



Kreuzungszucht und Heterosis

Seminar des
Ausschusses für Genetik der ZAR
Salzburg, 2005

ZuchtData

EDV-DIENSTLEISTUNGEN GMBH

A-1200 Wien, Dresdner Straße 89/19
Tel. +43(0) 1/334 17 21-0, Fax +43(0) 1/334 17 13
e-mail: info@zar.at, info@zuchtdata.at
homepage: www.zar.at, www.zuchtdata.at

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Autoren	2
<i>Dr. Roswitha Baumung:</i>	
Genetische Grundlagen und Methoden der Kreuzungszucht	3
<i>Dr. Christa Egger-Danner:</i>	
Analyse von Heterosiseffekten in österreichischen Rinderpopulationen	11
<i>Dr. Christian Fürst:</i>	
Auswirkungen der Kreuzung auf die Zuchtwertschätzung	19
<i>Dr. Birgit Fürst-Waltl:</i>	
Kreuzungszucht bei Fleischrindern	27
<i>Dr. Josef A. Lederer:</i>	
Kreuzungszucht bei Milch- und Zweinutzungsrasen	37
<i>Dr. Matthias Schelling:</i>	
„Fleckvieh“ Schweiz	53

Verzeichnis der Autoren

Dr. Roswitha Baumung

Universität für Bodenkultur
Department für Nachhaltige Agrarsysteme
Institut für Nutztierwissenschaften
Gregor Mendel-Straße 33
1180 Wien
e-mail: baumung@boku.ac.at
homepage: www.nas.boku.ac.at

Dr. Christa Egger-Danner

ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH
Dresdner Straße 89/19
1200 Wien
e-mail: egger-danner@zuchtdata.at
homepage: www.zuchtdata.at

Dr. Christian Fürst

ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH
Dresdner Straße 89/19
1200 Wien
e-mail: fuerst@zuchtdata.at
homepage: www.zuchtdata.at

Dr. Birgit Fürst-Waltl

Universität für Bodenkultur
Department für Nachhaltige Agrarsysteme
Institut für Nutztierwissenschaften
Gregor Mendel-Straße 33
1180 Wien
e-mail: waltl@boku.ac.at
homepage: www.nas.boku.ac.at

Dr. Josef A. Lederer

Kammer für Land- und Forstwirtschaft in Salzburg
Schwarzstraße 19
5024 Salzburg
e-mail: josef.lederer@lk-salzburg.at
homepage: www.lk-salzburg.at

Dr. Matthias Schelling

Schweizerischer Fleckviehzuchtverband
Schützenstraße 10, Postfach 691
CH-3052 Zollikofen
e-mail: info@fleckvieh.ch
homepage: www.fleckvieh.ch

Genetische Grundlagen und Methoden der Kreuzungszucht

Roswitha Baumung

1. Einleitung

Bei Schwein und Geflügel ist die Zucht von Kreuzungstieren mittlerweile etabliert. Zahlreiche wissenschaftliche Studien bestätigen die positiven Auswirkungen, speziell auf funktionale Merkmale wie Fruchtbarkeit, Krankheitsresistenz und Langlebigkeit. In der Rinderzucht wurde die große wirtschaftliche Bedeutung gerade dieses Merkmalskomplexes ebenfalls erkannt. Es ist daher nahe liegend, Auswirkungen einer vermehrten Kreuzungszucht beim Rind als Alternative zur dominierenden Reinzucht zu diskutieren. Der vorliegende Artikel gibt einen kurzen Einblick in die genetischen Grundlagen sowie einen Überblick über Methoden der Kreuzungszucht.

2. Was ist Kreuzungszucht?

Unter Kreuzungszucht versteht man üblicherweise die Paarung von Individuen verschiedener Linien, Rassen oder Populationen. Demgegenüber stehen die Reinzucht-Methoden. Hierbei werden Tiere innerhalb einer Population gepaart. Im Folgenden wird der Begriff „Population“ verwendet, da es für „Rasse“ und „Linie“ keine eindeutige, biologisch begründbare Definition gibt. Eine Population ist eine Paarungsgemeinschaft, bei landwirtschaftlichen Nutztieren etwa jene Tiergruppe, die unter demselben (Rein-)Zuchtprogramm steht.

3. Wozu Kreuzungszucht?

Für Kreuzungszucht bestehen mehrere Gründe. Zum einen können Eigenschaften von Tieren kombiniert werden, die bei Reinzucht nur schwer oder gar nicht vereinbar sind. Man spricht dann vom **Kombinationseffekt**. Ein gutes Beispiel ist die Kreuzung fruchtbarer Sauen, wie Landrasseschweinen, mit Ebern aus einer Population in der speziell auf hohe Fleischleistung gezüchtet wird, wie etwa Pietrain. Die Zahl der Ferkel pro Wurf wird über die Mutterseite bestimmt. Die in großer Zahl geborenen Kreuzungsferkel zeigen eine deutlich bessere Fleischleistung als die Mutter. Dies verdeutlicht, dass es eine Rolle spielt, welche Population die Vater- bzw. Muttertiere stellt. Daher wird dieser Kreuzungseffekt auch als **Stellungseffekt** bezeichnet. Auch beim Rind können gute Muttereigenschaften und ausreichende Milchleistung für das Kalb auf der Mutterseite mit hoher Fleischleistung auf der Vaterseite wirtschaftlich vorteilhaft kombiniert werden. Eine optimale wirtschaftliche Ausnutzung des Stellungseffektes bieten jedoch vor allem multipare Tierarten, bei denen die Wurfgröße einen wesentlichen Wirtschaftsfaktor darstellt.

Ein weiteres Argument für die Kreuzungszucht ist die Ausnutzung genetischer Effekte, die bei Reinzucht nicht möglich ist. Dieser Kreuzungseffekt wird als **Heterosis** bezeichnet. Heterosis liegt vor, wenn Kreuzungsnachkommen in ihren Leistungen vom Mittel der Elternpopulationen abweichen. Dies wird in Abbildung 1 veranschaulicht. Wie kommt es nun zur Heterosis? Um dies zu verstehen, müssen einige genetische Grundbegriffe geklärt werden.

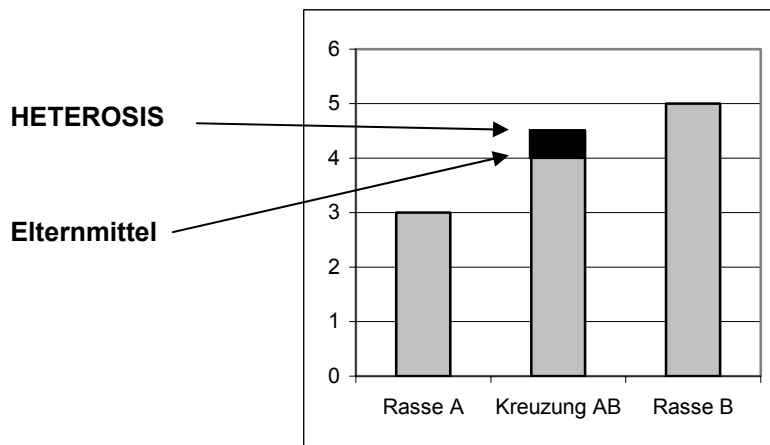


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Heterosis: Abweichung der Kreuzung vom Mittel der Eltern.

4. Genetische Grundlagen

Erbgut besteht im Wesentlichen aus der so genannten DNA (Desoxyribonukleinsäure), die im Zellkern in Form von Stücken, den Chromosomen, vorliegt. Das Rind besitzt 30 Chromosomenpaare, wobei jeweils ein Teil eines Paares von der Mutter, der andere vom Vater stammt. Einander entsprechende Abschnitte auf diesen Chromosomenpaaren enthalten die Codierung für Eiweißstoffe und Enzyme. Diese Abschnitte werden als **Gene** bezeichnet, der Ort am Chromosom als Genort oder Locus. Jedes Tier besitzt aufgrund der paarigen Chromosomen somit jeweils ein väterliches und ein mütterliches Gen. Die unterschiedlichen Varianten eines Gens werden **Allele** genannt. Trägt ein Tiere zwei gleiche Allele an einen Genort ist es **homozygot**, trägt es verschiedene ist es **heterozygot**.

5. Allelwirkungen

Die beiden Allele an einem Genort tragen im Zusammenspiel mit Umwelteffekten gemeinsam zum äußeren Erscheinungsbild bzw. der Leistung eines Lebewesens bei. Im Folgenden wird zur Vereinfachung der Einfluss der Umwelt nicht berücksichtigt.

Das Zusammenwirken von Allelen kann in unterschiedlicher Weise erfolgen. Ein Beispiel (Abbildung 2) soll zum Verständnis beitragen. Das Allel A codiert für eine Milchmenge von 1,5 kg, das Allel B für 2,5 kg. Ist ein Tier homozygot für A, hat also an diesem Genort den Genotyp AA, trägt dieser 3 kg ($A+A = 1,5+1,5$) Milchleistung bei. Bei einem BB Tier können wir mit 5 kg ($B+B = 2,5+2,5$) Milch über diesen Genort rechnen. Nach dieser einfachen Rechnung müsste dann ein heterozygotes Tier AB genau 4 kg ($A + B = 1,5 + 2,5$) Milchmenge über diesen Genort erbringen können. Das heterozygote Tier liegt also genau im Mittel der beiden homozygoten, die Wirkung der Allele wird aufsummiert. In diesem Fall sprechen wir von **additiver Genwirkung**. Wenn die genetisch determinierte Leistung des Heterozygoten vom Mittel der Homozygoten abweicht (z.B. $AB=4,5$ kg) nennt man dies Dominanzeffekt. Entspricht die Leistung des Heterozygoten genau der eines der Homozygoten (z.B. $BB = 5$ kg, $AB = 5$ kg) dann unterdrückt das dominante Allel B, das rezessive Allel A in seiner Wirkung. Wir sprechen von vollständiger **Dominanz** von B über A. Im Extremfall ist AB sogar BB überlegen (z.B. $BB=5$ kg, $AB =6$ kg). Dieser Effekt wird als **Überdominanz** bezeichnet. Dominanz und Überdominanz zählen zu den **nicht additiven Allelwirkung**.

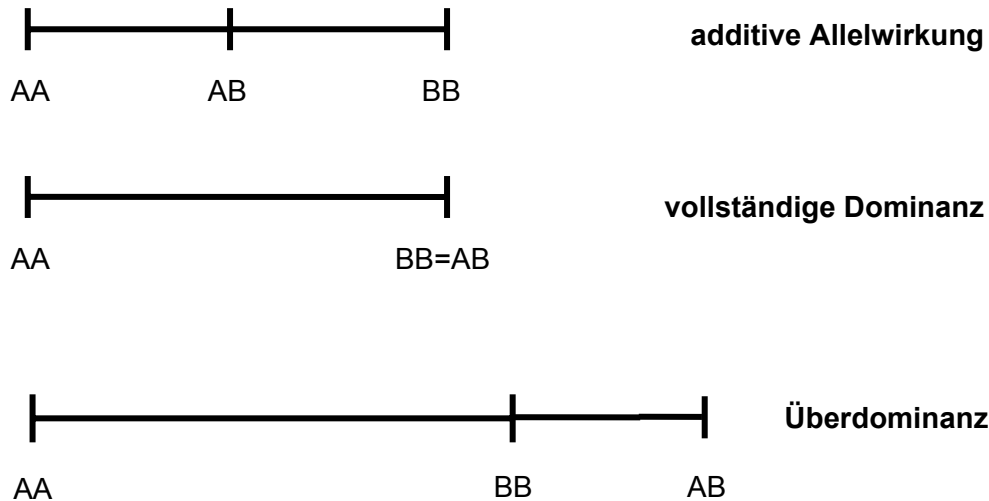


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Allelwirkung.

Bisher wurde das Zusammenwirken von Allelen an demselben Genort erklärt. Allele verschiedener Genorte spielen jedoch ebenfalls zusammen. Oft ist nicht egal, welche Allele an benachbarten Genorten sitzen. So kann das Vorhandensein oder Fehlen eines bestimmten Allels an einem mehr oder weniger benachbarten Genort positive oder negative Effekte haben. Dieses Zusammenspiel der Allele verschiedener Genorte wird als **Epistasie** bezeichnet und zählt ebenfalls zu den nicht additiven Allelwirkungen.

6. Reinzucht versus Kreuzungszucht

Dominante bzw. rezessive Allele spielen nicht nur für Leistungen, sondern vor allem auch bei Erbkrankheiten und Fitness eine große Rolle. Ist ein krankmachendes oder die Fitness minderndes Allel rezessiv, sind heterozygote Tiere zwar gesund, können aber das krankmachende oder die Fitness mindernde Allel weiter vererben. Reinzucht führt zu einem erhöhten Anteil homozygoter Genorte. Der Extremfall ist die Inzucht, die mit verminderter Leistung oder Fitness, bedingt durch erhöhte Homozygotie rezessiver krankmachender, fitness- oder leistungsmindernder Allele, einhergehen kann. Dieser Effekt ist als Inzuchtdepression bekannt. Kreuzungszucht bewirkt hingegen einen **erhöhten Anteil heterozygoter Genorte**. Eine positive Wirkung der Kreuzung beruht folglich auf nicht-additiven Allelwirkungen (Dominanz und Überdominanz), die sich über etwas höhere Leistungen der Kreuzungsnachkommen aber vor allem höhere Fitness zeigen kann. Heterosis wird oft als Gegenteil der Inzuchtdepression bezeichnet. Nun mag der Eindruck entstehen, dass Kreuzungszucht generell der Reinzucht überlegen ist. Dies ist jedoch nicht der Fall. Einerseits können additive Allelwirkungen in der Reinzucht optimal genutzt werden, andererseits gibt es Allele, bei denen kaum oder gar keine nicht-additiven Allelwirkungen auftreten und der geringe positive Heterosiseffekt den organisatorischen Aufwand eines Kreuzungszuchtprogramms nicht rechtfertigt. Weiters können sich im Zuge der Reinzucht positive epistatische Effekte aufbauen, d.h., eine bestimmte günstige Kombination von Allelen benachbarter Genorte an einem Chromosom. Die gemeinsame Weitergabe günstiger Allelkombinationen wird in der Reinzucht genutzt. Abbildung 3 zeigt beispielhaft für ein Chromosomenpaar die Bildung der Keimzellen, d.h. die zufällige Weitergabe eines Chromosoms in das Ei oder das Spermium („schwarzes“ oder „weißes“ Chromosom). Vor dieser Aufteilung des Chromosomenpaares auf die Keimzellen

kommt es manchmal zu Überkreuzung der Chromosomen (**Crossing-over**), Brüchen und anschließendem Verschmelzen zu einem Chromosom mit einer **Neukombination** (Rekombination) von Allelen („schwarzweiße“ Chromosomen). Nehmen wir an, das Chromosomenpaar in Abbildung 2 stammt von einem Kreuzungstier, das aus der Elternpopulation 1 das „weiße“ und aus Elternpopulation 2 das „schwarze“ Chromosom geerbt hat. Durch Reinzucht haben sich in beiden Elternpopulationen positive Allelkombinationen gebildet, die zur Gänze an das Kreuzungstier weitergeben wurden. Das Kreuzungstier kann seinerseits beim Einsatz als Zuchttier durch ein Crossing-over Ereignis während der Keimzellenbildung auch eine weniger vorteilhafte Allelkombination an seine Nachkommen vererben (schwarzweißes Chromosom). Das Aufbrechen günstiger Allelkombinationen mit daraus resultierender Leistungsminderung wird als **Rekombinationsverlust** bezeichnet und tritt nur beim Zuchteinsatz von Kreuzungstieren auf.

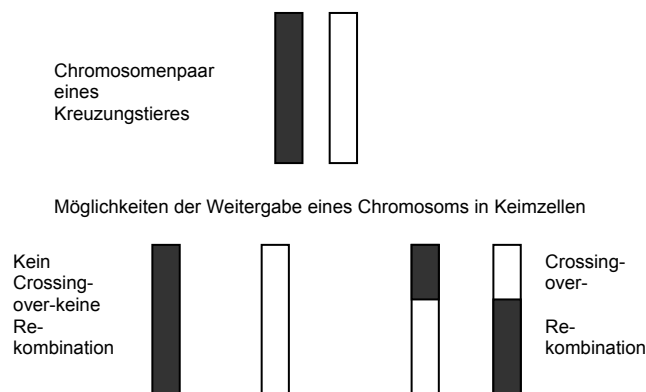
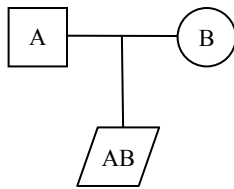


Abbildung 3: Weiterzucht mit Kreuzungstieren am Beispiel eines Chromosomenpaares.

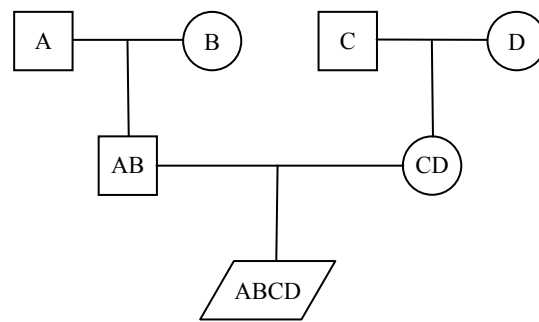
Zusammenfassend kann gesagt werden: Kreuzungszucht macht nur Sinn, wenn ausreichend große Heterosiseffekte oder Stellungseffekte gegeben sind, sodass der erhöhte organisatorische Aufwand der Kreuzungszucht gerechtfertigt ist und die Heterosis stärker wirkt als mögliche Rekombinationsverluste. Bei vielen Nutztierarten spielt vor allem der Stellungseffekt eine ganz entscheidende Rolle, wie am Beispiel der Wurfgröße beim Schwein deutlich wurde.

7. Systeme der Kreuzungszucht

Aufgrund der eingangs erwähnten Problematik der Definition einer Rasse, gibt es auch unterschiedliche Meinungen darüber, welche Zuchtmethoden der Reinzucht und welche der Kreuzungszucht zuzuordnen sind. Hier wird eine Systematik vorgestellt, bei der nur Methoden als Kreuzungszucht-Methoden gelten, bei denen ausschließlich Tiere unterschiedlicher Populationen angepaart werden. Methoden, bei denen auf eine Phase der Kreuzungszucht eine Phase der Reinzucht folgt (Veredelungszucht, Verdrängungszucht und Kombinationszucht), werden den Reinzucht-Methoden zugeordnet und nur am Rande gestreift. Die Kreuzungszucht-Methoden werden in kontinuierliche und diskontinuierliche eingeteilt. Generell gilt für beide, dass der organisatorische Aufwand mit der Zahl der beteiligten Populationen zunimmt. Weiters gilt: Beim Einsatz von Kreuzungstieren zur Zucht in Mehrfach-Kreuzungen und Rotationssystemen können auch Rekombinationsverluste auftreten. Zur optimalen Ausnutzung des Stellungseffektes muss ausgetestet werden, welche Population auf Vater- bzw. Mutterseite eingesetzt werden soll. Tiere mit dem „falschen“ Geschlecht („Nebenprodukte“), die in der Zucht nicht einsetzbar sind, können oft nur zu schlechteren Konditionen vermarktet werden. Das reine Nutztier, das z.B. gemästet wird, ist immer ein Kreuzungstier („Endprodukt“).



Einfach-Kreuzung



Mehrfach-Kreuzung (Vier-Rassen-Kreuzung)

Abbildung 4: Beispiele für diskontinuierliche Kreuzungszucht-Methoden.

Bei **diskontinuierlichen Kreuzungszucht-Methoden** werden Tiere aus zwei oder mehr Rassen miteinander gekreuzt. Zuchttiere sind entweder Reinzuchttiere, wie in der Einfach-Kreuzung oder auch Kreuzungstiere wie bei Drei- und Vier-Rassen-Kreuzung (Abbildung 4). Die Einfach-Kreuzung wird auch als Zwei-Rassen-Kreuzung oder Gebrauchskreuzung bezeichnet. Im „Endprodukt“ werden Heterosiseffekte voll genutzt. Der organisatorische Aufwand ist relativ gering. Diese Kreuzungsmethode ist durchaus auch beim Rind zu finden: Kühe einer milchbetonten Rasse, deren Nachkommen nicht zur Remontierung benötigt werden, werden mit Sperma von Stieren einer Fleischrasse besamt. Hier wird vor allem der Stellungseffekt genutzt: Nutzung der Milch der Muttertiere und Verbesserung der Mast- und Schlachtleistung beim Kreuzungskalb. Aufwändige Mehrfach-Rassen-Kreuzungen (Drei- oder Vier-Rassen-Kreuzung) sind vor allem in der Schweine- und Geflügelzucht verbreitet.

Im Falle einer **kontinuierlichen Kreuzungszucht** ist in der Regel das weibliche Tier ein Kreuzungstier, das männliche Tier reinrassig. Abbildung 5 macht deutlich, dass die Genanteile der Ausgangspopulationen von Generation zu Generation schwanken (F1, F2,...) und damit auch die Leistungen der „Endprodukte“. Um dies zu verhindern, werden folglich phänotypisch ähnliche Rassen eingesetzt. Dadurch können zwar trotz schwankender Genanteile immer noch möglichst einheitliche Marktprodukte erzeugt werden, mögliche Kreuzungseffekte (Stellungseffekt und Heterosis) werden dadurch aber nicht mehr optimal genutzt. Durch den Einsatz von Kreuzungstieren zur Zucht ist darüber hinaus mit Rekombinationsverlusten zu rechnen. Diese Nachteile haben zu einer geringen Verbreitung kontinuierlicher Kreuzungszucht-Methoden in Europa geführt. Vorteilhaft für die Bauern ist jedoch, dass die Remontierung der weiblichen Zuchttiere am eigenen Betrieb aus den Kreuzungstieren erfolgen kann. Nur männliche Tiere aus Reinzuchtpopulationen müssen zugekauft werden. Endprodukte sind männliche und nicht für die Remontierung benötigte weibliche Kreuzungstiere. Im Bereich der Rinderzucht hat die Rotationskreuzung nur in Neuseeland eine gewisse Bedeutung erlangt. Mit Holstein und Jersey wird eine Wechselkreuzung durchgeführt. Heterosiseffekte werden dort bei Merkmalen der Fitness beschrieben.

