft

Hazel, A., Heins, B., & Hansen, L. (2019). 10-Jahres Procross-Studie. University of
Minnesota. Abgerufen am 6. 6 2023 von Anhang 3 Procross-10 Jahre Studie

Holstein-switzerland. (2018). Die Holsteinrasse. Abgerufen am 25. 05 2023 von
<https://www.holstein.ch/de/wer-sind-wir/die-holsteinrasse/>

Huggel, U. (2023). Kreuzungszucht. (C. Huggel, Interviewer) Abgerufen am 10. 6 2023 von
persönliche Auskunft

Huggel, U. (2023). Landwirt. (C. Huggel, Interviewer) Abgerufen am 10. 6 2023 von
persönliche Auskunft

Jung, N. (2022). Bild Kreuzungstiere. Abgerufen am 20. 05 2023

Kaufmann, A. (2023). Kreuzungszucht. (C. Huggel, Interviewer) Abgerufen am 10. 06 2023
von persönliche Auskunft

Kreuzungszucht-Versuch. (2020). Kalifornische Kreuzungszucht Versuch. Abgerufen am 6. 6
23 von Anhang 4 Versuch_kreuzungszucht_Kalifornien

Mutterkuh.ch. (2023). Inzucht. Abgerufen am 24. 05 2023 von
https://www.mutterkuh.ch/de/cms/page/index/page_id/571

Procross. (2022). Procross Kreuzungssystem. Abgerufen am 20. 05 2023 von
<https://www.procross.info/de/das-drei-rassen-kreuzungssystem/>

Schwager, D. (2023). Kreuzungszucht. (C. Huggel, Interviewer) Abgerufen am 12. 6 2023
von persönliche Auskunft

Schwarzenberger, M. (2023). Kreuzungszucht. (C. Huggel, Interviewer) Abgerufen am 24. 05
2023 von persönliche Auskunft

schweizerbauer. (2019). Lebensleistung. Abgerufen am 14. 6 2023 von
<https://www.schweizerbauer.ch/tiere/milchvieh/milchkuehe-werden-44-jahre-genutzt/>

- Spitz, V. (2023). Rotationskreuzung. (C. Huggel, Interviewer) Abgerufen am 23. 05 2023 von persönliche Auskunft
- Städler, M. (2023). Kreuzungszucht. (C. Huggel, Interviewer) Abgerufen am 11. 6 2023 von persönliche Auskunft
- Strickhof. (2020). Strickhof Logo. Abgerufen am 28. 05 2023
- studysmarter. (2020). Rekombination. Abgerufen am 25. 05 2023 von <https://www.studysmarter.de/schule/biologie/evolution/evolutionsfaktor-rekombination/>
- swissherdbook. (2023). Swiss Fleckvieh. Abgerufen am 22. 05 2023 von <https://www.swissherdbook.ch/de/herdebuchrassen/swiss-fleckvieh>
- swissherdbook. (2019). Zuchtziele. Abgerufen am 30. 05 2023 von <https://www.swissherdbook.ch/de/herdebuchrassen/holstein-/red-holstein>
- Toro. (2021). Swissgenetics Toro Fachzeitschrift. Abgerufen am 23. 05 2023 von https://swissgenetics.ch/fileadmin/user_upload/customers/swissgenetics/Onlineservice/TORO/2021/2021_TORO_2_D.pdf
- ufarevue. (2019). Kreuzungszucht. Abgerufen am 15. 05 2023 von <https://www.ufarevue.ch/nutztiere/kreuzungszucht>
- Vikinggenetics. (2023). Procross-Kreuzung. Abgerufen am 25. 05 2023 von <https://www.vikinggenetics.de/milchvieh/procross>

XII. Anhangsverzeichnis

Anhang_1 Auftrag Diplomarbeit

Anhang_2 Zellzahl Tiere Huggel

Anhang_3 Procross-Studie, University of Minnesota (Heizel, Heins & Hansen)

Anhang_4 Versuch Kreuzungszucht Kalifornien

Anhang_5 Tierliste Grüter

Anhang_6 Tierliste & Behandlungen Huggel

Anhang_7 Tierliste Kaufmann

Anhang_8 Tierliste, Behandlungen & Boxplot Schwager

Anhang_9 Tierliste Spitz

Anhang_10 Tierliste Städler

Anhang_11 Gesamtergebnisse, statistische Grundlage

Anhang_12 Tierskizzen

Anhang_13 elite_Kreuzungszucht

Anhang_14 elite Kreuzungszucht_2

Anhang_15 Vereinbarung Daten

Anhang_16 Disposition Diplomarbeit