Veredelungs- und Verdrängungszucht werden hier als **Reinzucht-Methoden** angesehen. Bei der **Veredelung** werden zeitlich befristet männliche Tiere einer anderen Rasse eingesetzt. Die Ausgangspopulation wird aber in weiterer Folge in Reinzucht weitergeführt. Vor allem im Bereich der Pferdezucht ist diese Methode verbreitet. Beim Rind kann die Belegung von Fleckvieh- bzw. Pinzgauer- Kühen mit Red-Holstein-Stieren angeführt werden. Der Übergang von Veredelung zur **Verdrängung** ist jedoch fließend. Bei wiederholter Rückkreuzung der Ausgangspopulation mit der Fremdrasse, wird erstere langsam verdrängt. So wurde Braunvieh durch Brown Swiss und Schwarzbunte durch Holstein Friesian verdrängt. Bei der

Kombinationszucht wird nur in der Anfangsphase gekreuzt. Ziel ist die Schaffung einer neuen Rasse, die dann in Reinzucht fortgeführt wird. Auf diese Weise entstand das Schwarzbunte Milchrind der ehemaligen DDR. Nach der deutschen Wiedervereinigung ist diese Rasse jedoch wieder verschwunden. Ein erfolgreiches Beispiel ist die Fleischrasse Deutsch Angus, in der Eigenschaften von deutschen Zweinutzungsrasen und Aberdeen Angus kombiniert wurden. Heutige Rassen sind durch mehr oder weniger systematische Anwendung der oben beschriebenen Reinzucht-Methoden entstanden.

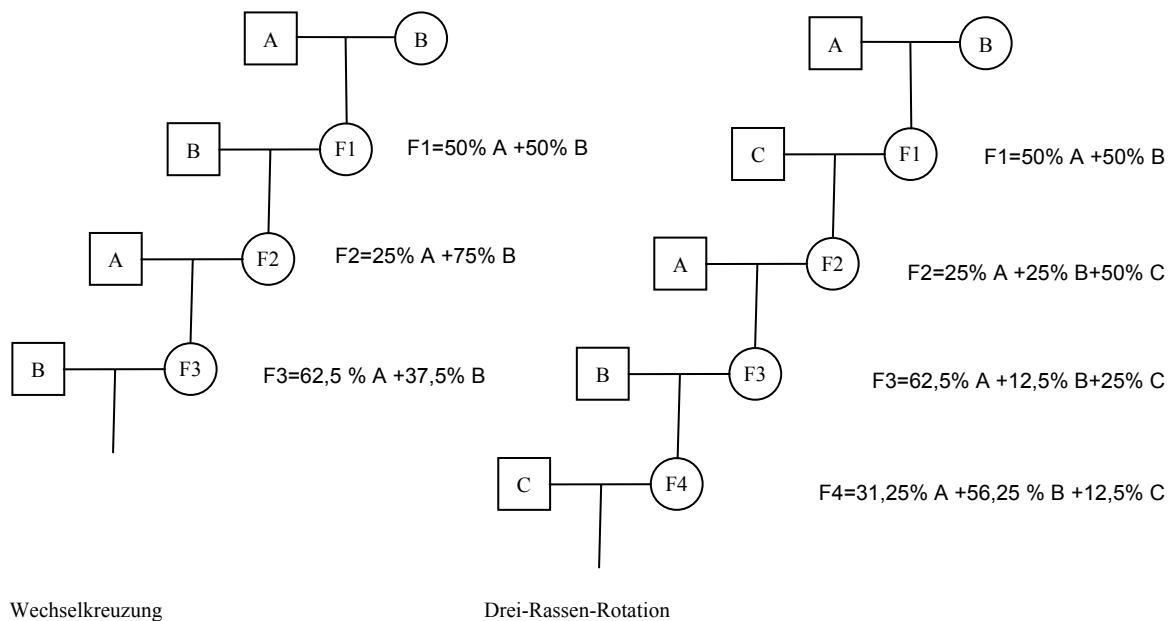


Abbildung 5: Beispiele für kontinuierliche Kreuzungszuchtmethoden.

8. Zusammenfassung

Der wesentliche Grund für die Kreuzungszucht ist die Ausnutzung des Stellungseffektes und der Heterosis. Letztere wirkt sich besonders stark bei Fitnessmerkmalen aus, die eine geringe Heritabilität aufweisen und in der Reinzucht nur langsam verbessert werden können. In der Schweine- und Geflügelzucht hat sich die Kreuzungszucht aufgrund ihrer erwiesenen positiven Auswirkungen durchgesetzt. Ganz stark wird dort aber auch der Stellungseffekt (Bsp. Wurfgröße) genutzt. Im Rindersektor sind eher einfache Kreuzungszucht-Methoden anzutreffen. Die Ursachen hierfür müssen vor allem im deutlich höheren zuchtorganisatorischen Aufwand gesehen werden, der mit der zunehmenden Komplexität eines Kreuzungszucht-Programms wächst. Im Schweine- und Geflügelsektor war die Einführung der Kreuzungszucht eng mit der hohen Vermehrungsrate und der Entwicklung spezialisierter Zucht- und Produktionsformen verknüpft. Komplexere Kreuzungszucht-Programme beim Rind verlangen ebenso nach einem arbeitsteiligen System, in dem neben Reinzuchtbetrieben auch Betriebe, wo Kreuzungskälber erzeugt werden, und reine Abmelk- oder Mastbetrieben vorhanden sein müssen. Dies würde eine deutlich verstärkte Spezialisierung bedeuten. Damit verbundene Nachteile sind eine erhöhte Risikoanfälligkeit für Betriebe, größere Abhängigkeit vom Marktpartner und höhere Anforderungen an die Zusammenarbeit von Zucht- und Produktionsbetrieben. Die so genannten „Nebenprodukte“, die üblicherweise nur zu geringeren Preisen vermarktet werden können, stellen beim Rind ebenfalls ein Problem dar. Ein Lösungsansatz hierzu mag eine wirtschaftlich vertretbare und technologisch ausgereifte Spermatrennung sein, die erlauben würde, nur Kälber des gewünschten Geschlechts zu produzieren. Vor Einführung eines systematischen

Kreuzungszucht-Programms muss neben der Schaffung der organisatorischen Voraussetzungen die wirtschaftliche Überlegenheit gegenüber der Reinzucht geprüft werden: Wie groß sind tatsächlich die Kreuzungseffekte? Lohnt sich der hohe organisatorische Aufwand nach Abwägung des Heterosiseffektes gegenüber Verbesserungen im Management? Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage: Also vielleicht doch nur die Einfach-Kreuzung beim Rind? Für den Einzelbetrieb sicher oft eine wirtschaftlich sehr interessante Lösung, wenn Kälber von schlechteren Milchkühen aufgrund einer verbesserten Fleischleistung bessere Preise erzielen. Doch wer bewahrt den Überblick über die gesamte Population? Zum Problem kann die Einfach-Kreuzung werden, wenn zu wenige Kühe mit Stieren der eigenen Rasse belegt werden und die Selektionsintensität in der Reinzucht leidet. Klar ist jedenfalls: ohne eine gut funktionierende Reinzucht ist Kreuzungszucht nicht möglich.

9. Literatur

Falconer, D. S., Mackay, T. F. C., 1996: Introduction to Quantitative Genetics. 4th edition. Longman. Malaysia.

Künzi, N., Stranzinger, G., 1993: Allgemeine Tierzucht. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart.

Swalve, H. H., 2004: Kreuzungszucht als alternativer Ansatz in der Milchrinderzucht. Züchtungskunde, 76: 412 -420.

Willam, A., 2004: Persönliche Mitteilung.

Analyse von Heterosiseffekten in österreichischen Rinderpopulationen

Christa Egger-Danner und Christian Fürst

1. Einleitung

Ziel der Veredelungs- und Kreuzungszucht ist meist die Verbesserung von Rasseeigenschaften. Dabei werden vor allem die additiven Genwirkungen bei Rassen mit unterschiedlichen Leistungsprofilen genutzt. So sollen durch die „Veredelung“ von Fleckvieh und Pinzgauer mit Red Holstein vor allem die Milchleistung und die Euterqualität verbessert werden. Neben der additiven Genwirkung sind auch die zu erwartenden Heterosis- und Rekombinationseffekte von Interesse.

Im vorliegenden Artikel soll der derzeitige Stand der Kreuzungszucht bei den österreichischen Rinderrassen dokumentiert und eine Aussage über die Heterosis und Rekombinationseffekte bei Fleckvieh x Holstein und Pinzgauer x Holstein gegeben werden.

2. Aktuelle Situation der Kreuzungen in Österreich

Beim Fleckvieh liegt der durchschnittliche (Red)-Holstein-Genanteil der lebenden Kühe bei 6,4%. Wie aus Abbildung 1 zu erkennen ist, gab es Ende der 70-er und Anfang der 80-er Jahre die erste Einkreuzungswelle. Nach dem zwischenzeitlichen Rückgang ist seit 1995 wieder eine kontinuierliche Steigerung zu erkennen. Zwischen den Populationen in Österreich gibt es relativ große Unterschiede. So liegt in Tirol der durchschnittliche Fremdgenanteil bei rund 18%, in Oberösterreich bei rund 3%.

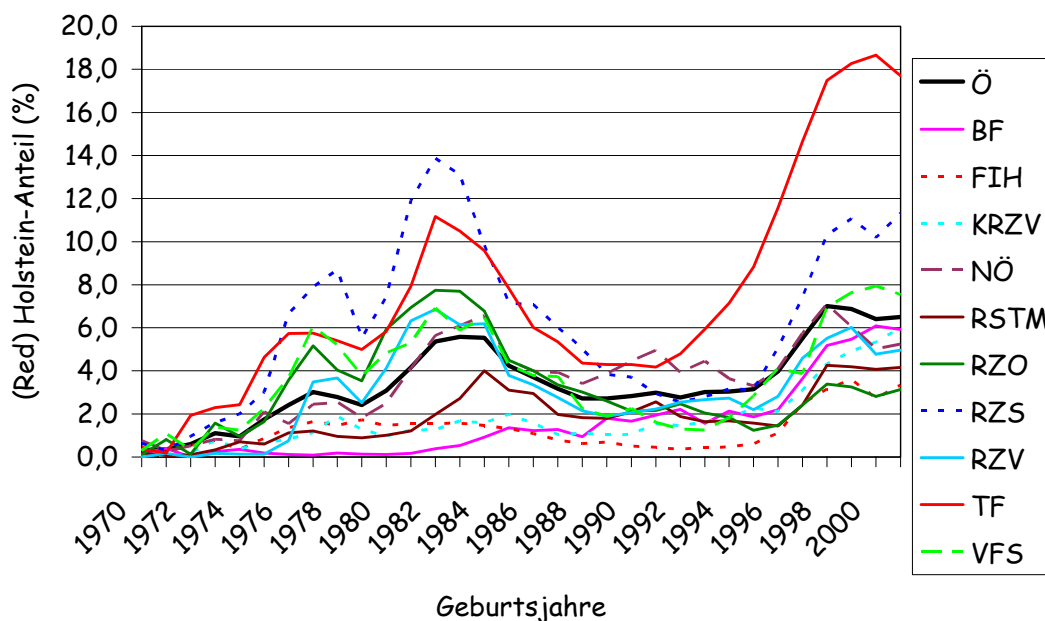


Abbildung 1: Entwicklung des Red-Holstein-Anteiles bei Fleckvieh seit 1970 (Jahresbericht ZuchtData, 2004).

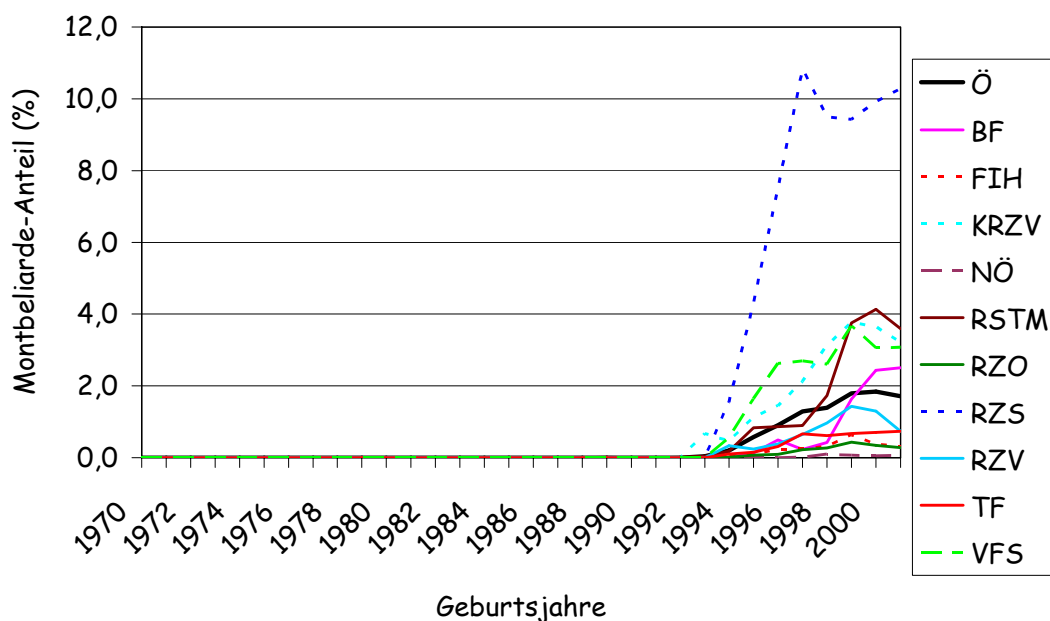


Abbildung 2: Entwicklung des Montbeliarde-Anteiles bei Fleckvieh seit 1970 (Jahresbericht ZuchtData, 2004).

Seit dem Geburtsjahrgang 1994 wird auch Montbeliarde, das zum Fleckvieh gezählt wird, in Österreich stärker eingesetzt. Der Genanteil liegt Österreich weit bei den lebenden Kühen bei 1,6% (Abbildung 2). In Salzburg liegt der Montbeliarde-Anteil mit ca. 10% am höchsten. Bei den Pinzgauern liegt der durchschnittliche (Red)-Holstein-Genanteil bei 17% (Abbildung 3). Eine detaillierte Analyse der Situation bei den Pinzgauern findet sich bei Lederer (2005).

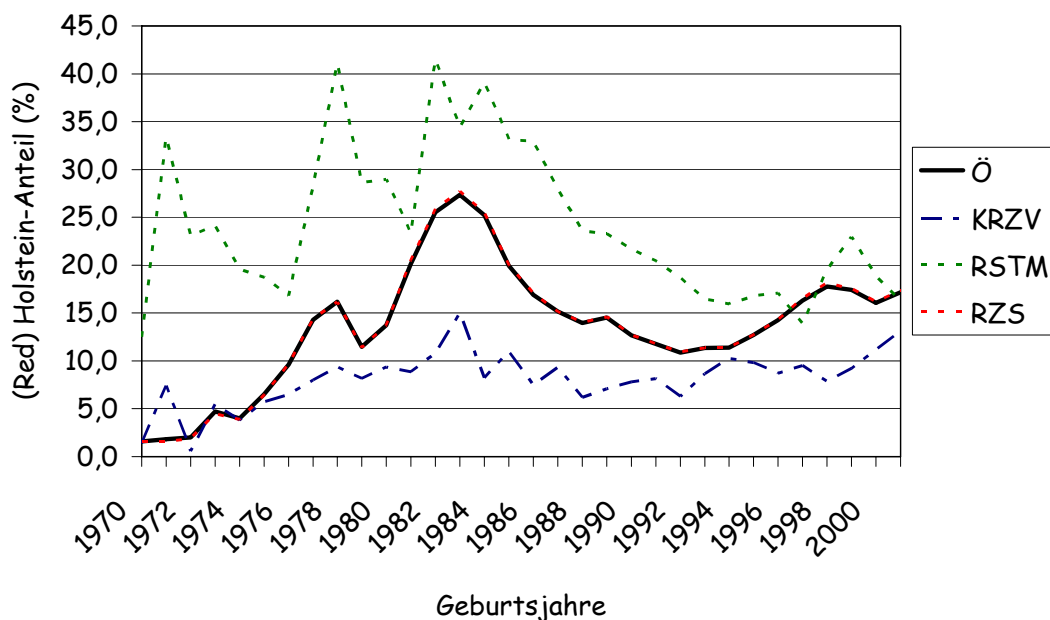


Abbildung 3: Entwicklung des Red-Holstein-Anteiles bei Pinzgauer seit 1970 (Jahresbericht ZuchtData, 2004).

Tabelle 1: Veredelung/Einkreuzung mit anderen Rassen vom Kontrolljahr 1992 bis 2004.

Rasse	Kontrolljahr	gleiche Rasse	sonstige Milchrassen	Fleisch- rassen	sonstige Rassen
Fleckvieh	1992	98,4	0,8	0,6	0,0
	1996	95,4	3,2	1,1	0,1
	2000	93,8	4,2	1,7	0,0
	2004	92,0	4,4	3,4	0,0
Braunvieh	1992	97,7	0,5	1,4	0,2
	1996	95,3	0,9	3,5	0,2
	2000	89,9	1,8	8,1	0,1
	2004	81,7	2,5	15,6	0,1
Holstein	1992	88,1	2,7	7,0	2,1
	1996	91,4	2,4	4,7	1,2
	2000	92,8	2,7	3,8	0,5
	2004	85,4	6,3	7,8	0,4
Pinzgauer	1992	88,5	10,7	0,4	0,2
	1996	79,2	19,5	0,7	0,4
	2000	76,0	22,0	1,6	0,1
	2004	76,6	16,8	6,4	0,0
Grauvieh	1992	99,6	0,1	0,0	0,1
	1996	99,3	0,2	0,3	0,0
	2000	98,1	0,5	1,2	0,0
	2004	97,7	0,2	1,9	0,0

Generell nimmt die Veredelung als auch die Einkreuzung mit Fleischrassen bei allen Rassen mit Ausnahme vom Grauvieh kontinuierlich zu (Tabelle 1). Wurden 1992 bei Fleckvieh noch 98,4% der Milchkühe mit Fleckviehtieren besamt, so ging der Anteil 2004 auf 92% zurück. Im Durchschnitt wurden 2004 4,4% mit Holstein und 3,4% mit Fleischrassen besamt. Der Anteil der Besamungen mit Fleischrassen variiert zwischen 1,4 und 7,4% je nach Zuchtverband.

Im Jahr 2004 wurden nur mehr 81,7% der Braunviehkühe mit Braunviehtieren besamt. Der Anteil Gebrauchskreuzung liegt bei 15,6% und variiert bei den Verbänden zwischen 6,9 und 21,5%. Bei noch weiterer Steigerung des Prozentsatzes an Gebrauchskreuzung ist mit Problemen bei der Remontierung in der Braunvieh-Reinzucht zu rechnen.

Die Pinzgauerkühe wurden 2004 zu 76,6% mit Pinzgauern besamt, Holstein zu 85,4% mit Holstein. Beim Grauvieh ist Einkreuzung kein Thema. Grauvieh wird zu 98% mit Grauviehtieren besamt.

3. Heterosis und Rekombinationsverlust

Von Heterosis wird gesprochen, wenn bei Kreuzungen die Leistungen der Nachkommen vom Mittel der Elternpopulationen abweichen. Aus genetischer Sicht handelt es sich im Gegensatz zur Inzucht um die Erhöhung der Heterozygotie. Wie hoch die Heterosis ist, hängt im wesentlichen von 2 Faktoren ab (Schüler et al., 2001): Von der selektionsbedingten Differenz der Allelfrequenzen an den einzelnen Genorten und vom Vorhandensein gerichteter Dominanz, also der Anfälligkeit des Merkmals gegen Inzuchtdepression. Heterosis ist spezifisch für jede Kreuzung, weil bei jeder Kreuzung andere Allelwirkungen auftreten. Bei den Rekombinationseffekten handelt es sich um den Verlust von günstigen Wechselwirkungen zwischen den Genorten.

In diesem Artikel wurden zur Schätzung der additiven und nicht-additiven Genwirkungen Fleckvieh und Pinzgauer, die mit Holstein oder Red Holstein eingekreuzt wurden, herangezogen.

Modell

Zur Schätzung der Kreuzungseffekte wurde das Dickerson-Modell herangezogen (Dickerson, 1969, 1972), wobei die Effekte wie folgt berechnet werden:

$$\text{Additiver Effekt} = (p_{si} + p_{di})/2$$

$$\text{Heterosis} = p_{si}p_{dj} + p_{di}p_{sj}$$

$$\text{Rekombination} = p_{si}p_{sj} + p_{di}p_{dj}$$

wobei:

p_{si} = Genanteil Holstein–Vater,

p_{sj} = Genanteil Fleckvieh–Vater (bzw. Pinzgauer),

p_{di} = Genanteil Holstein–Mutter,

p_{dj} = Genanteil Fleckvieh–Mutter (bzw. Pinzgauer).

In Tabelle 2 sind für verschiedene Kreuzungsstufen die erwarteten Kreuzungseffekte angegeben. In der F1-Generation kann der Heterosiseffekt voll genutzt werden, der Rekombinationseffekt tritt erst bei den weiteren Kreuzungsstufen auf.

Tabelle 2: Anteil der additiven Genwirkung, der Heterosis und der Rekombinationseffekte für verschiedenen Kreuzungsstufen mit (Red) Holstein.

	Holstein- Genanteil (%)	Additiv (%)	Heterosis (%)	Rekombination (%)
FL	0	0	0	0
HF(100)	100	100	0	0
F1=FLxHF(100)	50	50	100	0
F2=F1(50)xHF	75	75	50	25
F3=F2(75)xHF	87,5	87,5	25	18,75
R1=F1(50)xFL	25	25	50	25
R2=R1(25)xFL	12,5	12,5	25	18,75

Die additiven und nicht-additiven Effekte wurden beim Fleckvieh für Milch-kg, Zellzahl, Non-Return-Rate 90, Totgeburten und Nutzungsdauer geschätzt. Mit Ausnahme der Nutzungsdauer beziehen sich alle Merkmale nur auf die 1. Laktation. Bei den Pinzgauern wurden die Effekte nur für Milch-kg geschätzt. Die herangezogenen Daten beziehen sich auf reine 2-Rassen-Kreuzungen.

Es wurden nur Daten mit Erstabkalbung seit 1990 herangezogen, da ab diesem Zeitraum ein Herdenjahreseffekt aus dem Testtagsmodell zur Korrektur auf den Betriebseinfluss zur Verfügung steht. Weiters wurde auf das Erstkalbejahr, das Erstkalbealter, die Region und bei der Totgeburtenrate auf das Geschlecht des Kalbes korrigiert.

Für die Schätzung der Heterosis bei der Nutzungsdauer wurden nur abgegangene Kühe herangezogen, die zwischen 1990 und 1993 erstmals abgekalbt haben. Zusätzlich zu den anderen Effekten wurde auf die Relativleistung innerhalb Betrieb korrigiert, um ähnlich wie in der Routine-Zuchtwertschätzung die leistungsunabhängige Nutzungsdauer zu bekommen.

In die Fleckvieh-Auswertung wurden neben 623.276 reinen Fleckviehkühen 23.843 Holstein-Kühe einbezogen. Bei den Pinzgauern waren es 20.361 reine Pinzgauer und 1.926 Holstein-Kühe.

4. Ergebnisse und Diskussion

In Tabelle 3 sind die Ergebnisse aus der Leistungsprüfung für die Rassen Fleckvieh, Holstein und Pinzgauer dargestellt. Die Ergebnisse für die geschätzten Kreuzungseffekte in Tabelle 4 zeigen, dass die additiven Genwirkungen bei allen Merkmalen weitgehend den Unterschieden, die auch bei der Leistungsprüfung festgestellt wurden, entsprechen. Bei der Kreuzung Fleckvieh x (Red)Holstein beträgt die additive Genwirkung 12,3 kg, d.h. pro % Holstein-Genanteil sind um 12,3 kg Milch mehr zu erwarten, bei reinen Holstein also um 1232 kg mehr als beim reinen Fleckvieh. Die Heterosis liegt bei der Milchleistung mit 2% im Erwartungsbereich. Der Rekombinationsverlust ist mit -2,6% größer als die Heterosis. Laut Grosshans et al. (1994) treten Rekombinationseffekte vor allem dann auf, wenn eine Rasse lange Zeit auf ein bestimmtes Merkmal selektiert bzw. gekreuzt wurde. Bei den Pinzgauern errechnet sich erwartungsgemäß eine größere Rassendifferenz, aber etwas niedrigere Heterosis.

Im Fitnessbereich wird üblicherweise mit einer Heterosis im Bereich von etwa 10-20% gerechnet. Bei der Zellzahl errechnet sich ein additiver Effekt von fast 50.000 zu Ungunsten von reinen Holstein. Die Heterosis von -6,4% liegt im erwarteten erwünschten Bereich.

Etwas überraschend ist die geringe Heterosis bei der Non-Return-Rate 90 mit nur ca. 1%. Die Ergebnisse in der Literatur streuen allerdings deutlich. So fand McAllister (1994) für verschiedene Fruchtbarkeitsmerkmale im Durchschnitt eine Heterosis von 3,2%, Wall et al. (2003) von 26%. Bei den Totgeburten führt die Heterosis zu einer leichten Verringerung der Totgeburtenrate bei den F1 Tieren, der additive Effekt führt allerdings zu einer Erhöhung. Die Heterosis für die Nutzungsdauer wurde mit ca. 12% geschätzt, wobei dieser Schätzwert aufgrund der etwas vereinfachten Modellierung verzerrt sein könnte. Ähnliche und etwas höhere Werte wurden auch in anderen Untersuchungen gefunden (McAllister, 2002).

Tabelle 3: Ergebnisse aus der Leistungsprüfung 2004 (1. Laktation) für die Rassen Fleckvieh, Pinzgauer und Holstein (Jahresbericht ZuchtData, 2004).

Rasse	Milch kg	Fett %	Eiweiß %	Zellzahl	NR90	Tot- geburten	Nutzungs- dauer
Fleckvieh	5.776	4,23	3,44	120.820	65,6	5,1	3,56
Pinzgauer	4.649	3,90	3,27	129.826	73,2	5,8	3,53
Holstein	7.374	4,12	3,27	173.243	60,1	10,1	3,21

Tabelle 4: Geschätzte additive Genwirkung, Heterosis und Rekombinationseffekte für Fleckvieh x (Red)Holstein und Pinzgauer x (Red)Holstein absolut und relativ zu Reinzuchtdurchschnitt.

Rasse	Merkmal	additiv		Heterosis		Rekombination	
		absolut	absolut	rel. (%)	absolut	rel. (%)	
Fleckvieh	Milch-kg	12,32	1,34	2,1	-3,42	-2,7	
	Zellzahl	479	-92	-6,4	103	3,6	
	NR90 (%)	-0,039	0,0056	0,9	-0,0960	-7,5	
	Totgeburtenrate (%)	0,034	-0,0024	-3,5	-0,0052	-7,6	
	Nutzungsdauer (Tage)	-1,07	1,45	11,6	1,30	10,4	
Pinzgauer	Milch-kg	18,08	0,66	1,2	-5,59	-4,9	

In Tabelle 5 sind die geschätzten Kreuzungseffekte für verschiedene Kreuzungsgruppen und die Unterschiede zum reinen Fleckvieh angegeben. Bei den F1-Tieren kann man von einer durchschnittlichen Überlegenheit von ca. 750 kg Milch in der 1. Laktation ausgehen, wobei 134 kg auf den Heterosiseffekt zurückzuführen sind, der Rest auf die Rassendifferenzen. Der Rekombinationsverlust führt bei den weiteren Kreuzungsgruppen zu negativen nicht-additiven

Geneffekten, die Überlegenheit beruht hier ausschließlich auf den additiv genetischen Unterschieden.

In Tabelle 6 sind die Ergebnisse für die Pinzgauer ersichtlich. Die Situation ist ähnlich wie beim Fleckvieh, außer dass die Rassendifferenz größer ist und somit auch die Unterschiede zu den reinrassigen Tieren in allen Kreuzungsstufen deutlicher ausgeprägt sind.

Tabelle 5: Geschätzte additive Genwirkung, Heterosis und Rekombinationseffekt und erwartete Leistungen bei der Milchmenge für Fleckvieh für versch. Kreuzungsgruppen.

	Additiv	Heterosis	Rekombination	Summe Mkg	Differenz zu FL	Summe Het.+Rek.
FL	0	0	0	5776	0	0
HF(100)	1232	0	0	7008	1232	0
F1=FLxHF(100)	616	134	0	6526	750	134
F2=F1(50)xHF	924	67	-86	6682	906	-19
F3=F2(75)xHF	1078	34	-64	6823	1047	-31
R1=FLxHF(100)	308	67	-86	6066	290	-19
R2=FLxR1(25)	154	34	-64	5899	123	-31

Tabelle 6: Geschätzte additive Genwirkung, Heterosis und Rekombinationseffekt und erwartete Leistungen bei der Milchmenge für Pinzgauer für versch. Kreuzungsgruppen.

	Additiv	Heterosis	Rekombination	Summe Mkg	Differenz zu FL	Summe Het.+Rek.
PI	0	0	0	4649	0	0
HF(100)	1808	0	0	6457	1808	0
F1= PI*HF(100)	904	66	0	5619	970	66
F2=F1(50)*HF	1356	33	-137	5901	1252	-104
F3=F2(75)*HF	1582	16	-103	6145	1496	-86
R1=PI*HF(100)	452	33	-137	4997	348	-104
R2=PI*R1(25)	226	16	-103	4789	140	-86

Aus Tabelle 7 ist zu erkennen, dass mit zunehmendem Anteil an Holsteingenen beim Fleckvieh die Zellzahl und die Totgeburtenrate steigen und sich die Fruchtbarkeit verschlechtert. Bei der Nutzungsdauer gleichen sich additive und nicht-additive Effekte annähernd aus.

Tabelle 7: Zu erwartende Leistungen der verschiedenen Kreuzungen und deren additive und nicht-additive Genwirkungen (Het.+Rek.) in den Merkmalen Zellzahl, Non-Return-Rate 90 (%), Totgeburtenrate (%) und Nutzungsdauer (Tage) beim Fleckvieh.

	Zellzahl		NR90		Totgeb.		Nutzungsdauer	
	Mittel	Het.+ Rek.	Mittel	Het.+ Rek.	Mittel	Het.+ Rek.	Mittel	Het.+ Rek.
FL	120.820	0	65,6	0,0	5,1	0	1303	0
HF(100)	168.720	0	61,7	0,0	8,5	0	1164	0
F1=FLxHF(100)	135.470	-9.300	64,2	0,6	6,6	-0,24	1362	145
F2=F1(50)xHF	154.670	-2.075	60,6	-2,1	7,4	-0,25	1296	105
F3=F2(75)xHF	162.339	-394	60,5	-1,7	7,9	-0,16	1238	61
R1=FLxHF(100)	130.720	-2.075	62,5	-2,1	5,7	-0,25	1349	105
R2=FLxR1(25)	126.414	-394	63,5	-1,7	5,4	-0,16	1318	61

5. Zusammenfassung

Die Ergebnisse zeigen, dass die Einkreuzung mit (Red)Holstein zu einer deutlichen Verbesserung der Milchleistung, bei gleichzeitigem Rückgang der Fitnessseigenschaften führt. Von besonderer Bedeutung sind die additiven Genwirkungen. Die Heterosiseffekte sind insgesamt relativ gering und können bei den Fitnessmerkmalen den Rückgang mit höherem Holsteinanteil nicht ausgleichen.

Wenn Holstein zur „Veredelung“ eingesetzt wird, so sollten nur gezielt die besten Tiere dafür ausgewählt werden. Bei der Auswahl der Holstein-Stiere sollte auch auf deren Fitnessseigenschaften Augenmerk gelegt werden, damit durch das Einkreuzen von Milchleistung oder anderer erwünschten Eigenschaften nicht wertvolle Fitnessseigenschaften verloren werden.

Jede Rasse hat ein unterschiedliches Profil mit ihren Stärken und Schwächen, wobei jeder Betriebsleiter die Entscheidung für eine Rasse oder auch Einkreuzung treffen muss. Erfolgreich einkreuzen, verlangt ein klar definiertes Ziel und eine konsequente Umsetzung.

6. Literatur

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

Dickerson, G.E. (1972): Inbreeding and heterosis in animals. *Proc. Animal Breeding and Genetics Symposium in honor of Dr. J.L. Lush, Blacksburg, Virginia, ASAS and ADSA.*

Grosshans, T., Distl, O., Seeland, G. and Wolf, J. (1994): Estimation of individual crossbreeding effects on milk-production traits of the German Black Pied dairy cattle using different genetic models. *J. Anim. Breed. Genet.* 111: 472-492.

Hirooka, H., Groen, A.F. and Van der Werf, J.H.J. (1998): Estimation of additive and non-additive genetic parameters for carcass traits on bulls in dairy, dual purpose and beef cattle breeds. *Livestock Production Science*, 54: 99-105.

Lederer, J., (2005): Kreuzungszucht bei Milch- und Zweinutzungsrassen. Seminar des Ausschusses für Genetik der ZAR, Salzburg.

McAllister, A.J., Lee, A.J., Batra, T.R. and Lin, C.Y. (1994): The Influence of Additive and Nonadditive Gene Action on Lifetime Yields and Profitability of Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 77: 2400-2414.

McAllister, A. J. (2002): Is Crossbreeding the Answer to Questions of Dairy Breed Utilization? *J. Dairy Sci.* 85: 2352-2357.

Schmitt, A. und Distl, O. (1992): Heterosis und Rekombinationseffekte für Abkalbe- und Fruchtbarkeitsmerkmale bei Kreuzungen mit Deutschem Gelbvieh. *Züchtungskunde*, 64: 458-476.

Schüler, L., H. Swalve und K-U. Götz (2001): Grundlagen der Quantitativen Genetik. Ulmer Verlag, Stuttgart.

Wall, E., Brotherstone, S, Kearney J.F., Woolliams, J.A. and Coffey M.P. (2003): Effect of including inbreeding, heterosis and recombination loss in prediction of breeding values for fertility traits. *Interbull Bulletin* 31: 117-121.

VanRaden, P.M. and Sanders A.H. (2003): Economic Merit of Crossbred and Purebred US Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 86: 1036-1044.

Auswirkungen der Kreuzung auf die Zuchtwertschätzung

Christian Fürst

1. Einleitung

In der modernen Tierzucht sind geschätzte Zuchtwerte für wirtschaftlich bedeutende Merkmale die wichtigsten Hilfsmittel zur Selektion. In der Zuchtwertschätzung werden Abstammungsinformationen und Leistungsdaten kombiniert und die genetische Veranlagung eines Tieres mit Hilfe statistischer Verfahren eingeschätzt. Die dabei verwendeten Methoden beruhen auf zum Teil stark vereinfachten Annahmen, haben aber den Vorteil der relativen statistischen und damit auch rechentechnischen Einfachheit. Die Modellierung vor allem der Vererbung wird in Zukunft sicherlich weiter verfeinert werden, es wird allerdings immer eine mehr oder weniger starke Vereinfachung der Wirklichkeit bleiben. Dass bisherige Modelle offenbar bereits relativ nahe an die Realität kommen, beweisen die in vielen Merkmalen weltweit sehr guten Zuchtfortschritte.

Bei den statistischen Ansätzen zur Zuchtwert- und Heritabilitätsschätzung wird üblicherweise unterstellt, dass das jeweilige Merkmal von einer sehr großen Anzahl von Genen mit jeweils dem gleichen kleinen Beitrag und additiver Wirkung bestimmt wird. Davon abweichende Genwirkungen (Dominanz, Epistasie) werden ignoriert.

Auswirkungen der speziellen genetischen Wirkungen durch Kreuzungen auf die Zuchtwertschätzung und mögliche Verbesserungen sollen in diesem Beitrag dargestellt und diskutiert werden.

2. Heritabilitätsschätzung

Die Heritabilität (Erblichkeitsgrad) muss vor der Zuchtwertschätzung mit einer statistischen Datenanalyse ermittelt werden und wird in das Zuchtwertschätzverfahren eingesetzt. Die Höhe der Heritabilität spielt eine große Rolle auf die Variation der Zuchtwerte und deren Sicherheit. Außerdem hängt davon auch die relative Bedeutung der Eigenleistung im Vergleich zur Verwandtschaftsleistung ab. Je höher die Heritabilität desto mehr Aussagekraft hat die Eigenleistung auf den Zuchtwert eines Tieres. Eine korrekte Heritabilitätsschätzung ist somit auch eine Voraussetzung für eine möglichst korrekte Zuchtwertschätzung.

Die genetische Streuung in einer Population wird üblicherweise in eine additive und eine nicht-additive Komponente aufgeteilt. Letztere wird wiederum unterteilt in eine Dominanzvarianz, die durch Wechselwirkung von Genen am selben Genort verursacht wird und eine Epistasievarianz, die durch Wechselwirkung von Genen an verschiedenen Genorten bewirkt wird. In einer Untersuchung an österreichischen Daten (Fürst, 1994, Fürst und Sölkner, 1994) wurden diese nicht-additiv genetischen Varianzkomponenten für verschiedene Merkmale geschätzt. Dabei wurden zum Teil sehr hohe Werte für die Dominanz und besonders für die Epistasie festgestellt. Für die Milchmenge betrug der Anteil der Epistasievarianz (additiv x additiv, Wechselwirkung zwischen 2 Genorten mit jeweils additiver Genwirkung) bis zu ca. 30% an der phänotypischen Varianz und lag damit über der rein additiv genetischen Varianz (Tabelle 1). Bei den Inhaltsstoffen wurde kaum Epistasie jedoch nennenswerte Dominanz festgestellt. Bei der Zwischenkalbezeit waren Dominanz- und Epistasievarianz deutlich höher als die rein additiv

genetische Streuung. Bei Nutzungsdauer und Lebensleistung wurde vor allem eine hohe Dominanzvarianz geschätzt.

Das Problem bei der Schätzung der Heritabilität besteht darin, dass diese durch die Epistasievarianz überschätzt wird. Bei der Milchmenge in der 1. Laktation beim Fleckvieh wurde z.B. eine Heritabilität von 28% geschätzt, wenn Dominanz und Epistasie im Modell nicht berücksichtigt wurden (Heritabilität im weiteren Sinn, genetische Varianz/phänotypische Varianz). Bei einem vollständigen Modell wurde eine Heritabilität von nur 18% geschätzt (Heritabilität im engeren Sinn, additiv genetische Varianz/phänotypische Varianz). Heritabilitäten, die ohne nicht-additiv genetische Effekte im Modell geschätzt wurden, enthielten etwa ¼ der additiv x additiv genetischen Epistasievarianz und waren somit relativ deutlich überhöht (Tabelle 1).

Das bedeutet, dass für eine unverzerrte Schätzung der additiv genetischen Streuung bzw. der Heritabilität die Berücksichtigung von Dominanz und Epistasie notwendig ist. Ein Teil der epistatischen Varianz kann allerdings auch durch die Selektion in normalen Zuchtprogrammen genutzt werden.

Die nicht-additiv genetischen Effekte werden bei der Heritabilitätsschätzung aufgrund von rechentechnischen Problemen üblicherweise nicht berücksichtigt. Ein gewisser Genauigkeitsverlust wird dabei in Kauf genommen.

Tabelle 1: Schätzwerte der genetischen Varianzkomponenten als Verhältnis zur phänotypischen Varianz (Fürst, 1994, Fürst und Sölkner, 1994).

Merkmal	Rasse	h^2	h^2_a	h^2_d	h^2_{aa}
Milchmenge – 1. Lakt.	Fleckvieh	0,28	0,18	0,08	0,33
	Braunvieh	0,24	0,15	0,06	0,28
Fettgehalt – 1. Lakt.	Fleckvieh	0,50	0,50	0,06	0,01
	Braunvieh	0,59	0,58	0,24	0,00
Eiweißgehalt – 1. Lakt.	Fleckvieh	0,60	0,60	0,07	0,00
	Braunvieh	0,72	0,72	0,19	0,00
Zwischenkalbezeit	Fleckvieh	0,03	0,02	0,04	0,06
	Braunvieh	0,03	0,01	0,01	0,07
Nutzungsdauer	Fleckvieh	0,14	0,13	0,21	0,03
	Braunvieh	0,15	0,13	0,35	0,03
Lebensleistung	Fleckvieh	0,22	0,18	0,26	0,12
	Braunvieh	0,26	0,13	0,52	0,40

h^2 = Heritabilität im weiteren Sinn (genetische Varianz/phänotypische Varianz)

h^2_a = Heritabilität im engeren Sinn (additiv genetische Varianz/phänotypische Varianz)

h^2_d = Dominanzvarianz/phänotypische Varianz

h^2_{aa} = Epistasievarianz (additiv x additiv)/phänotypische Varianz

3. Zuchtwertschätzung

Unter dem Zuchtwert versteht man die **im Durchschnitt bei den Nachkommen wirksamen Erbanlagen** eines Tieres. Mit dem Zuchtwert eines Tieres soll nicht die eigene Leistung beurteilt werden, sondern die bei durchschnittlicher Umwelt im Mittel zu erwartende Leistung seiner Nachkommen, wenn es an eine Zufallsstichprobe der Population angepaart wird. Der wahre Zuchtwert eines Tieres ist nur ein hypothetischer, grundsätzlich unbekannter Wert, weil die für seine Erfassung notwendigen Bedingungen in der Praxis nie zur Gänze erfüllbar sind.

Ziel jeder Zuchtwertschätzung ist die Erstellung einer Rangierung der Tiere einer Population gemäß ihrem züchterischen Wert.

Dem **Prinzip der Zuchtwertschätzung** liegen zwei Tatsachen zugrunde:

- Die Leistung eines Tieres wird sowohl von seiner genetischen Veranlagung als auch der Umwelt, in der es die Leistung erbringen muss, beeinflusst.
- Über die genetische Veranlagung eines Tieres sagt nicht nur seine eigene Leistung etwas aus, sondern auch die Leistungen verwandter Tiere, weil verwandte Tiere einen bestimmten Anteil gleicher Gene haben.

Daraus ergeben sich die zwei wichtigsten **Aufgaben** der Zuchtwertschätzung: 1. Die rechnerisch korrekte Trennung von genetischen und umweltbedingten Effekten und 2. die optimale Gewichtung der leistungsbedingten Informationen verwandter Tiere.

3.1 Korrektur der Kreuzungseffekte

Bei der konventionellen BLUP-Tiermodell-Zuchtwertschätzung geht man von einer unendlich großen Anzahl von Genorten mit jeweils vernachlässigbar kleinen Effekten aus. Der genetische Wert eines Tieres ist als Summe all dieser Geneffekte an allen Genorten definiert. Wechselwirkungen von Genen innerhalb eines Genortes (Dominanz) oder zwischen Genorten (Epistasie) werden in der Regel nicht berücksichtigt. Das führt dazu, dass es zu entsprechenden Verzerrungen und Fehleinschätzungen kommen kann. Eine korrekte Abbildung des genetischen Modells ist kaum machbar, sodass eine vereinfachte Berücksichtigung und Korrektur dieser Effekte im herkömmlichen Zuchtwertschätzmodell eine praktikable Lösung darstellt.

Mittlerweile berücksichtigen bereits einige Länder die Heterosis (und den Rekombinationsverlust) im Zuchtwertschätzmodell. Laut Interbull-Homepage (www.interbull.org) sind das bei der Milchleistung die Länder Dänemark, Frankreich, Großbritannien, Schweden und die gemeinsame Zuchtwertschätzung Niederlande-Belgien-Luxemburg. In Österreich und Deutschland werden diese Effekte bisher nicht in der Zuchtwertschätzung berücksichtigt. Vorbereitende Arbeiten dazu laufen aber bereits.

Zur Abschätzung wie groß die Fehleinschätzung durch die Vernachlässigung von Heterosis und Rekombinationsverlust ist, wurden vereinfachte Zuchtwertschätztestläufe gemacht.

Als Leistungsmerkmal wurde die Milchleistung in der 1. Laktation von Fleckvieh- und Pinzgauerkühen in Österreich gewählt.

Bei der Kontrollvariante wurden folgende Effekte im Modell berücksichtigt:

- Region*Jahr
- Herdenjahreseffekt (Summe Fett+Eiweißmenge aus der offiziellen Testtagsmodell-ZWS)
- Erstkalbealter

Im vollständigen Modell wurden schließlich

- Heterosis und
- Rekombinationsverlust

zusätzlich berücksichtigt.

In den Tabellen 2 und 3 sind die Zuchtwertänderungen bei Berücksichtigung von Heterosis und Rekombinationsverlust bei den Stieren für Fleckvieh und Pinzgauer angegeben. Bei Stieren mit einem Red Holstein-Genanteil unter 25% sind die Auswirkungen gering. Bei 50%-igen Tieren beträgt die Überschätzung bei der Milchmenge in der 1. Laktation immerhin 163 kg beim Fleckvieh und 94 bei den Pinzgauern. Reine RH-Stiere sind um über 300 kg Milch überschätzt. Wenn man unterstellt, dass der Effekt bei Fett- und Eiweißmenge ungefähr gleich wie bei der Milchmenge ist, würde die Überschätzung im Milchwert (MW) bei den reinen RH-Stieren ca. 8-10 Punkte betragen. Bei Stieren mit 50% RH-Anteil wären es etwa 2-4 MW-Punkte. Diese Ergebnisse sind auch direkt auf die Kühe übertragbar.

Bei der Nutzungsdauer zeigte sich beim Fleckvieh etwas überraschend eine geringere Überschätzung durch die Nicht-Berücksichtigung der speziellen Genwirkungen. Bei reinen RH-Stieren wurde eine Überschätzung von 4-8 Zuchtwertpunkten festgestellt (Tabelle 2 und 3).

Da sich die Berücksichtigung von Heterosis und Rekombinationsverlust praktisch nur auf Tiere mit Fremdgenanteil auswirkt, lag die Korrelation zwischen den Zuchtwerten jeweils über 0,99. Bei Tieren mit höheren Fremdgenanteilen ist also von nennenswerten Überschätzungen vor allem durch den Heterosiseffekt auszugehen. Inwieweit sich diese Ergebnisse von Red Holstein auf Montbeliarde übertragen lassen, wurde nicht untersucht. Man kann jedoch eine ähnliche Situation vermuten.

Tabelle 2: Ungefähre Zuchtwertänderungen bei Berücksichtigung von Heterosis und Rekombinationsverlust bei Milch und Nutzungsdauer bei Stieren (Fleckvieh).

RH-Genanteil (%)	Milch-kg 1. Lakt.	MW	ZW ND
0	+10	+0,2	+0,6
6,25	-10	-0,2	+0,3
12,5	-23	-0,6	-0,2
25	-63	-1,6	-1,3
50	-163	-4,1	-3,0
75	-225	-5,6	-4,3
100	-370	-9,1	-4,0

Tabelle 3: Ungefähre Zuchtwertänderungen bei Berücksichtigung von Heterosis und Rekombinationsverlust bei Milch und Nutzungsdauer bei Stieren (Pinzgauer).

RH-Genanteil (%)	Milch-kg 1. Lakt.	MW	ZW ND
0	+10	+0,3	+0,6
6,25	-2	-0,0	+0,2
12,5	-8	-0,2	-0,6
25	-29	-0,7	-2,4
50	-94	-2,3	-5,6
75	-153	-3,8	-8,2
100	-312	-7,7	-8,1

3.2 Spezielle Kombinationseignung

Bereits im Jahr 1940 wurde die Möglichkeit in Betracht gezogen, dass der Zuchtwert eines Stieres bei verschiedenen Paarungen unterschiedlich sein könnte (Seath und Lush, 1940). Bei der Untersuchung der speziellen Kombinationseignung oder des Passereffekts stellt sich einfach ausgedrückt die Frage: „Liegen Nachkommen des Stieres A, die den Stier B als Muttersvater haben, über oder unter dem Leistungsdurchschnitt von anderen Nachkommen des Stieres A, die einen Muttersvater mit gleichem additiv genetischen Zuchtwert wie Stier B haben?“ (Allaire und Henderson, 1965, Lederer, 1973).

Aus der bereits unter Punkt 2 angesprochenen Untersuchung an österreichischen Daten (Fürst, 1994) sind die Differenzen zwischen minimaler und maximaler spezieller Kombinationseignung von Vater-Muttersvater-Kombinationen in absoluten Zahlen und relativ zur phänotypischen Standardabweichung angegeben. Bei der Milchmenge in der 1. Laktation ergab sich eine Differenz von knapp unter 300 kg Milch, was ungefähr einem Drittel der phänotypischen Streuung entspricht. Das bedeutet, dass sich bei der optimalen Kombination eines Vaters mit einem Muttersvater eine um ca. 150 kg Milch höhere Überlegenheit ergibt, als aufgrund der (additiv genetischen) Zuchtwerte zu erwarten ist.

Abgesehen von den hohen Werten für die Inhaltsstoffe beim Braunvieh sind die Ergebnisse bei Fleckvieh und Braunvieh relativ ähnlich. Die Schätzwerte erscheinen überwiegend als eher niedrig, bei den Langlebighkeitsmerkmalen etwas höher. Inwieweit sich aus diesen Ergebnissen

eine sinnvolle Nutzung in der praktischen Rinderzucht ableiten lässt, sollte Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.

Tabelle 4: Differenzen zwischen minimaler und maximaler spezieller Kombinationseignung (Fürst, 1994).

Merkmal	Rasse	relativ zu	
		absolut	phänotyp. Std.abw.
Milchmenge (kg, 1. Lakt.)	Fleckvieh	283	0,34
	Braunvieh	251	0,28
Fettgehalt (% , 1. Lakt.)	Fleckvieh	0,065	0,18
	Braunvieh	0,158	0,46
Eiweißgehalt (% , 1. Lakt.)	Fleckvieh	0,041	0,19
	Braunvieh	0,066	0,30
Zwischenkalbezeit (Tage)	Fleckvieh	8,6	0,15
	Braunvieh	8,4	0,13
Nutzungsdauer (Tage)	Fleckvieh	482	0,47
	Braunvieh	425	0,41
Lebensleistung (kg)	Fleckvieh	8835	0,66
	Braunvieh	9117	0,66

3.3 Gebrauchskreuzungszuchtwert

Seit dem Jahr 2000 wird von der ZAR bzw. ZuchtData ein "Gesamtzuchtwert" für Fleckvieh-, Original-Braunvieh- und Fleischrassestiere in der Gebrauchskreuzung zur Verfügung gestellt - der Gebrauchskreuzungszuchtwert (GKZ). Leistungen von Kreuzungsprodukten von Fleischrassestieren, die in der Gebrauchskreuzung auf Fleckvieh und Braunvieh eingesetzt werden, werden in der Fleckvieh- bzw. Braunvieh-Zuchtwertschätzung verwendet und bilden die Grundlage für die geschätzten Zuchtwerte für den GKZ.

Zweifelsohne stellt das Fleisch den wichtigsten Bereich in der Gebrauchskreuzung dar, da die Einnahmen ausschließlich über die Fleischnutzung erzielt werden können. Die Zuchtwertschätzung für Fleischleistung wird in Österreich seit 1995 durchgeführt. Die dafür verwendeten Daten sind Felddaten, die auf Versteigerungen bzw. auf Schlachthöfen erhoben werden oder stammen aus Prüfstationen (z.B. Kalsdorf, Kleßheim, Rosenau). Die Zielmerkmale in der Zuchtwertschätzung auf Fleischleistung sind Nettozunahme, Fleischanteil und EUROP-Handelsklasse. Der Fleischwert (FW) stellt einen Index unter Einbeziehung dieser 3 Merkmale dar, wobei diese 60 : 20 : 20 gewichtet sind. Der FW wird sehr stark von der Zuwachsleistung geprägt und weniger von den eigentlichen Schlachtleistungsmerkmalen. Für den GKZ wurde daher eine Gewichtung mit stärkerer Betonung der Schlachtleistung gewählt.

Für eine wirtschaftliche Gebrauchskreuzung ist selbstverständlich nicht nur die Fleischleistung der Nachkommen wichtig, sondern auch die Fruchtbarkeit der eingesetzten Stiere, ein problemloser Kalbeverlauf und vitale Kälber. Deshalb werden für die Berechnung des GKZ nicht nur die Fleischzuchtwerte, sondern auch die Zuchtwerte für Fruchtbarkeit, Kalbeverlauf und Totgeburtenrate (jeweils paternal) berücksichtigt. In Tabelle 5 sind die wirtschaftlichen Gewichte dargestellt. Zwischen Fleisch und Fitness ergibt sich ein Verhältnis von 70 : 30.

Tabelle 5: Wirtschaftliche Gewichte zur Berechnung des Gebrauchskreuzungszuchtwertes (GKZ) bei Fleckvieh und Braunvieh.

	Merkmal	Wirtschaftliches Gewicht (%)	
Fleisch	Tägliche Zunahmen	27,5	70,0
	Ausschlachtung	27,5	
	Handelsklasse	15,0	
Fitness	Fruchtbarkeit-paternal	7,5	30,0
	Kalbeverlauf-paternal	10,0	
	Totgeburtenrate-paternal	12,5	

Für die tatsächliche Bedeutung der einzelnen Merkmale im GKZ sind aber nicht nur die wirtschaftlichen Gewichte entscheidend, sondern auch die Heritabilität der Merkmale, die Sicherheit der geschätzten Zuchtwerte und die genetischen Beziehungen der Merkmale zueinander. Unter Berücksichtigung all dieser Tatsachen ergibt sich bei Fleckvieh und Braunvieh leicht unterschiedlich, dass Ausschlachtung und Handelsklasse gefolgt von Totgeburtenrate und Kalbeverlauf die wichtigsten Merkmale darstellen.

Wie die meisten Einzelzuchtwerte wird auch der GKZ als Relativzahl mit dem Mittelwert 100 und einer Streuung von 12 Punkten veröffentlicht, wobei Zuchtwerte über 100 züchterisch wünschenswert sind. In den Tabellen 6 und 7 sind die besten Stiere nach GKZ für Fleckvieh und Braunvieh angegeben. Bei einer "Gebrauchskreuzung" mit den angeführten Stieren auf Fleckvieh- bzw. Braunviehkühe kann man den größten Erfolg erwarten.

Tabelle 6: Topliste nach GKZ - Fleckvieh (Sicherheit GKZ > 60%, Feb. 2005).

Rg	Name	Rasse	J.	GKZ	FW	TGZ	AUS	HKL	Fp	Kp	Tp
1	VICTORIEUX	Weiß-blauer Belgier	1991	156	150	105	162	161	116	72	82
2	GULIVER	Weiß-blauer Belgier	1994	155	149	107	159	155	122	83	90
3	BELGI	Weiß-blauer Belgier	1996	149	137	104	153	131	109	106	108
4	FLINK	Limousin	1996	144	126	98	145	147	110	98	98
5	RED BULL	Limousin	1998	140	116	94	146	131	115	108	104
6	VOMP	Limousin	1996	136	117	94	136	142	102	104	102
7	GUSTL	Fleckvieh	1991	134	130	113	125	132	80	110	108
8	STATT	Blonde d'Aquitaine	1996	133	132	106	144	117	105	90	93
9	BALBACH	Fleckvieh	1992	132	129	118	114	127	100	107	110
10	HUB	Fleckvieh	1995	131	136	115	115	129	88	105	108
11	PALBO	Fleckvieh	1991	130	130	122	121	124	97	97	98
12	MOSEL	Fleckvieh	1992	130	130	119	113	122	105	98	109
13	HUMID	Fleckvieh	1996	130	125	132	110	110	103	107	107
14	EGONT	Fleckvieh	1997	129	135	116	115	119	107	105	107
15	CARAMBA	Limousin	1987	129	123	102	122	131	109	100	103
16	UTUBA	Fleckvieh	1990	129	117	130	107	112	113	101	107
17	SONG	Fleckvieh	1999	128	129	117	115	122	95	100	108
18	RAUHREIF	Fleckvieh	1995	127	136	118	111	119	108	104	108
19	EISEN	Fleckvieh	1997	127	135	119	115	120	100	102	98
20	ZEUSEL	Fleckvieh	1987	127	130	115	112	118	104	115	109

GKZ = Gebrauchskreuzungszuchtwert, FW = Fleischwert, TGZ = Tägliche Zunahmen, AUS = Ausschlachtungsprozente, HKL = EUROP-Handelsklasse, Fp = Fruchtbarkeit paternal, Kp = Kalbeverlauf paternal, Tp = Totgeburtenrate paternal

Tabelle 7: Topliste nach GKZ - Braunvieh (Sicherheit GKZ > 40%, Feb. 2005).

Rg	Name	Rasse	J.	GKZ	FW	TGZ	AUS	HKL	Fp	Kp	Tp
1	GULIVER	Weiß-blauer Belgier	1994	197	197	114	170	231	116	84	100
2	IMPERIAL	Weiß-blauer Belgier	1995	191	196	118	152	224	104	59	93
3	KRIM	Weiß-blauer Belgier	1999	179	164	108	141	187	112	105	114
4	BELGI	Weiß-blauer Belgier	1996	177	164	107	148	187	107	101	110
5	STAROX	Blonde d'Aquitaine	1999	157	151	106	139	160	113	91	102
6	ERICH	Blonde d'Aquitaine	1992	156	156	105	146	170	116	67	97
7	STATT	Blonde d'Aquitaine	1996	156	155	105	143	172	115	67	79
8	GUIGNOL	Blonde d'Aquitaine	1991	147	153	106	143	162	115	58	72
9	PLANET	Limousin	1994	135	123	94	125	151	88	93	103
10	LIBERTY	Limousin	1996	134	124	95	118	152	108	95	108

GKZ = Gebrauchskreuzungszuchtwert, FW = Fleischwert, TGZ = Tägliche Zunahmen, AUS = Ausschlachtungprozente, HKL = EUROP-Handelsklasse, Fp = Fruchtbarkeit paternal, Kp = Kalbeverlauf paternal, Tp = Totgeburtenrate paternal

Der GKZ liefert objektive Informationen über die einzelnen angebotenen Stiere der jeweiligen Rassen. Da die Unterschiede sowohl in Bezug auf Fleischleistung als auch Fitnessmerkmale innerhalb einer Rasse sehr groß sind und auch größer sein können als zwischen verschiedenen Rassen, steht mit den Ergebnissen der Zuchtwertschätzung ein wertvolles Hilfsmittel zur Verfügung, um die passenden Vatertiere zu finden. Da mit den Tieren aus der Gebrauchskreuzung in der Regel nicht weitergezüchtet wird, ist es zwar fachlich nicht korrekt aber in der Praxis kein Problem bzw. sogar beabsichtigt, dass der Heterosiseffekt nicht in der Zuchtwertschätzung berücksichtigt werden. Die Vorteile durch den Heterosiseffekt kommen somit auch in den Zuchtwerten zum Ausdruck.

Für die Mutterkuhhaltung in der Reinzucht spielen aber z.B. auch die Milchleistung bzw. zusätzliche Merkmale wie das Aufzuchtgewicht eine entsprechende Rolle. Aus diesem Grund wird zusätzlich zum GKZ ein "Mutterkuh-Gesamtzuchtwert" entwickelt werden müssen.

4. Praktische Aspekte

Neben den theoretisch-fachlichen Aspekten gibt es auch einige praktische Probleme mit Kreuzungstieren in Bezug auf die Zuchtwertschätzung.

Die Zuchtwertschätzung erfolgt für jede Rasse separat. Das bedeutet, dass z.B. eine Fleckviehkuh mit 75% Red Holstein-Genanteil, je nach dem welchem Herdebuch sie zugeteilt ist, einen Fleckvieh-Zuchtwert oder einen (Red) Holstein-Zuchtwert bekommt. Bei der Zuteilung zu einer Rasse ist auch zwischen Holstein (Schwarzbunt) und Red Holstein (Rotbunt) zu unterscheiden, da die Zuchtwerte auf unterschiedlicher Basis ausgewiesen werden.

Holstein- bzw. Fleckvieh- oder auch Pinzgauer-Zuchtwerte werden sich in der Regel deutlich unterscheiden. Das bedeutet, dass der Bauer für seine Kühe Zuchtwerte bekommt, die nicht direkt miteinander vergleichbar sind. Für die Interpretation und Einschätzung eines Zuchtwertes ist die Zuchtwertschätzrasse entscheidend, die allerdings mittlerweile praktisch auf allen Berichten angegeben wird. In vielen Betrieben führt es dazu, dass nur eine einzige Kuh bei einer anderen Rasse geschätzt wird, wodurch in der Testtagsmodell-Zuchtwertschätzung kein Vergleich mit Herdengefährtinnen möglich ist. Diese Zuchtwerte sind dadurch auch entsprechend unsicher geschätzt und nur von begrenzter Aussagekraft. Wenn noch dazu die Mutter bei der jeweils anderen Rasse mitgeschätzt wird, fehlt zusätzlich auch noch die Mutterinformation in der Zuchtwertschätzung.

Bei der Berechnung von Pedigree- oder vorgeschätzten Zuchtwerten aufgrund der Elternzuchtwerte ist zu beachten, dass das nur möglich ist, wenn die Eltern einen Zuchtwert der gleichen Rasse aufweisen. Für ein Kreuzungstier z.B. aus einer Fleckvieh-Kuh und einem Red Holstein-Stier ohne Fleckvieh-Zuchtwert ist die Berechnung des Ahnenindex nicht zulässig.

Durch den Einsatz von Stieren auf mehrere Rassen bzw. Populationen kommt es auch dazu, dass diese Stiere mehrere Zuchtwerte bekommen. Ein Red Holstein-Stier kann dadurch neben dem Red Holstein-Zuchtwert auch noch Zuchtwerte für Fleckvieh und Pinzgauer bekommen, die in der Regel durch die unterschiedlichen Rassenniveaus deutlich unterschiedlich sind.

5. Zusammenfassung

Das Einkreuzen mit Fremdrassen oder anderen Linien führt zum Auftreten von Heterosis und Rekombinationsverlust. Da in der Zuchtwert- und Heritabilitätsschätzung in der Regel nur additive Genwirkungen unterstellt werden, kann es zu deutlichen Fehleinschätzungen kommen. Eine Nicht-Berücksichtigung der Kreuzungseffekte kann zu einer Überschätzung von Red Holstein-Stieren auf Fleckvieh und Pinzgauer von bis zu etwa 10 Milchwert-Punkten führen. Die Korrektur dieser Effekte in der Zuchtwertschätzung ist machbar, muss aber vor einer Einführung noch genauer untersucht werden.

Eine besonders günstige Kombination von Stierlinien zur Nutzung nicht-additiv genetischer Effekte ist möglich. Der mögliche Erfolg scheint allerdings begrenzt zu sein.

Für die Fleisch-Gebrauchskreuzung steht ein Gebrauchskreuzungszuchtwert zur Verfügung, der die Auswahl geeigneter Stiere erleichtert.

Praktische Probleme bei Kreuzungen treten vor allem in Einkreuzungsbetrieben auf, wo die Kühe verschiedenen Zuchtwertschätzzrassen zugeordnet werden. Durch die Nicht-Vergleichbarkeit von Zuchtwerten von verschiedenen Rassen kommt es häufig zu Missverständnissen und Akzeptanzproblemen.

6. Literatur

Allaire, F.R. und C.R. Henderson, 1965. Specific combining abilities among dairy sires. *J. Dairy Sci.* 48: 1096.

Fürst, C., 1994. Schätzung und züchterische Bedeutung nicht-additiv genetischer Varianzkomponenten in der Rinderzucht. Dissertation, Universität für Bodenkultur, Wien.

Fürst, C. und J. Sölkner, 1994. Additive and nonadditive genetic variances for milk yield, fertility, and lifetime performance traits of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 77: 1114-1125.

Lederer, J., 1973. Einfluss von Inzucht und spezieller Kombinationseffekte auf die Milchleistung in der Reinzucht von Rindern. Dissertation, Universität für Bodenkultur, Wien.

Seath, D.M. und J.L. Lush, 1940. 'Nicking' in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 23: 103.

Kreuzungszucht bei Fleischrindern

Birgit Fürst-Waltl

1. Einleitung

In Ländern mit einer langen Tradition der Fleischrinderhaltung spielt die Kreuzungszucht in der kommerziellen Produktion, also in der Mutterkuhhaltung zur Rindfleischproduktion, eine große Rolle. Dazu zählen etwa die USA, Kanada oder Australien. Ein wesentlicher Grund für die Anwendung von Kreuzungszuchtmethoden ist die Nutzung des Heterosiseffektes. Der Heterosiseffekt kommt sowohl durch erhöhte Fitness als auch durch erhöhte Leistungen zum Tragen und kann dadurch die Erlöse steigern. Je nach Kreuzungszuchtsystem ist jedoch die Höhe der erreichbaren Heterosis unterschiedlich. Außerdem wirkt sie sich auf verschiedene Merkmalskomplexe unterschiedlich stark aus. Neben der Heterosis bietet die Kreuzungszucht aber auch die Möglichkeit, Leistungsstärken verschiedener Rassen zu kombinieren bzw. Schwächen einer Rasse durch Stärken einer anderen Rasse auszugleichen.

Ziel jedes Kreuzungszuchtprogramms sollte es sein, diese Effekte bestmöglich zu nutzen. Dies bedeutet je nach Kreuzungszuchtsystem unterschiedliche Anforderungen an das Management. Selbst in Ländern mit hohem Anteil von Kreuzungszucht konnte aber gezeigt werden (Sundstrom et al., 1994), dass in vielen Betrieben sowohl die Planung als auch die Durchführung der Kreuzungszucht nicht als optimal bezeichnet werden kann. Zu berücksichtigende Punkte sind z.B. Betriebsgröße, Arbeitsaufwand, Absatzmöglichkeiten der Kreuzungstiere oder Zukaufmöglichkeiten von F1-Muttertieren.

Im folgenden wird ein kurzer Überblick über die Größe der Heterosiseffekte in verschiedenen Merkmalen und Leistungseigenschaften der Fleischrinderrassen dargestellt. Weiters werden angewandte Systeme der Kreuzungszucht in der Fleischrinderhaltung beschrieben.

2. Heterosiseffekte

Der Heterosiszuwachs kann vereinfacht folgendermaßen berechnet werden (Buchanan und Northcutt):

$$\% \text{ Heterosis} = \frac{\text{Kreuzungsdurchschnitt} - \text{Reinzuchtdurchschnitt}}{\text{Reinzuchtdurchschnitt}} \times 100$$

Als Beispiel sollen die Absetzgewichte männlicher Tiere der Rassen Fleckvieh, Charolais und Limousin und deren Kreuzungen herangezogen werden in Österreich (Quelle: Zuchtdata):

Reinzucht: FVxFV 282 kg CHxCH 285kg LixLI 265kg
Kreuzung: FVxCH¹ 292 kg FVxLI 283 kg

Für Fleckvieh und Charolais ist der Durchschnitt der Reinzucht 283,5 kg, für Fleckvieh und Limousin 273,5 kg. Die Heterosis kann demnach folgendermaßen berechnet werden:

$$\text{Heterosis}\%_{\text{FVxCH}} = [(292-283,5)/283,5] \times 100 = 3\%$$

$$\text{Heterosis}\%_{\text{FVxLI}} = [(283-273,5)/273,5] \times 100 = 3,5\%$$

¹ International steht normalerweise die Rasse des männlichen Tieres an erster Stelle. In diesem Beitrag wird aber generell die in Österreich übliche Form von weiblich x männlich verwendet.

Heterosis kann positiv oder negativ sein und sogar dann positiv sein, wenn eine der beiden Elternrassen die Kreuzungstiere leistungsmäßig übertrifft. Je nachdem, welche der Rassen als Vater- oder Mutterrasse eingesetzt wird, kann ein unterschiedlicher Effekt erzielt werden, was als Stellungseffekt bezeichnet wird.

Folgende drei Arten der Heterosis können unterschieden werden (Buchanan und Northcutt; Schoeman, 1999):

Individuelle Heterosis ist der Vorteil des Kreuzungstieres gegenüber dem Durchschnitt der Reinzuchteltern. Um auf das Beispiel von vorhin zurückzukommen, erzielen Kreuzungskälber höhere Absetzgewichte als der Durchschnitt der Reinzuchtkälber.

Maternale Heterosis ist Heterosis, die sich auf Grund des Einsatzes einer gekreuzten Mutter ergibt, z.B. hinsichtlich der Milchleistung oder der Zwischenkalbezeit. Dadurch verbessert sich nicht nur die Leistung des einzelnen Kalbes, erhöht wird auch die Gesamtanzahl der Kälber bzw. das Gesamtgewicht aller abgesetzten Kälber einer Kuh.

Paternale Heterosis bezieht sich auf die Überlegenheit in den Nachkommen, wenn gekreuzte Väter eingesetzt werden. Paternale Heterosis wird am seltensten genutzt und spielt im wesentlichen nur hinsichtlich der Fruchtbarkeit eine Rolle. Durch verbesserte Spermaqualität kann beispielsweise ebenfalls die Zwischenkalbezeit verkürzt werden.

Wie schon eingangs erwähnt, wirkt sich die Heterosis auf verschiedene Merkmalskomplexe unterschiedlich aus. Im Allgemeinen gilt, dass sich die Heterosis zur Heritabilität (Erblichkeit) gegensätzlich verhält: das heißt, dass bei Merkmalen mit niedriger Heritabilität (z.B. Zwischenkalbezeit) die höchsten Heterosiseffekte erzielbar sind (z.B. Anderson, 1990; Schoeman, 1999). Einen Überblick über die Heritabilitäten ausgewählter Merkmale in der Fleischrinderzucht gibt Tabelle 1.

Tabelle 1: Mittlere gewichtete Heritabilitäten für ausgewählte Merkmale in der Fleischrinderzucht von Koots et al. (1994).

Merkmal	Anzahl Literaturstellen	h²
Geburtsgewicht	167	0,31
Absetzgewicht	234	0,24
Tägliche Zunahmen (Absetzgewicht)	104	0,29
Jahresgewicht	147	0,33
Tägliche Zunahmen (Jahresgewicht)	23	0,34
Ausschlachtung (gewichtskorrigiert)	8	0,38
Rückenfett (gewichtskorrigiert)	15	0,46
Zwischenkalbezeit	3 (Kühe)	0,01
	7 (Kalbinnen)	0,06
Konzeptionsrate	21 (Kühe)	0,17
	9 (Kalbinnen)	0,05
Kalbeverlauf (% ohne Hilfe)	72 (Kühe)	0,13
	19 (Kalbinnen)	0,10

Im großen und ganzen können Merkmale in der Fleischrinderzucht in drei Gruppen geteilt werden: Reproduktionsmerkmale mit relativ hoher, Wachstumsmerkmale mit mittlerer und Schlachtkörpermerkmale mit eher niedriger Heterosis. In Tabelle 2 wird ein Überblick über veröffentlichte Heterosiseffekte dargestellt. Diese Werte beziehen sich auf Kreuzungen innerhalb von *Bos taurus*. Wie zu sehen ist, ist die Heterosis auf Einzelmerkmale oft nicht allzu groß; berücksichtigt man aber Merkmale wie Summe der Absetzgewichte aller Kälber so beträgt der Heterosiseffekt durchaus auch über 20%. Bei Kreuzungen von *Bos taurus* x *Bos indicus* können

noch höhere Heterosiseffekte erwartet werden, da größere genetische Unterschiede zwischen den Kreuzungspartnern bestehen. In Australien wurde etwa für das Absetzgewicht bei Brahman x Hereford Kreuzungen ein Heterosiseffekt von mehr als 10% beobachtet. Für Gesamtabsetzgewicht pro Kuh wurden sogar Werte von mehr als 50% veröffentlicht, die zum Großteil auf maternale Heterosis zurückzuführen sind (zitiert in Schoeman, 1999).

Tabelle 2: Heterosis in der Fleischrinderzucht (nach Cundiff und Gregory, 1999; Marshall, 1994; Kress and Nelson, 1988, Long, 1980).

Merkmal	Individuelle Heterosis %	Maternale Heterosis %
Geburtsgewicht	2,4-2,7	1,6-1,7
Absetzgewicht	3,9-4,7	3,9-4,2
Jahresgewicht	3,8	-
Tägliche Zunahmen	2,6-6,4	-1,4
Ausschlachtung	-0,2-0,6	-
Qualitätsklasse	0,7-1,6	0,6
Marmorierung	3,8	-1,1
Gesamtanzahl Kälber/Kuh	-	17,0
Gesamtgewicht aller abgesetzten Kälber	-	25,3
Nutzungsdauer	-	16,2
Kalbeverlauf (% ohne Hilfe)	2,0	0
Milchleistung	-	9,0

3. Kombinationseffekte

Wie schon vorher erwähnt, ist der zweite große Vorteil der Kreuzungssysteme die Nutzung der Möglichkeiten, die Stärken verschiedener Rassen zu kombinieren. Eine häufige Kombination in der Fleischrinderhaltung sind gute Muttereigenschaften und Anpassungsfähigkeit mit raschem Wachstum. Ein anderes Beispiel ist die Kombination von hoher Ausschlachtung mit hohem Anteil an intramuskulärem Fett. Man nützt hier also die Kreuzung um den Schwierigkeiten, die sich durch die Selektion auf antagonistische Merkmale ergeben, zu entgehen. Natürlich kann nicht in allen Merkmalen ein Maximum erzielt werden – entscheidend ist eher die Optimierung als die Maximierung. Ergebnisse der Nutzung dieser Kombinationseffekte sind auch eigene Rassen wie z.B. Santa Gertrudis (Shorthorn und Brahman), Brangus (Brahman und Angus) oder Simbrah (Simmental und Brahman). Ein solches Zuchtverfahren, die Kombinationszucht, zählt dann allerdings wieder zu den Reinzuchtmethoden.

4. Wahl des Kreuzungssystems

4.1 Diskontinuierliche Kreuzungen

Diskontinuierliche Kreuzungen werden durchgeführt um Tiere zu erzeugen mit denen nicht weitergezüchtet wird (siehe Beitrag von R. Baumung, 2005).

Einfachkreuzung. Die einfachste und in Österreich üblichste Form der Kreuzung bei Fleischrindern ist die Gebrauchskreuzung. Dabei werden Kühe von Milch- bzw. Zweinutzungsrassen, die züchterisch weniger interessant sind, mit Fleischrinderstieren

angepaart. Erwünscht wären in diesem Zusammenhang natürlich männliche Kreuzungskälber, da diese zu 100% in die Mast gehen. Die Besamungen mit Fleischrindstieren haben in den vergangenen Jahren deutlich zugenommen. Im Jahr 2003 wurden über 60.000 Besamungen mit Limousin- und etwa 46.000 mit Weiß-Blauen Belgier-Stieren durchgeführt; der überwiegende Teil davon entfällt auf Besamungen von Kühen mit Milchproduktion.

Tabelle 3: Überblick über die Ergebnisse der Untersuchung geeigneter Vatterassen für die Gebrauchskreuzung mit Braunvieh (Kögel et al. 1989a, b, c und Augustini et al., 1992).

Rasse ¹	TGZ ² (g)	AUS ² (%)	NTGZ ² (g)	EUROP ² (Kl.)	B ²
BV x BV	1209	58,5	682	2,99	4,71
BV x FV	+63	+0,6	+45	+0,46	+1,06
BV x BA	+29	+3,4	+54	+0,91	+1,97
BV x PM	-36	+3,7	+24	+0,71	+1,48
BV x LI	-78	+2,8	-8	+0,67	+1,51

¹BV = Braunvieh FV = Fleckvieh, BA = Blonde d'Aquitaine, PM = Piemonteser, LI = Limousin

²TGZ = tägliche Zunahmen, AUS = Ausschlachtung, NTGZ= Nettotageszunahme, EUROP = EUROP-Handelsklasse, B = Bemuskelungsnote

Tabelle 4: Überblick über die Ergebnisse der Untersuchungen verschiedener Vatterassen für die Gebrauchskreuzung mit Fleckvieh (Kögel et al. 2000a, b).

Rasse ¹	Geburten ohne Hilfe (%)	TGZ ² (g)	AUS ² (%)	NTGZ ² (g)	EUROP ² (Kl.)
FV x FV	47	1221	59,0	733	3,34
FV x FVF	-3	+16	+0,9	+22	+0,41
FV x CH	-13	+46	+2,7	+63	+0,83
FV x BA	-4	-23	+3,4	+28	+0,63
FV x LI	-	-11	+2,6	+24	+0,63

¹FV = Fleckvieh, FVF = Fleckvieh Fleisch, CH = Charolais, BA = Blonde d'Aquitaine, LI = Limousin

²TGZ = tägliche Zunahmen, AUS = Ausschlachtung, NTGZ = Nettotageszunahme, EUROP = EUROP-Handelsklasse

Tabelle 5: Überblick über die Ergebnisse der Untersuchungen verschiedener Vatterassen für die Gebrauchskreuzung mit Fleckvieh (Kögel et al. 2001a, b).

Rasse ¹	Geburten ohne Hilfe (%)	TGZ ² (g)	AUS ² (%)	NTGZ ² (g)	EUROP ² (Kl.)
FV x FV	46	1210	58,5	717	3,39
FV x PM	+1	-59	+4,4	+25	+0,47
FV x DA	+10	+9 (r), -49 (s)	+0,2	+4 (r), -36 (s)	-0,10
FV x WB	+5	-49	+3,8	+24	+1,12

¹FV = Fleckvieh, PM = Piemonteser, DA = Deutsch Angus (r = rot, s = schwarz), WB = Weiß Blaue Belgier

²TGZ = tägliche Zunahmen ab Geburt, AUS = Ausschlachtung, NTGZ= Nettotageszunahme, EUROP = EUROP-Handelsklasse

In bayrischen Arbeiten wurde die Eignung verschiedener Vatterassen für die Gebrauchskreuzung mit Braunvieh (Tabelle 3) und Fleckvieh (Tabellen 4-5) untersucht. Bei Braunvieh, wo die Rassen Fleckvieh, Piemonteser, Blonde d'Aquitaine und Limousin untersucht wurden, ergab sich eine Überlegenheit von Fleckvieh hinsichtlich der täglichen Zunahmen. Bei Nettotageszunahme, Handelsklasse und Bemuskelungsnote lagen Kreuzungstiere von Blonde d'Aquitaine Vätern voran. Bei Fleckvieh verbesserten im ersten Versuch (mit Fleckvieh Fleisch, Charolais, Blonde d'Aquitaine und Limousin) alle Kreuzungspartner die Nettotageszunahmen,

Ausschlachtung und EUROP Handelsklasse. Charolais lag zwar hinsichtlich der Mast- und Schlachtleistungsergebnisse voran, führte aber zu einer Verschlechterung des Geburtsverlaufs. Im zweiten Versuch, in dem die Rassen Deutsch Angus, Weiß Blauer Belgier und Piemonteser untersucht wurden, verbesserten alle Rassen außer schwarze Deutsch Angus die Mast- und Schlachtleistungsmerkmale.

Da sich Väter einer Rasse sowohl in bezug auf Vererbung von Fleischleistung als auch Fitness beträchtlich unterscheiden können, wurde in Österreich vor einigen Jahren der Gebrauchskreuzungszuchtwert als Entscheidungshilfe zur Auswahl von Kreuzungspartnern eingeführt. Auf diesen wird im Beitrag von C. Fürst (2005) näher eingegangen. Die Auswirkungen der Kreuzung auf die Reinzucht der Milch- oder Zweinutzungsrassen werden im Beitrag von J. Lederer (2005) diskutiert.

Darüber hinaus spielt die Gebrauchskreuzung aber auch in der kommerziellen Mutterkuhhaltung eine größere Rolle. Je nach eingesetzter Vatterasse werden hier Kreuzungstiere zur Jungrindfleischproduktion (z.B. Angus, Limousin) oder Absetzer (z.B. Weiß-Blauer Belgier, Charolais, Blonde d'Aquitaine) produziert.

Bei der Einfachkreuzung werden die individuelle Heterosis und auch Kombinationseffekte genutzt. Der Vorteil dieses Systems ist, dass relativ einheitliche Kreuzungskälber erzeugt werden, was die Vermarktung erleichtert. Als Nachteil ist die Bestandesergänzung zu sehen, da Muttertiere zugekauft werden müssen. Als Mutterrasse empfiehlt sich eine Rasse mit ansprechender Milchleistung und Fruchtbarkeit, die am Markt leicht erhältlich ist. Zu achten ist aber darauf, dass die Tiere im Rahmen nicht zu groß sind, um den Erhaltungsbedarf zu begrenzen. In Österreich ist dies in erster Linie Fleckvieh aber abhängig von der Region auch andere Rassen wie z.B. Pinzgauer, Original Braunvieh oder Grauvieh.

Mehrfachkreuzungen (Drei- oder Vierrassenkreuzung). Bei der üblichen Dreirassenkreuzung wird ein F1-Muttertier an einen reinrassigen Fleischrinderstier angepaart. Alle Kälber werden wie bei der Einfachkreuzung zur Mast vermarktet. Die F1-Muttertiere können entweder aus Kreuzungen reiner Fleischrinderrassen kommen oder aus Kreuzungen von Milch- bzw. Zweinutzungsrassen mit Fleischrindertieren. Eine andere Variante sind in heißen Klimaregionen Kreuzungen aus *Bos taurus* x *Bos indicus*.

Ein Beispiel für die erste Variante sind Angus x Hereford Muttertiere angepaart an eine großrahmige Rasse wie Charolais oder Simmental. Die zweite Variante kann auch ein Standbein für milcherzeugende Betriebe sein, die aus Gebrauchskreuzungen entstehende weibliche Tiere entweder an Fleischproduzenten verkaufen oder selbst eine Mutterkuhherde halten. Beispiel dafür ist z.B. Holstein x Hereford Kuh als F1-Muttertier. Genutzt wird bei der Dreirassenkreuzung nicht nur die individuelle Heterosis, sondern auch die maternale Heterosis. Auch hier sind die Absetzer einheitlich, und wie bei der Einfachkreuzung muss die Bestandesergänzung zugekauft werden.

Bei der Vierrassenkreuzung wird zusätzlich noch ein gekreuzter Stier verwendet, was Vorteile im Bereich der Fruchtbarkeit bringt aber den Organisationsaufwand erhöht.

Rückkreuzung. Bei der Rückkreuzung wird ein F1-Muttertier wieder an eine der beiden ursprünglichen Rassen angepaart. In diesem Fall wird zwar die volle maternale, aber nur die halbe individuelle Heterosis genutzt. Auch hier müssen die F1-Tiere wieder zugekauft oder die Herde geteilt werden, was organisatorisch schwieriger wird und uneinheitliche Kreuzungskälber (50%ige und 75%ige) zum Verkauf ergibt.

4.2 Kontinuierliche Kreuzungen

In großen Rindfleischproduzierenden Ländern mit entsprechender Herdenstruktur sind kontinuierliche Kreuzungssysteme durchaus beliebt. Unter österreichischen Bedingungen mit

durchschnittlich deutlich kleinerer Herdengröße sind diese Systeme in der Regel schwerer durchführbar (siehe Übersichtstabelle, Tabelle 6).

Zwei-Rassen-Rotation (Wechselkreuzung, Criss-Cross). Dabei werden F1-Muttertiere aus AxB wieder an Stiere der Rasse A angepaart, die daraus entstehenden weiblichen Kälber an Stiere der Rasse B und so weiter. Jede Kuh wird also ihr Leben lang an Stiere ihrer Mutterrasse angepaart. Nach 7 Generationen wird ein wechselndes Verhältnis von 67:33 zwischen den Rassen erreicht. In einer Herde mit diesem System bedeutet dies, dass die Kühe z.T. 67A:33B, zum anderen Teil 33A:67B sind (Schoeman, 1999). Der Vorteil dieses Systems ist, dass die Bestandesergänzung nicht zugekauft werden muss. Um dieses System durchführen zu können, müssen allerdings zwei Weidestandorte vorhanden sein, wenn keine künstliche Besamung durchgeführt wird. Es sind auch zwei Stiere notwendig. Ein weiterer kritischer Aspekt ist, dass beide Rassen ähnlich und sowohl als Vater- als auch als Mutterrasse geeignet sein müssen. Großrahmige, wachstumsintensive Rassen werden daher für dieses System auf Grund eher nicht empfohlen (z.B. Erhaltungsbedarf, Kalbeschwierigkeiten). Das bedeutet gleichzeitig, dass Kombinationseffekte nur sehr begrenzt genutzt werden können. Beispiele aus den USA wären in diesem Fall die Rassen Angus und Hereford.

Drei-Rassen-Rotation. In diesem System wird noch um eine Rasse erweitert, wobei mehr Heterosis, nämlich fast 90% der möglichen Heterosis, genutzt werden kann als bei der Zwei-Rassen-Rotation. Allerdings wird der organisatorische Aufwand deutlich größer. Es müssen 3 Weidestandorte bzw. 3 Stiere vorhanden sein und drei geeignete Rassen gefunden werden. Ein Beispiel aus einem klimatisch wärmeren Bundesstaat der USA, Louisiana, ist die Verwendung der Rassen Angus, Brahman und Hereford (Franke, 1999).

Tabelle 6: Übersicht über mögliche Kreuzungssysteme für verschiedene Betriebsituationen (nach Anderson, 1990).

Herdengröße	Anzahl Weidestandorte	Natursprung ja/nein	Management-aufwand	mögliches System
<50 Kühe	1	ja	klein	Reinzucht Einfachkreuzung Dreirassenkreuzung (Zukauf F1)
<50 Kühe	2	ja	mittel	Dreirassenkreuzung (Zukauf F1) Zwei-Rassen-Rotation
<50 Kühe	1	nein	mittel	Zwei-Rassen Rotation
50-100 Kühe	1	nein	mittel-groß	Zwei-Rassen-Rotation Drei-Rassen-Rotation
75-100 Kühe	3	ja	groß	Dreirassenkreuzung Drei-Rassen-Rotation
>100 Kühe	3	ja	groß	Drei-Rassen-Rotation Rota-Terminal-System

Kombination aus kontinuierlicher und diskontinuierlicher Kreuzung („Rota-Terminal System“). In diesem System werden etwa 50% der Kühe (ältere und leistungsmäßig schlechtere Kühe) aus einer 2-Rassen Wechselkreuzung mit einem Endstufenstier angepaart. D.h., hier kann wieder auf großrahmige, wachstumsintensive Rassen zurückgegriffen werden. Bei den Kreuzungskälbern des Endstufenstiers wird die volle Heterosis genutzt. Allerdings ist auch in diesem System der Managementaufwand sehr groß und drei Weidestandorte müssen zur Verfügung stehen.

5. Wahl der Rassen

Die für ein Kreuzungszuchtprogramm ausgewählten Rassen müssen einige Bedingungen erfüllen, um zu erwünschten Erfolgen zu führen (z.B. Simms et al., 1990):

- **Anpassung an das Klima:** z.B. mögen zwar Kreuzungen mit *Bos indicus* Tieren höhere Heterosis aufweisen, für kalte Winter sind sie aber weniger angepasst und können daher zu höheren Tierverlusten führen. Umgekehrt sind Rassen mit langer dichter Behaarung weniger für warme, feuchte Klimagebiete geeignet.
- **Anpassung an Futtergrundlage:** Qualität, Quantität und Kosten des Futters sind ganz entscheidende Merkmale. Diese wirken sich direkt auf die mögliche Tiergröße und Milchleistungspotential der Kühe aus. D.h. ist Futter limitiert, sollten Mutterrassen mit kleinerem Rahmen und niedrigerer Milchleistung gewählt werden.
- **Arbeit und Management:** z.B. die Verwendung von großrahmigen Vaterrassen, die eher zu schwereren Geburten führt, bedeutet auch ein höheres Maß an Arbeit.
- **Produktionssystem:** Werden Kälber nach dem Absetzen als Einsteller oder zur Jungrindfleischproduktion verkauft, sollte eher auf Leistungen bis zum Absetzen Wert gelegt werden. Mäset der Betrieb selbst aus, so liegt ein stärkeres Gewicht auf den Leistungen nach dem Absetzen. Generell muss natürlich die Nachfrage nach bestimmten Kreuzungstieren berücksichtigt werden. Gleiches gilt auch für die Verfügbarkeit von weiblichen Tieren, ist man auf den Zukauf von Muttertieren angewiesen. Darüber hinaus hat auch die angewandte Kreuzungsmethode einen großen Einfluss auf die Rassenwahl. Bei kontinuierlichen Kreuzungszuchtmethoden müssen Rassen ähnlicher sein (s.o.).

Unter amerikanischen Verhältnissen bei gemäßigttem Klima werden Kreuzungen von weiblichen Tieren mit einem Genanteil von $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ kontinentalen Rassen (z.B. Charolais, Gelbvieh, Pinzgauer, Simmental) und $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$ britischen Rassen (Angus, Hereford) empfohlen. Berücksichtigt werden muss hier allerdings, dass die Ansprüche an den Schlachtkörper nicht direkt mit denen in Österreich verglichen werden können. Für österreichische Verhältnisse ist mit Sicherheit eine Variante, in denen unsere Zweinutzungsrasen vorkommen, empfehlenswerter, da die Zukaufsmöglichkeit von Muttertieren wesentlich einfacher ist.

6. Fazit

Viele verschiedene Kreuzungssysteme stehen für die Fleischrinderhaltung zur Verfügung, die, wenn sie entsprechend durchgeführt werden, zu sehr guten Ergebnissen führen können. Neben der korrekten Durchführung (z.B. Endprodukte verkaufen und nicht zur Weiterzucht verwenden) sind wesentliche Punkte die Wahl des Kreuzungssystems in Abhängigkeit der gegebenen Betriebssituation, die Absatzmöglichkeiten und die zur Verfügung stehenden Rassen. Unter Österreichs Bedingungen, in denen Herdengröße und Managementaufwand häufig limitiert sind, empfehlen sich diskontinuierliche Kreuzungssysteme. Dabei kann auf Zweinutzungsrasen bzw. auf weibliche F1-Tiere aus Gebrauchskreuzungen mit Zweinutzungsrasen zurückgegriffen werden.

7. Literatur

- Anderson, P.T. (1990): Crossbreeding Systems for Beef Cattle. University of Minnesota, Extension Service, FS-03926, <http://www.extension.umn.edu/distribution/livestocksystems/DI3926.html>
- Augustini, C., Temisan, V. und Kögel, J. (1992): Untersuchungen zur Frage geeigneter Vatterassen für die Gebrauchskreuzung beim Deutschen Braunvieh. 5. Mitteilung: Fleischqualität bei Bullen und Färsen. Züchtungskunde 64, 136-147.
- Baumung, R. (2005): Genetische Grundlagen und Methoden der Kreuzungszucht. Seminar des Ausschusses für Genetik der ZAR, Salzburg.
- Buchanan, D.S. und Northcutt, S.L. Beef Cattle Handbook: The genetic principles of Crossbreeding. BCH-1400, Extension Beef Cattle Resource Committee. <http://www.iowabeefcenter.org/pdfs/bch/01410.pdf>
- Cundiff, L.V. und Gregory, K.E. (1999): What is systematic crossbreeding? Proc. NCBA Cattleman's College, Charlotte, NC, February 1999.
- Franke, D.E. (1999): Rotational Crossbreeding of Beef Cattle: Weaning Weight per cow exposed and cumulative weaning weight per cow in breeding herd. Beef cattle research report 1999, Louisiana State University, <http://www.agctr.lsu.edu/Subjects/beef/pdfs/ccbr2.pdf>
- Fürst, C. (2005): Auswirkungen der Kreuzung auf die Zuchtwertschätzung. Seminar des Ausschusses für Genetik der ZAR, Salzburg.
- Kögel, J., Müller, W., Muggenthaler, A., Dempfle, L., Gottschalk, A., Jilg, T. und Hausmann, H. (1989a): Untersuchungen zur Frage geeigneter Vatterassen für Gebrauchskreuzungen beim Deutschen Braunvieh. 1. Mitteilung: Bullenmast – Mast- und Schlachtleistung. Züchtungskunde 61, 210-222.
- Kögel, J., Müller, W., Dempfle, L., Matzke, P., Alps, H., Sarreiter, R. und Averdunk, G. (1989b): Untersuchungen zur Frage geeigneter Vatterassen für Gebrauchskreuzungen beim Deutschen Braunvieh. 2. Mitteilung: Bullenmast – Schlachtkörperwert und Mehrwert der Kreuzungskälber. Züchtungskunde 61, 223-235.
- Kögel, J., Dempfle, L., Alps, H., Sarreiter, R. und Gottschalk, A. (1989c): Untersuchungen zur Frage geeigneter Vatterassen für Gebrauchskreuzungen beim Deutschen Braunvieh. 3. Mitteilung: Färsenmast – Versuchsdurchführung sowie Mast- und Schlachtleistung. Züchtungskunde 61, 347-355.
- Kögel, J., Pickl, M., Spann, B., Mehler, N., Eckhart, H., Edelmann, P., Duda, J. und Röhrmoser, G. (2000a): Kreuzungsversuch mit Charolais, Blond d'Aquitaine und Limousin auf Fleckvieh-Kühe. 1. Mitteilung: Abkalbeverhalten und Mastleistung. Züchtungskunde 72, 102-119.
- Kögel, J., Pickl, M., Rott, J., Hollwich, W., Sarreiter, R. und Mehler, N. (2000b): Kreuzungsversuch mit Charolais, Blond d'Aquitaine und Limousin auf Fleckvieh-Kühe. 2. Mitteilung: Schlachtertrag und Schlachtkörperqualität. Züchtungskunde 72, 201-216.
- Kögel, J., Pickl, M., Sarreiter, R. und Mehler, N. (2001a): Kreuzungsversuch mit Piemontesern, Deutschen Angus und Weiß-blauen Belgiern auf Fleckvieh-Kühe. 1. Mitteilung: Abkalbeverhalten und Mastleistung. Züchtungskunde 73, 96-109.
- Kögel, J., Pickl, M., Rott, J. und Hollwich, W. (2001b): Kreuzungsversuch mit Piemontesern, Deutschen Angus und Weiß-blauen Belgiern auf Fleckvieh-Kühe. 2. Mitteilung: Schlachtertrag und Schlachtkörperqualität. Züchtungskunde 73, 204-214.

- Koots, K., Gibson, J. und Wilton J. (1994): Analyses of published genetic parameter estimates for beef production traits. 1. Heritability. Anim. Breed. Abstr. 62, 309-338.
- Kress, D.D. und Nelson, T.C. (1988): Crossbreeding beef cattle for western range environments. Nev. Agri. Exp. Sta. TB-88-1.
- Lederer, J. (2005): Kreuzungszucht bei Milch- und Zweinutzungsrassen. Seminar des Ausschusses für Genetik der ZAR, Salzburg.
- Long, C.R. (1980): Crossbreeding for beef production. J. Anim. Sci. 51, 1197-1223.
- Marshall, D.M. (1994): Breed differences and genetic parameters for body composition traits in beef cattle. J. Anim. Sci. 72, 2745-2755.
- Schoeman, S.J. (1999): Cross breeding in beef cattle. In: Scholtz, M.M.; Bergh, L.; Bosman, D.J. (Eds.). Beef Breeding in South Africa. Commemorating 40 years of Beef Cattle Performance Testing 1959-1999. Irene (South Africa). Agricultural Research Council, Animal Improvement Inst. p. 43-50.
- Simms, D.D., Zoellner, K.O. und Schalles, R.R. (1990): Crossbreeding Beef Cattle. Kansas State University, Cooperative Extension Service, C-714,
<http://www.oznet.ksu.edu/LIBRARY/LVSTK2/samplers/c714.asp>
- Sundstrom, B., Barlow, R. und Arthur, P.F. (1994): Application of crossbreeding to beef production: opportunities, obstacles and challenges. Proc. 4th World Congress Genet. Appl. Livest. Prod., Guelph, Canada, 17, 280-287.

Kreuzungszucht bei Milch- und Zweinutzungsrassen

Josef A. Lederer

1. Einleitung

In der Geschichte der Rinderzucht kann man bei fast allen Rassen beobachten, dass sich in mehr oder weniger langen Abständen Phasen der Reinzucht mit Phasen der Kreuzungszucht abwechseln. Verfolgt man die Gründe dafür, dann stellt man fest, dass sehr oft in der Reinzuchtphase formalistischen Kriterien ein deutliches Übergewicht eingeräumt wurde. Dies ging in der Regel auf Kosten des Zuchtfortschritts bei wirtschaftlich relevanten Merkmalen. In ungünstigen Fällen, vor allem bei Bestehen negativer genetischer Korrelationen, führte dieses Vorgehen, vor allem dann wenn es über mehrere Generationen fortgesetzt wurde, zu einem züchterischen Stillstand bis hin zu einem deutlich negativen Trend im ökonomischen Gesamtzuchtwert. Die Folge war der Verlust der Konkurrenzfähigkeit der Rasse. Um diese Fehler zu korrigieren und Versäumnisse möglichst rasch wieder nachzuholen, wurde die Kreuzungszucht, als eine probate züchterische Methode, gewählt.

2. Einkreuzungsprogramme von 1950 bis 2000

Bei den in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts durchgeführten zahlreichen Kreuzungsprogrammen stand in den meisten Fällen nicht so sehr die Nutzung von Heterosis und Stellungseffekten, sondern vielmehr die Nutzung von additiv-genetischer Effekten, d.h. die Nutzung von Populationsdifferenzen zwischen Rassen bzw. Subpopulationen im Vordergrund des Interesses. Das Ziel war die Verbesserung ganz bestimmter Leistungs- und Exterieurmerkmale, das über eine so genannte „Veredelungskreuzung“ erreicht werden sollte. Dabei sollte ein bestimmter Fremdgenanteil nicht überschritten werden.

Bei der Auswahl der Kreuzungspartner spielte neben den genetisch bedingten Populationsdifferenzen, die über Kreuzungsversuche geschätzt oder über die bestehenden Unterschiede in den phänotypischen Leistungen intuitiv angenommen wurden, die Ähnlichkeit in der äußeren Erscheinung der Tiere eine wesentliche Rolle. Dabei war wiederum die Farbe ein wichtiges Kriterium, da diese für die Wiedererkennung der Ausgangsrasse eine ganz wesentliche Rolle spielt – Erhaltung des „Markenzeichens“.

2.1 Einkreuzung beim europäischen Braunvieh

Ausgangspunkt für die Einkreuzung von Brown-Swiss aus Nordamerika in die europäischen Braunviehpopulationen war ein von Fewson et al. (1966; zitiert bei Schulte-Coerne, 1976) gemeinsam mit dem Württembergischen Braunviehzuchtverband entwickelter Kreuzungsplan. Ziel war dabei die Ausnutzung der Populationsdifferenzen zur schnelleren Anpassung der Braunviehpopulationen an die Anforderungen des Marktes sowie die Erweiterung der genetisch nutzbaren Varianz, als Grundlage für die Erzielung nachhaltiger Selektionserfolge.

Der darauf aufbauende Kreuzungsversuch, der im Jahr 1965 mit der Anpaarung von 13 geprüften Brown-Swiss Stieren aus USA gestartet wurde, lieferte zusammengefasst folgende Ergebnisse (Schulte-Coerne, 1976):

- Deutlich positive Populationsdifferenzen bei der Milchmenge bei etwa gleichbleibenden Inhaltsstoffen sowie eine Überlegenheit in der Zuwachsleistung und in der Wachstumskapazität.
- Nur geringer Heterosiszuwachs im Verhältnis zur Populationsdifferenz bei allen untersuchten Merkmalen.
- Bedeutende Rekombinationsverluste in fast allen Merkmalen
- Aus dem Vergleich der Gesamtnutzen der drei Kreuzungseffekte ergibt sich als optimale Züchtungsstrategie eine Kombinationszüchtung mit einem Fremdgenanteil von über 50%.

Parallel zu diesem Kreuzungsversuch verlief die Entwicklung in der gesamten europäischen Zuchtpraxis, bedingt durch die deutliche Steigerung in der Milchleistung und die augenscheinliche Verbesserung der Euterqualität, aber geradewegs Richtung Verdrängungskreuzung. Reines Braunvieh gilt heute als stark gefährdete Haustierrasse, deren Erhaltung nur mit öffentlichen Förderungen sicher gestellt werden kann.

In einem Feldversuch von Haiger et al. (1987, 1989) wurde untersucht, wie sich eine Verdrängungskreuzung von Braunvieh mit Brown Swiss (BS), und alternativ mit Holstein Friesian (HF), auf die Fleisch- und Milchleistung aber insbesondere auf die Wirtschaftlichkeit des Betriebszweiges Milchviehhaltung insgesamt auswirkt. In der Stiermast ergaben sich, aufgrund der signifikant schlechteren Ergebnisse in der Mast- und Schlachtleistung, bei BS und HF um 30% bis 40% geringere Deckungsbeiträge je Stier. Die Überlegenheit in der Milchleistung (FCM, 1. Laktation) betrug in den drei Kreuzungsstufen (F_1 , R_1 , R_2) 12%, 20% und 28 bei BS % bzw. 27%, 51% und 56% bei HF. Für die Milchkuhhaltung zeigten die Kalkulationen nach einem Gesamtbetriebsmodell eine deutliche Wettbewerbsüberlegenheit der milchbetonten Typen von 11% bis 28%.

2.2 Einkreuzung bei den europäischen Schwarz- und Rotbuntpopulationen

Ähnlich wie beim Braunvieh verlief die Entwicklung bei den europäischen Schwarzbunten und mit einiger Verzögerung bei den Rotbunten, die noch den Zweinutzungstyp verkörperten. Auch hier wurden die ersten Versuche mit den vergleichsweise stark milchbetonten Holstein Friesian bzw. Red Holstein aus USA und Kanada, wenn auch nicht so systematisch geplant wie bei Braunvieh, Ende der 1960-iger Jahre durchgeführt. Grundsätzlich ging man davon aus, dass nur eine moderate Einkreuzung mit einem durchschnittlichen Fremdgenanteil von 25% bis maximal 50% vorgenommen werden soll, um das eigenständige Rasseprofil, bei dem die Fleischleistung noch einen Stellenwert hat, zu erhalten.

In einem Kreuzungsversuch wurden von Politek et al. (1981) zwischen reinen holländischen Schwarzbunten und F1-Kreuzungen mit Holstein Friesian in der ersten Laktation Unterschiede von +822 kg Milch, -0,27% Fett und -0,05% Eiweiß geschätzt. Aufgrund des signifikant niedrigeren Niveaus bei den Milchinhaltsstoffen und des holländischen Bezahlungssystems, das zum damaligen Zeitpunkt eine in etwa gleiche Preiskomponente für die Fett- und Eiweißmenge sowie einen Preisabschlag für die Milchmenge vorsah, wurde der Schluss gezogen, dass die geringen monetären Leistungsunterschiede kein ausreichendes wirtschaftliches Argument für eine breite Einkreuzung und schon gar nicht für eine Verdrängungskreuzung darstellen.

Trotz der ursprünglichen Vorstellungen der Zuchtleitungen, den Fremdgenanteil unter 50% zu halten und der eindeutigen Ergebnisse aus holländischen Untersuchungen, konnte eine fast vollständige Verdrängung der europäischen Schwarz- und mit einer leichten zeitlichen Verzögerung der Rotbuntpopulationen nicht aufgehalten werden. Folgende Gründe waren dafür verantwortlich:

- Rückkreuzungen brachten zum überwiegenden Teil enttäuschende Ergebnisse. Als Beispiel kann dafür der Holsteinstier PAPST IDEAL genannt werden, der in allen Zuchtgebieten eine überragende weibliche F₁-Nachzucht geliefert hat, dessen Söhne aber, von wenigen Ausnahmen abgesehen, in der Zucht keinen positiven Beitrag leisten konnten.
- Auf den Zuchtvielmärkten und im Export erzielten Kreuzungstiere mit einem höheren Fremdgenanteil deutlich bessere Preise. Zuchtverbände, die sehr früh HF-Kreuzungstiere auf ihren Märkten anbieten konnten, nahmen einen rapiden wirtschaftlichen Aufschwung. Als der Verlust auf den traditionellen Exportmärkten spürbar wurde, ist selbst in Holland die anfängliche Zurückhaltung sehr rasch aufgegeben worden.
- Durch ein stark forciertes und professionelles Marketing der amerikanischen Besamungsstationen auf dem europäischen Spermamarkt, das gezielt auf die Meinungsbildner und Entscheidungsträger ausgerichtet war, wurde der Druck Richtung Verdrängungskreuzung massiv verstärkt.

2.3 Einkreuzung beim Fleckvieh

Von der Welle der Einkreuzung blieb auch das Fleckvieh, bei dem die Fleischleistung einen wichtigen Schwerpunkt im Zuchtziel bildet, nicht verschont. Aus einer gewissen Befürchtung heraus, man könnte die Konkurrenzfähigkeit gegenüber stärker milchbetonter Rassen verlieren, wurde anfangs der 1970-er Jahre mit der Einkreuzung mit Red Holstein begonnen. Einen besonderen Einfluss auf die deutsche und österreichischen Fleckviehpopulation übte dabei der Stier REDAD, mit seinen Söhnen und Enkelsöhnen, aus. Da Red Holstein zwar in der Grundfarbe mit Fleckvieh vergleichbar ist, sich aber als spezialisierte Milchrasse in Typ und Exterieur sehr deutlich von diesem unterscheidet, führte die Einkreuzung sehr rasch zum Verlust des Zweinutzungstyps und damit zu Verlusten in der Fleischleistung. Die Wertschöpfung aus dem Verkauf männlicher Kälber für die Stiermast, für bäuerliche Betriebe mit einer begrenzten Quotenausstattung ein wichtiges Standbein, wurde dadurch erheblich geschmälert. Aus diesem Grunde hielt sich die Einkreuzung in relativ engen Grenzen. Der durchschnittliche RH-Genanteil in der österreichischen Zuchtpopulation liegt derzeit bei 6,4% (Jahresbericht 2004, ZuchtData, Wien). Aus dem Verlauf über die einzelnen Geburtsjahrgänge der Kühe werden unterschiedliche Intensitäten der Einkreuzung im zeitlichen Verlauf, wie Abbildung 1 zeigt, ersichtlich.

Im Gegensatz zu Österreich und Deutschland, wo der Fremdgenanteil im Durchschnitt deutlich unter 10% gehalten wurde, nahm die Einkreuzung von Red Holstein in die Schweizer Fleckviehpopulation, wie aus den Seminarbeitrag von M. Schelling entnommen werden kann, einen grundsätzlich anderen Verlauf.

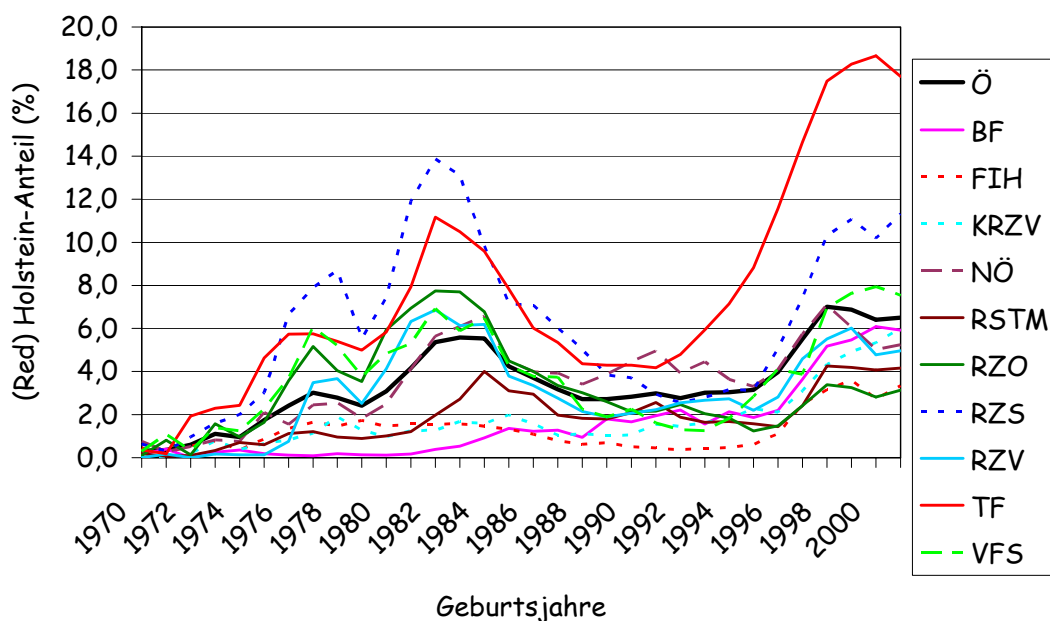


Abbildung 1: Entwicklung des RH-Genanteils in der österreichischen Fleckviehpopulation, (Quelle: Jahresbericht 2004, ZuchtData, Wien).

2.4 Einkreuzung bei den Pinzgauern

Mit der Einkreuzung von Red Holstein, die wie beim Fleckvieh anfangs der 1970-er Jahre begonnen hat aber deutlich intensiver betrieben wurde, sollte die in Gefahr geratene Konkurrenzfähigkeit der Rasse wieder rasch verbessert werden. Trotz dieser Maßnahme, die zu einer deutlichen Leistungssteigerung führte, konnte aber nicht verhindert werden, dass der Bestand an Pinzgauer Rindern weiter zurück ging und die Rasse heute als gefährdet eingestuft werden muss.

Um die Auswirkungen dieser forcierten Kreuzung bei der Pinzgauerrasse deutlich zu machen und daraus Schlüsse für eine zukünftige Zuchtstrategie ableiten zu können, wurde die aktive Zuchtpopulation einer gründlichen Analyse unterzogen. Dafür wurden dankenswerter Weise von der ZuchtData die Abstammungs- und Leistungsdaten der aktiven Kuhpopulation zur Verfügung gestellt.

Mit Stand 30.06.2004 waren insgesamt 9.795 Kühe im Herdbuch registriert, davon 763 als Mutterkühe und 9.032 als Milchkühe. Der Anteil reinrassiger Tiere (RH-Anteil $\leq 6,25\%$) liegt bei 48%, der an Kreuzungstieren bei 52%. Der durchschnittliche Fremdgenanteil bei den 4.688 Tieren der Kreuzungspopulation beträgt 34,2%.

Wie aus Abbildung 2 zu ersehen ist, sind die Kreuzungsstufen 12,5%, 25%, 50%, 62,5% und 75% stark besetzt. Aufgrund der langen Einkreuzungsphase, mit vielen Rückkreuzungsversuchen, sind auch in den Zwischenstufen noch zahlreiche Tiere vertreten. Insgesamt ergibt sich daraus für diese Teilpopulation ein sehr heterogenes Bild.

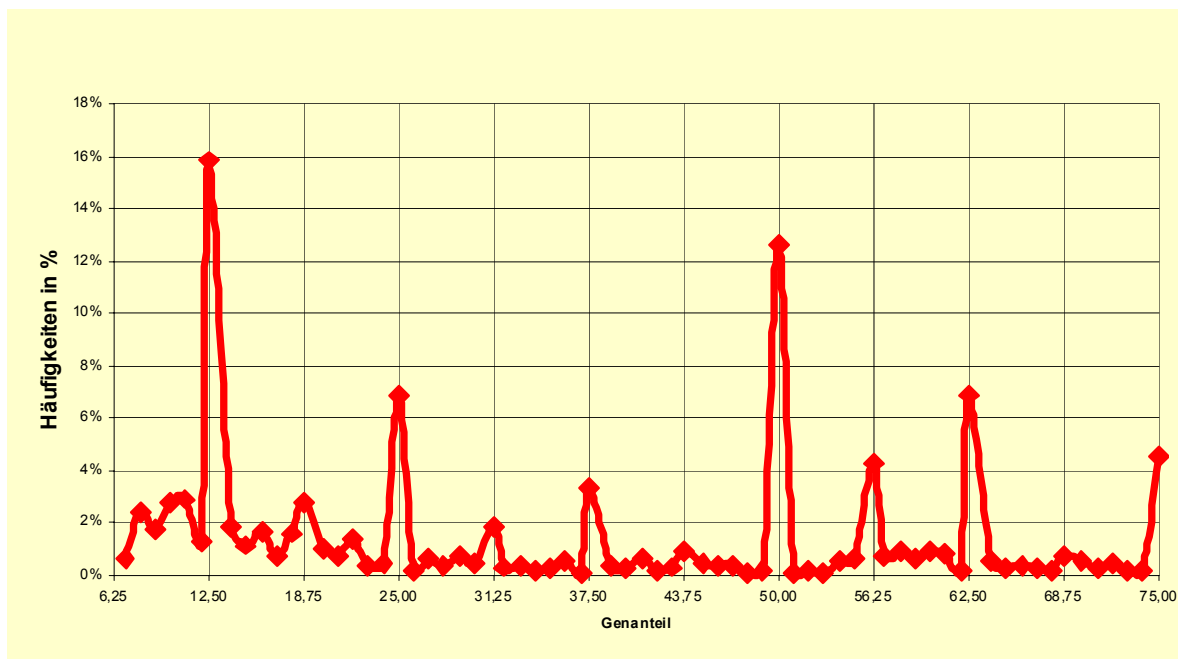


Abbildung 2: Verteilung der Kühe in der Kreuzungspopulation nach RH-Genanteil.

Dass die Intensität der Einkreuzung im zeitlichen Verlauf nicht gleichmäßig verläuft, wird aus Abbildung 3 deutlich. Mit durchschnittlich 27% weist der Geburtsjahrgang 1984 den höchsten Fremdgeanteil auf. Da dabei bereits der Rassentypus zu verloren gehen drohte, wurde mit einer Intensivierung der Rückkreuzung versucht dieser Entwicklung entgegen zu steuern. Mangels einer genügenden Anzahl positiv geprüfter reinrassiger Besamungsstiere brachte diese Maßnahme leistungsmäßig jedoch nicht das erhoffte Ergebnis, so dass die Einkreuzung mit Red Holstein wieder verstärkt wurde.

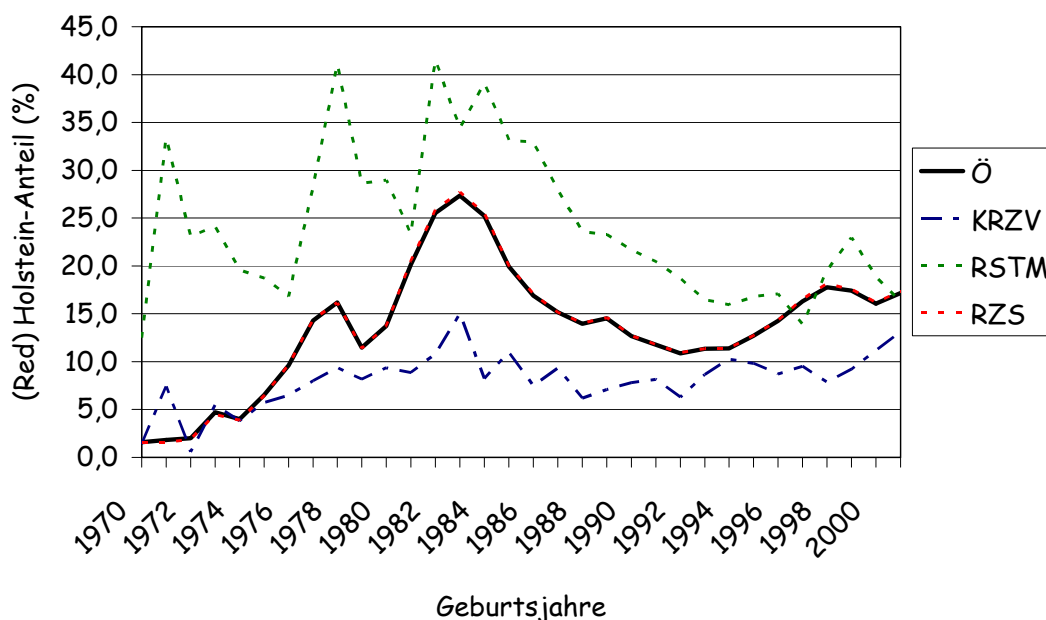


Abbildung 3: Entwicklung des RH-Genanteils in der österreichischen Pinzgauerpopulation, (Quelle: Jahresbericht 2004, ZuchtData, Wien).

2.4.1 Altersaufbau

Das durchschnittliche Lebensalter liegt in der Reinzuchtpopulation bei 5,6 Jahren und damit geringfügig unter dem der Kreuzungspopulation mit 5,8 Jahren. Etwas deutlichere Unterschiede können bei der Anzahl Abkalbungen beobachtet werden. 2,9 Abkalbungen in der Reinzuchtpopulation stehen 3,1 in der Kreuzungspopulation gegenüber. Betrachtet man die F1-Tiere getrennt, dann kommt man pro Kuh im Schnitt auf 3,2 Abkalbungen. Diese Differenzen lassen sich zum Teil durch einen höheren Selektionsdruck bei den Reinzuchttieren erklären, zum anderen Teil dürften sich dabei aber auch Heterosiseffekte positiv auf die Fitnessmerkmale und damit auf die Nutzungsdauer auswirken. Dafür spricht, dass der Anteil Kühe mit 5 und mehr Abkalbungen, bei denen in der Regel keine Leistungsselektion mehr erfolgt, in der gesamten Kreuzungspopulation mit 22,8% und bei den F1-Tieren mit 23,3% erkennbar höher liegt als bei den Reinzuchttieren mit 19,2%.

2.4.2 Milchleistung

Bei einer getrennten Betrachtung der beiden Subpopulationen werden die Unterschiede in der Milchleistung deutlich sichtbar (Tabelle 1). Das gilt nicht nur für die Differenzen zwischen den Mittelwerten für die Zuchtwerte und die absoluten Leistungen, sondern insbesondere für die geschätzten Standardabweichungen innerhalb der beiden Gruppen.

Tabelle 1: Mittelwerte und Standardabweichungen für Merkmale der Milchleistung.

Merkmal	Reinzuchtpopulation			Kreuzungspopulation		
	n	Mittelwert	Standardabweichung	n	Mittelwert	Standardabweichung
Zuchtwerte:						
GZW	4.216	103,8	7,2	4.284	117,5	14,0
MW		104,3	8,7		122,8	18,3
Milch-kg		196,5	359,4		795,8	653,7
Fett-%		-0,04	0,17		0,03	0,18
Eiweiß-%		-0,03	0,11		-0,05	30,2
1. Laktation:						
Milch-kg	3.017	4.164	784	3.363	4.889	1.055
Fett-%		3,86	0,34		3,94	0,40
Eiweiß-%		3,30	0,22		3,27	0,22
Höchstleistung:						
Milch-kg	3.112	4.916	1103	3.460	5.872	1.368
Fett-%		3,89	0,38		4,00	0,45
Eiweiß-%		3,28	0,22		3,25	0,23
Durchschnittsleistung:						
Anzahl Lakt.		2,5	1,7		2,8	2,0
Milch-kg		4.543	880		5.396	1.125
Fett-%		3,85	0,33		3,95	0,38
Eiweiß-%		3,29	0,21		3,26	0,21

Die Überlegenheit der Kreuzungspopulation in der Milchleistung wird nicht nur in den absoluten Leistungen evident sondern vor allem beim Milchwert (MW) der mit durchschnittlich 123 Punkten 18,5 Punkte, das sind 1,54 Standardabweichungen, über den der Reinzuchtpopulation liegt. Wie zu erwarten, unterscheiden sich die beiden Teilpopulationen in der Streuung bei den

Einzel-tierleistungen sehr deutlich. Die Standardabweichungen bewegen sich bei den Reinzucht-tieren durchwegs im Erwartungsbereich, bei den Kreuzungstieren nehmen sie aber fast das zweifache

Ausmaß an. Wie sehr sich die beiden Subpopulationen in ihrem genetischen Aufbau, bezogen auf die Milchleistung, unterscheiden, wird aus der Gegenüberstellung der Verteilung der Milchwerte und der Gesamtzuchtwerte deutlich (Abbildung 4 und 5).

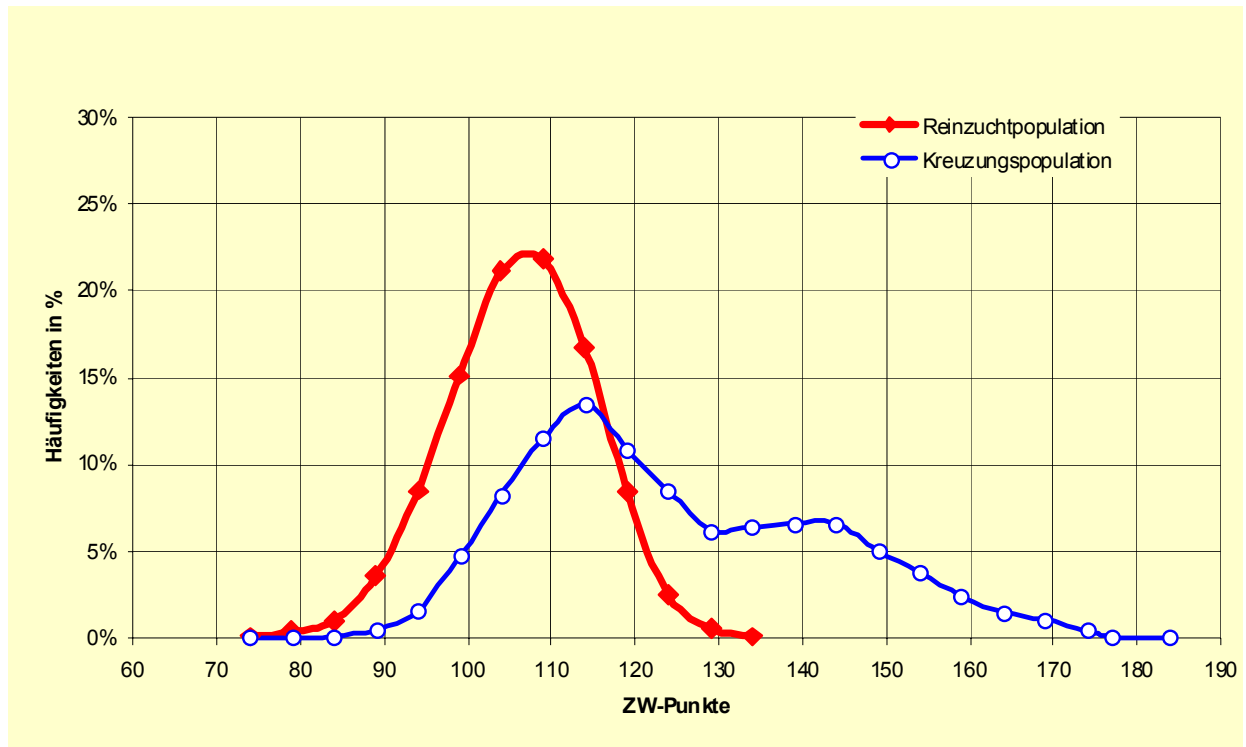


Abbildung 4: Verteilung der Kühe nach Milchwert (MW).

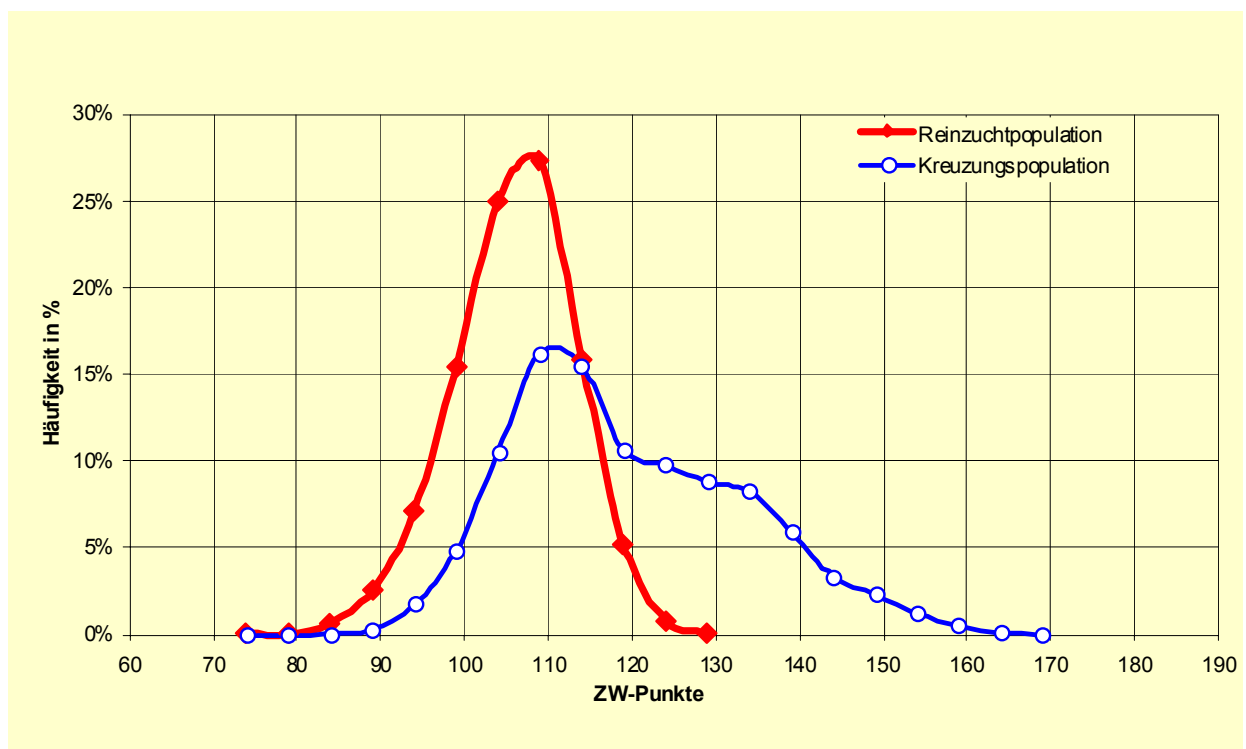


Abbildung 5: Verteilung der Kühe nach Gesamtzuchtwert (GZW).

Durch die starke Überlappung kommt aber auch klar zum Ausdruck, dass nur ein Teil der Kreuzungspopulation der Reinzuchtpopulation überlegen ist. Da diese erst bei einem RH-Genanteil von deutlich über 25% ein signifikantes Ausmaß annimmt, laufen alle Bestrebungen den durchschnittlichen Fremdgenanteil in der Kreuzungspopulation unter diesen Grenzwert zu halten ins Leere. Die Erfahrungen der letzten Jahrzehnte zeigen, dass dies nicht nur für die Pinzgauer sondern für fast alle anderen ähnlich gelagerten Einkreuzungsversuche gilt.

Aus den Ergebnissen bei den Pinzgauern kann daher der allgemeine Schluss gezogen werden, dass so genannte Veredelungskreuzungen, bei der einzelne Merkmale signifikant verbessert, der Typus der Rasse, das „Markenzeichen“, aber erhalten werden soll, nur sehr bedingt erfolgreich umgesetzt werden können. Das gilt insbesondere für die kleinen, in ihrem Bestand gefährdete Rassen.

3. Aktuelle Einkreuzungsprogramme

Für Aufmerksamkeit sorgten in den letzten Jahren vor allem Einkreuzungsversuche bei nordamerikanischen und europäischen Holsteinpopulationen, die als „Gegenbewegung“ zur weltweiten „Holsteinisierung“ in den zurückliegenden Jahrzehnten verstanden werden kann. Die starke Fokussierung des Zuchtziels bei den Holstein Friesian auf die Milchleistung brachte zwar einen enormen Leistungsanstieg, die Fitness der Tiere konnte damit aber nicht Schritt halten. Bei Remontierungsraten von über 45%, wie sie z.B. in einer Reihe der großen Milchviehherden beobachtet werden können, ist selbst bei höchsten Milchleistungen kein positives Betriebsergebnis mehr zu erzielen. Durch die Einkreuzung soll daher vorrangig, unter Ausnutzung von Heterosiseffekten, der Merkmalskomplex Fitness insgesamt verbessert werden.

Ein großer Teil der nachfolgend zusammengestellten Einkreuzungsversuche wurde bei der gemeinsamen Jahrestagung von ADSA, ASAS und APS im Juli 2004 in St.Louis/USA präsentiert. Da viele der derzeit laufenden Versuche noch nicht publiziert bzw. für mich auch nicht alle Publikationen verfügbar sind, erhebt diese Zusammenstellung (Tabelle 2) keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Aus den vorgestellten Ergebnissen von aktuellen Kreuzungsversuchen zeichnet sich ein deutlicher Trend zur Verbesserung von Fitnessmerkmalen bei Kreuzung von Holstein Friesian mit verschiedenen Zweinutzungsrasen ab. Die wirtschaftliche Auswirkung einer Einkreuzung kann daraus aber noch nicht abgeleitet werden, da für die Milchleistung erst wenige und statistisch kaum abgesicherte Ergebnisse vorliegen.

Tabelle 2: Zusammenstellung aktueller Einkreuzungsversuche.

Autoren / Land	Rassen / Merkmale	Ergebnisse
Madrid et al. USA	Holstein (HF) Guernsey (GU) Milchleistung (ME-305) Güstzeit	<ul style="list-style-type: none"> • Günstzeit bei allen Kreuzungskühen im Durchschnitt um 20 Tage kürzer als bei Reinzuchtkühen • geschätzter Heterosiseffekt bei Günstzeit 10,5% (P>0,05) • für Milchleistung Heterosiseffekte sehr gering
VanRaden et al. USA	HF Jersey (JE) Trächtigkeitsrate d. Töchter (DPR)	<ul style="list-style-type: none"> • Kreuzungskühe insgesamt signifikant bessere Fruchtbarkeit als ihre reinrassigen Eltern • Heterosiseffekt für DPR rund 10%
Buckley et al. Irland	F Normande (NO) Montbeliarde (MB) Norwegian Red (NR) Non-return (EB) N-R (42 Tage n. EB) Güstzeit	<ul style="list-style-type: none"> • signifikante Unterschiede zwischen den Kuhgruppen bei allen untersuchten Merkmalen • höchste Reproduktionsleistung bei NR-Kühen (50%, 75%, 88 Tage), niedrigste bei HF-Kühen (42%, 56%, 96 Tage) • Reproduktionsleistung für HF*NO und HF*MB höher als Durchschnitt der jeweiligen Kreuzungspartner • Reproduktionsleistung durch Heterosiseffekte deutlich verbessert
Heins et al. USA	HF NO MB Swedish Red (SR) Rastzeit Güstzeit Konzeptionsrate Überlebensrate (in 1. Laktat.)	<ul style="list-style-type: none"> • Kreuzungen von HF mit NO, MB und SR sind reinen HF-Kühen überlegen in Rastzeit (Tage): 62, 65, 66 – 69 Güstzeit (Tage): 123, 131, 129 – 150 Konzeption n. EB (%): 35, 31, 30 – 22 Überlebensrate (%): 93, 92, 93 – 86

Fortsetzung Tabelle 2

Autoren / Land	Rassen / Merkmale	Ergebnisse
Heins et al. USA	HF NO MB SR Schwangerburten Kalbeverluste	<ul style="list-style-type: none"> • Schwangerburtsraten signifikant niedriger bei Kreuzungskühen und bei Anpaarungen von SR-Stieren an HF-Kühe als bei reinen HF angepaart mit HF-Stieren • geringere Kalbeverluste bei Kreuzungskühen – 8% (HF*NO), 3% (HF*MB), 5% (HF*SR) – im Vergleich zu 12% bei HF • ebenso bei Anpaarung von HF-Kühen mit NO-Stieren (4%), MB-Stieren (7%), SR-Stieren (5%) – im Vergleich mit HF-Stieren (12%)
Heins et al. USA	HF NO MB SR Fett + Eiweiß (150 Tage, 1. Lakt.) Somatic-Cell-Score (SCS)	<ul style="list-style-type: none"> • signifikante Unterschiede in der Fett- und Eiweißleistung relativ zu reinen HF - 6% HF*NO + 1% HF*MB + 7% HF*SR • LSQ-Mittelwerte für SCS 2,13 HF 2,40 HF*NO 2,33 HF*MB 1,88 HF*SR
Gühne et al. Deutschland	HF Brown Swiss (BS) Wachstum Fruchtbarkeit Exterieur Milchproduktion	<ul style="list-style-type: none"> • Kreuzungstiere bei Geburt schwerer als Reinzuchttiere • Geschlechtsdimorphismus bei Kreuzungstieren größer • keine vermehrten Schwangerburten trotz höherer Gewichte • bis zu einem Alter von 15 Monaten keine Unterschiede in der Wachstumskapazität • für weitere Merkmale liegen noch keine publizierten Ergebnisse vor

4. Nutzung der Kreuzung in Rinderzuchtprogrammen

Eine systematische Nutzung der Kreuzung in Zuchtprogrammen für Milch- und Zweinutzungsrasen stellt nicht nur ein fachliches Problem bei der Auswahl der optimalen Kreuzungspartner dar, sondern darüber hinaus auch ein organisatorisches. Letzteres vor allem dann, wenn Kreuzungsverfahren zu einer laufenden Nutzung von Heterosiseffekten umgesetzt werden sollen.

4.1 Verdrängungskreuzung

Wenn es darum geht den bestehenden Tierbestand durch eine andere Rasse zu ersetzen, stellt die Verdrängungskreuzung mit Vartieren eine kostengünstige Alternative dar. Ein Vorteil ist dabei auch, dass der Landwirt sich schrittweise auf die in der Regel höheren Anforderungen im Bezug auf Haltung, Fütterung und Management einstellen kann. Darüber hinaus können in der ersten und mit Einschränkungen in der zweiten Kreuzungsstufe Heterosiseffekte genutzt werden. Um den gewünschten Erfolg sicher zu stellen, sollen dafür nur positiv geprüfte Stiere zum Einsatz kommen.

Keinen Platz hat die Verdrängungskreuzung in Zuchtbetrieben, da in der Regel mindestens fünf Kreuzungsgenerationen erforderlich sind, bis ein solcher Betrieb am Zuchtgeschehen aktiv teilnehmen kann.

4.2 Gebrauchskreuzung

Gebrauchskreuzungen mit Fleischrassetieren haben in den letzten Jahren bei Milch- und Zweinutzungsrasen an Bedeutung gewonnen. Je höher sich die Schlachtkörperqualität auf den Preis niederschlägt und je stärker das Zuchtziel auf die Milchleistung ausgerichtet ist, desto interessanter werden derartige Kreuzungen. So ist ihr durchschnittlicher Anteil Österreich weit in Zuchtbetrieben innerhalb der letzten zwei Jahre von 4,4% auf 5,9% angestiegen, bei Braunvieh sogar von 12,0% auf 15,5%. So sehr dies für den einzelnen Betrieb sinnvoll sein mag, so kritisch kann eine derartige Entwicklung für kleine Rassenpopulationen werden, da damit wertvolle Prüfkapazität für das Zuchtprogramm blockiert wird.

Gebrauchskreuzungen zwischen zwei verschiedenen Milch- bzw. Zweinutzungsrasen, vor allem zur Verbesserung der Fitness durch Nutzung von Heterosiseffekten, würden, wie die in Tabelle 2 zusammengefassten Ergebnisse und praktische Erfahrungen zeigen, den gewünschten Erfolg bringen. Für eine erfolgreiche Umsetzung in der Praxis müssen aber klare Strukturen geschaffen werden.

- **Basiszuchtbetriebe**, die dem Reinzuchtprogramm für eine der beiden Kreuzungspartner angeschlossen sind und folgende Aufgaben zu tragen haben.
 - aktive Teilnahme am Zuchtprogramm zur laufenden Verbesserung der Reinzuchtpopulationen
 - Erstellung von Reinzuchttieren als Remonte für die Vermehrungsbetriebe
- **Vermehrungsbetriebe** betreiben keine Reinzucht sondern erstellen durch Kreuzung die erforderlichen weiblichen F_1 -Tiere als Remonte für die Produktionsbetriebe.
- **Produktionsbetriebe** paaren ihre F_1 -Kühe mit einem passenden Fleischrassetier an. Die Produkte aus dieser Gebrauchskreuzung werden in der Kälber-, Jungrinder- oder Stiermast verwertet.

In kleinen Bereichen werden derartige Systeme ohne Zwischenschaltung einer Vermehrungsstufe bereits umgesetzt. Für eine größer angelegte Umsetzung ergeben sich jedoch eine Reihe offener Fragen.

- Wie kann der finanzielle Ausgleich zwischen den einzelnen Stufen zufriedenstellend geregelt werden?
- Ist das System in der Lage die Remonten in genügender Zahl, zeitgerecht und in ausreichender Qualität zu liefern?

- Welche Steuerungsinstrumente und Kontrollmechanismen sind für einen reibungslosen Ablauf erforderlich?

Langjährige Erfahrungen mit Zweirassenkreuzungen gibt es in Neuseeland. Dort beträgt der Anteil an Friesian 56,1%, an Jersey 15,8% und an Friesian*Jersey-Kreuzungen 33,3% (Quelle: dlz, 8, 80 – 85).

4.3 Rotationskreuzung

Im klassischen Fall sind an einer Rotationskreuzung drei Rassen beteiligt. Auch dabei kann der positive Effekt von Heterosis genutzt werden, der sich auf rund 80% einpendelt. Eines der bekanntesten und wohl auch konsequentesten Beispiele einer Dreirassen-Rotationskreuzung stellt das Schwarzbunte Milchrind (SMR) in der ehemaligen DDR dar (Schönmuth, 1963 und Schönmuth et al., 1980). Mit dem Ziel der Verbesserung von Rahmen und Euterqualität sowie der Milchhaltsstoffe wurden abwechselnd in die ursprüngliche Schwarzbuntpopulation Holstein Friesian und Jersey eingekreuzt. Das Produkt, ein robustes mittelrahmiges Rind mit guten Inhaltsstoffen, entsprach sehr gut den damaligen betrieblichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen.

Aus den Ergebnissen der bereits erwähnten neueren Einkreuzungsversuche werden zur Nutzung der Heterosiseffekte ebenfalls Dreirassenkreuzungen empfohlen. So werden von Leslie B. Hansen Kombinationen von Holstein Friesian, Jersey und Fleckvieh bzw. von Holstein Friesian, Normande und Montbeliarde vorgeschlagen (Quelle: dlz, 8, 80 – 85).

4.4 Selektion aus einem Pool von Rassen

Eine gänzlich andere Zuchtphilosophie wurde in Norwegen vertreten (Langholz, 1976 und Skjervold, 1982). Die anpassungsfähigen aber leistungsschwachen Gebirgsrassen wurden zuerst mit dem anspruchsvolleren Norwegischen Rotvieh graduell verdrängt. In weiteren Schritten wurden finnische Ayrshire, Rotvieh sowie Rot- und Schwarzbunte aus Schweden und zuletzt noch in einem geringen Ausmaß Holstein Friesian eingekreuzt.

Das Besondere war daran, dass die Selektion in den einzelnen Selektionsstufen sehr konsequent nach einem Gesamtzuchtwert erfolgte. Neben der Milch- und Fleischleistung fanden darin bereits sehr früh Melkbarkeit, funktionale Exterieurmerkmale, Fruchtbarkeit, Abkalbmerkmale, Zellzahl und Häufigkeit von Stoffwechselstörungen eine entsprechende Berücksichtigung. Diese „synthetische“ Rasse zeigt in ihrer äußeren Erscheinung immer noch ein stark heterogenes Bild, kann aber, gemessen an der Gesamtwirtschaftlichkeit, sehr gut mit den anderen Milch- und Zweinutzungsrasen konkurrieren.

5. Auswirkung von Einkreuzungen auf Zuchtprogramme

Einkreuzungen mit Fremdrassen, zur raschen Behebung von Fehlentwicklungen, stellen für ein konventionelles Besamungszuchtprogramm generell ein Problem dar. Die starke Erweiterung der genetischen Variation, die zwar gewollt und züchterisch erwünscht ist aber zwangsläufig auch zu einer enormen Ausdehnung der Streuung in der äußeren Erscheinung führt, ruft in der Regel auch eine nicht unerhebliche Verunsicherung bei den Züchtern hervor.

Konsequenzen haben Einkreuzungen in allen Fällen für die Nachkommenprüfung der Jungtiere. Betroffen sind davon in erster Linie die Prüfkapazität und die Genauigkeit der Zuchtwertschätzung.

5.1 Prüfkapazität

Abgesehen von Gebrauchskreuzungen mit Fleischrassestieren, die direkt Prüfkapazität für die Jungtiere blockieren, ist auch bei Einkreuzungen mit Stieren gleicher Zuchtrichtung die Prüfkapazität oft ein limitierender Faktor. Vor allem dann wenn Kreuzungsstiere geprüft werden sollen, muss eine deutlich größere Anzahl von Jungtieren getestet werden, da, bedingt durch die stärkere Aufspaltung, der Anteil, der für den Wiedereinsatz selektiert werden kann, sinkt.

5.2 Passereffekte

Ein nicht zu übersehendes Problem können bei einer Nachkommenprüfung so genannte Passereffekte darstellen. Diese nicht additiven genetischen Effekte, werden dann in der Zuchtwertschätzung wirksam, wenn die Testanpaarungen nicht an eine genetische Stichprobe von Kühen erfolgen (Lederer, 1973). Anstelle eines allgemeinen Zuchtwertes wird dann ein spezieller Zuchtwert geschätzt, der sich im Zweiteinsatz nicht bestätigt. In einer stark heterogenen Kreuzungspopulation ist eine solche Situation sehr viel wahrscheinlicher als in einer homogenen Reinzuchtpopulation. Passereffekte sind in vielen Fällen auch die Erklärung dafür, dass in der Reinzuchtpopulation geprüfte hoch positive Stiere in der Rückkreuzung nicht das erwartete Ergebnis bringen.

6. Zusammenfassung

- Einkreuzungen in Milch- und Zweinutzungsrasen können kurzfristig Versäumnisse und Mängel im Zuchtprogramm beheben ohne aber längerfristig ein konsequentes Prüfprogramm ersetzen zu können.
- Heterosiseffekte wirken sich auch in der Rinderzucht positiv auf die Fitnessmerkmale aus. Ihre systematische Nutzung auf breiter Basis durch Zwei- und Dreirassenkreuzungen stößt in der Regel aber auf organisatorische Grenzen.
- Kreuzungszucht in der Milchrinderzucht, auch unter intensiven Produktionsbedingungen, würde dann rasch an Bedeutung gewinnen, wenn das „Sexen“ von Sperma zu einem kostengünstigen Routineverfahren weiterentwickelt werden kann (Swalve, 2004).
- In einer Einkreuzungssituation ist noch stärker darauf zu achten, dass Jungtiere im Testeinsatz an eine genetische Stichprobe von Kühen angepaart werden, da ansonsten die Gefahr besteht, dass der geschätzte Zuchtwert durch nicht additive genetische Effekte verzerrt ist und im Zweiteinsatz keine Wiederholung findet.

7. Literatur

- Buckley, F., J. F. Mee, N. Byrne, M. Herlihy and P. Dillon (2004): A comparison of reproductive efficiency in four breeds of dairy cows and two cross breeds under seasonal grass-based production systems in Ireland. *J. Dairy Sci.*, 82, Suppl. 1.
- Fewson, D., A. Ott, M. Fender, F. Werkmeister und a. Rittler (1966): Beitrag zur Planung von Einkreuzungen in Reinzuchtpopulationen, dargestellt am Beispiel der Anpaarung von amerikanischen Brown-Swiss-Tieren an das württembergische Braunvieh. *World Rev. Anim. Prod.*, 2, 106 – 111.
- Gühne, J., R. Scharfenberg und H. H. Swalve (2004): Die Einkreuzung von Braunvieh in deutsche Holstein. Vortrag DGfZ/GFT Jahrestagung 2004, Rostock.
- Haiger, A., R. Steinwender, J. Sölkner und W. Schrepf (1987): Vergleichsversuch von Braunvieh mit Brown Swiss- und Holstein Friesian-Kreuzungen; 5. Mitteilung: Fleischleistungsvergleich von Kälbern und Jungstieren. *Die Bodenkultur*, 38, 39 – 48.
- Haiger, A., R. Steinwender, J. Sölkner und H. Greimel (1987): Vergleichsversuch von Braunvieh mit Brown Swiss- und Holstein Friesian-Kreuzungen; 7. Mitteilung: Milchleistungsvergleich. *Die Bodenkultur*, 38, 273 – 280.
- Heins, B. J., L. B. Hansen and A. J. Seykora (2004): Pure Holsteins compared to crossbreds of Normande-Holstein, Montbeliarde-Holstein and Scandinavian Red in seven California dairies. *J. Dairy Sci.*, 82, Suppl. 1.
- Heins, B. J., L. B. Hansen and A. J. Seykora (2004): Comparison of first-parity Holstein, Normande-Holstein, Montbeliarde-Holstein and Scandinavian-Holstein crossbred cows for dystocia and stillbirths. *J. Dairy Sci.*, 82, Suppl. 1.
- Heins, B. J., L. B. Hansen and A. J. Seykora (2004): Crossbreds of Holstein, Normande-Holstein, Montbeliarde-Holstein and Scandinavian-Holstein compared to pure Holsteins for production and SCS during the first 150 days of first lactation. *J. Dairy Sci.*, 82, Suppl. 1.
- Langholz, J. (1976): Entwicklung der Zuchtplanung beim Rind in Norwegen. *Der Tierzüchter*, 10, 448 – 450.
- Lederer, J. A., (1973): Einfluss von Inzucht und spezieller Kombinationseffekte auf die Milchleistung in der Reinzucht von Rindern. Dissertation Univ. f. Bodenkultur, Wien.
- Madrid, S. I., T. A. Olson, A. de Vries, C. A. Risco and P. J. Hansen (2004): Evaluation of the effects of heterosis on reproduction efficiency and milk yield in South Florida. *J. Dairy Sci.*, 82, Suppl. 1.
- Pfingstner, H., A. Haiger, R. Steinwender, L. Gruber und J. Sölkner (1989): Vergleichsversuch von Braunvieh mit Brown Swiss- und Holstein Friesian-Kreuzungen; 9. Mitteilung: Betriebswirtschaftliche Gesamtbeurteilung. *Die Bodenkultur*, 40, 251 – 272.
- Politiek, R. D., H. Vos and S. Korver (1982): Comparison of Friesian cattle from different origins; II. Milk production traits in two subpopulations from the Netherlands and progeny of Dutch Friesian, Holstein Friesian and British Friesian proven bulls. *Z. Tierz. und Züchtungsbiol.*, 99, 272 – 285.
- Schönmuth, G. (1963): Zur Züchtung eines milchreichen Zweinutzungsrides mit hohem Milchfett- und Eiweißgehalt und bestem Euter. *Arch. Tierzucht*, 6, 79 – 92.
- Schönmuth, G., A. Wilke, G. Seeland, H. Michulitz und W. Sieber (1980): Ergebnisse der Milchrinderzucht unter Kreuzungsbedingungen. *Arch. Tierzucht*, 23, 227 – 235.

Schulte-Coerne H.-J. (1976): Untersuchungen über die Auswirkungen einer Einkreuzung von amerikanischen Brown Swiss Tieren in das württembergische Braunvieh. Dissertation Univ. Hohenheim, BRD.

Skjervold, H. (1982): Die Bildung einer synthetischen Rasse. Arch. Tierzucht, 25, 1 – 12.

Swalve, H. H., (2004): Kreuzungszucht als alternativer Ansatz in der Milchrinderzucht. Züchtungskunde, 76, 412 – 420.

Van Raden, P. M., M. E. Tooker and J. B. Cole (2004): Heterosis and breed differences for daughter pregnancy rate in crossbred dairy cows. J. Dairy Sci., 82, Suppl. 1.



„Fleckvieh“ Schweiz

Matthias Schelling

1. Einleitung

In der Schweizer Rotbuntzucht wird zwischen den Sektionen Simmental, Montbéliarde, Fleckvieh sowie (Red) Holstein unterschieden. Im Gegensatz zu seinen Berufskollegen in Österreich und Deutschland versteht der Schweizer Züchter unter dem Begriff Fleckvieh das Produkt aus der Kreuzung Simmental x Red Holstein, das als eigenständige Rasse gezüchtet wird. Im Herdebuch des Schweizerischen Fleckviehzuchtverbandes (SFZV) werden Tiere mit einem Simmental-Blutanteil von 87% und mehr der Sektion Simmental (SI), Tiere mit einem Montbéliarde-Blutanteil von 75% und mehr werden der Sektion Montbéliarde (MO) und Tiere mit 75% und mehr Holsteinblut gemäß ihrer Farbe den Sektionen Red Holstein oder Holstein zugewiesen. Alle übrigen rotbunten Tiere bilden die Sektion Fleckvieh (FT).

Unter dem Eindruck der Einkreuzung von Holstein-Genetik auf die damalige Schwarzfleckvieh-Rasse wurden vor knapp 40 Jahren in der Schweiz versuchsweise die ersten Kreuzungen von Simmentaler Kühen mit Red Holstein-Bullen aus den USA durchgeführt. Das Ziel dieser Maßnahme war eine rasche Verbesserung der Größe, der Milchleistung, der Melkbarkeit, der Euter- und Zitzenform sowie der Frühreife. Die guten Eigenschaften der Simmentallerasse wie Mastleistung und Schlachtkörperqualität, Milchgehalt und gesundheitliche Merkmale sollten nicht beeinträchtigt werden. Auch die Kreuzungstiere mußten weiterhin dem zweiseitigen Zuchtziel entsprechen. Die positiven Ergebnisse der ersten Versuchsphase, welche unter der Leitung des Institutes für Nutztierwissenschaften der ETH Zürich durchgeführt wurden, führten nach 1971 zu einer raschen Ausdehnung der Kreuzungen.

Im Gegensatz zum Schweizer Schwarzfleckvieh, wo die Holstein-Einkreuzungen innert kurzer Zeit die einheimische Rasse innert kurzer Zeit vollständig und unwiederbringlich verdrängten, wurden auf Seite des SFZV große Anstrengungen unternommen, um mit der Beibehaltung des zweiseitigen Zuchtziel einerseits die Ausgangsrasse Simmental zu erhalten und andererseits mit der Kreuzungszucht die offensichtlichen Vorteile der Red Holstein-Genetik zu nutzen.

Der Holstein-Blutanteil nahm in der Folge stark zu. Innert weniger Jahre wies die Mehrheit der Herdebuchtiere des SFZV einen Holstein-Blutanteil um 50% auf. Diese grossrahmigen und frühreifen Tiere entsprachen mit guten Milchleistungen mit sehr beachtlichen Gehaltswerten sowie guten Eutern bei weiterhin guten Mast- und Fleischleistungen sehr gut den im damaligen Zuchtziel festgelegten Anforderungen.

Zeitlicher Ablauf der Einkreuzungen

1968	Erster Kreuzungsversuch mit 1000 Tieren	
1971	Ausdehnung der Kreuzungsversuche	Durchschnittliche Milchleistung L1: 3'528 kg mit 3.98% Fett
1976	Aufhebung der Verpflichtung, mindestens ein Drittel des Bestandes mit Simmental zu belegen	Durchschnittliche Milchleistung L1 der F1-Tiere: 4'501 kg mit 3.91% Fett
1981	Aufhebung der Obergrenze von 75% für Holsteinblut	
1989	Red Holstein-Bullen frei verfügbar	
1996	Offizielle Freigabe des Einsatzes von schwarzbunten Holstein-Bullen	

2. Entwicklung der Fleckviehzucht

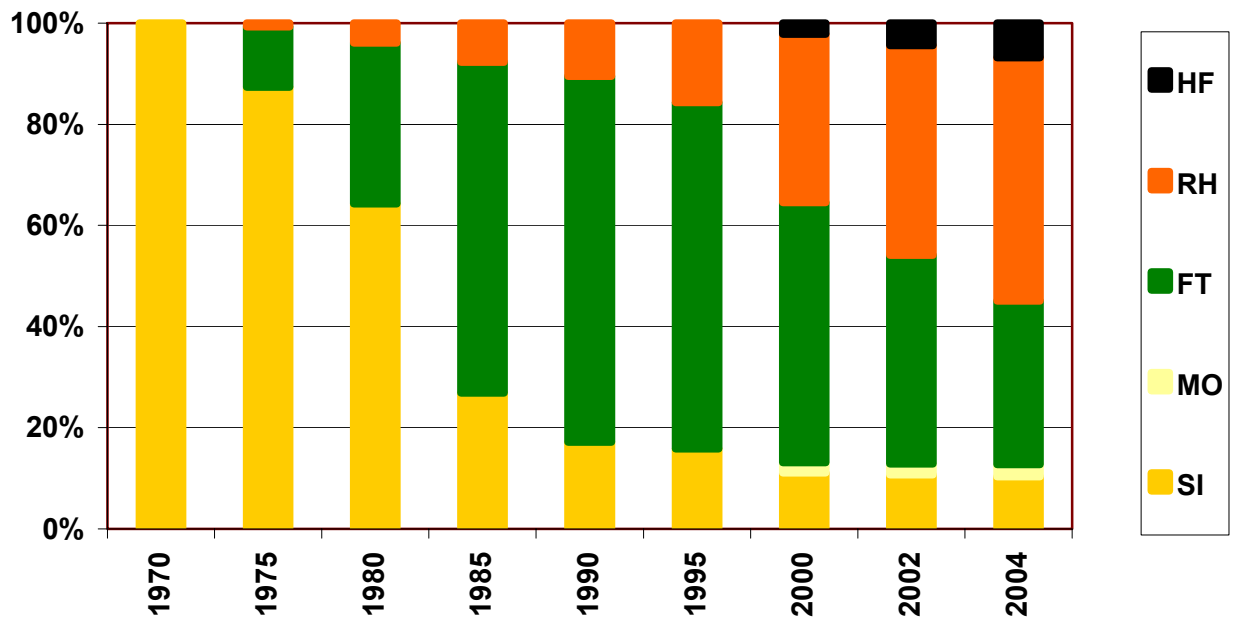


Abbildung 1: Entwicklung der Anteile vom Herdebuchbestand (die Sektionen MO und HF werden seit 2000 getrennt geführt).

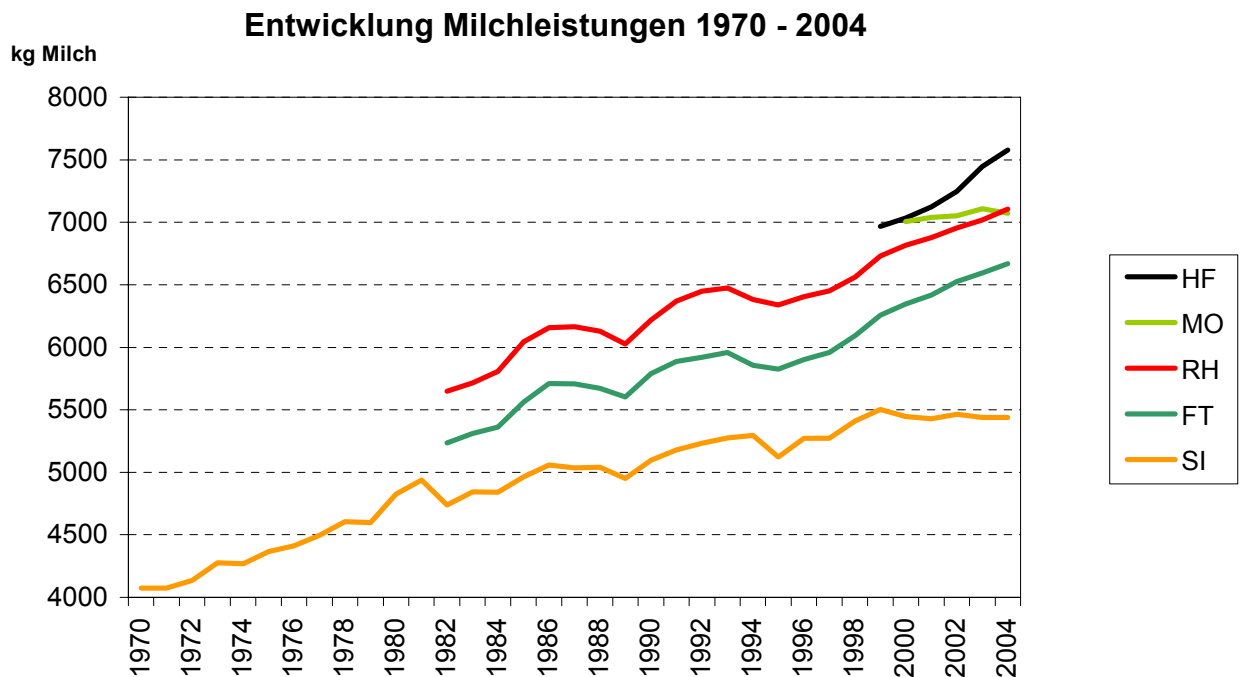


Abbildung 2: Entwicklung der Milchleistungen seit 1970 (keine getrennte Erfassung bis 1982, die Sektionen MO und HF werden seit 2000 getrennt geführt).

3. Fleckvieh heute

Die Fleckviehkuh ist die milchbetonte, biokonforme Kuh für eine dauerhafte wirtschaftliche Produktion in einem weiten Einsatzspektrum. Fleckvieh vereint die Stärken der beiden Ausgangsrassen Simmental und Red Holstein.

Schweizer Fleckvieh zeichnet sich heute mit einer überdurchschnittlich hohen Anzahl an Kühen mit sehr hohen Lebensleistungen aus (mehr als 1050 registrierte Tiere mit über 100'000 kg Lebensleistung).

Zuchtziel Fleckvieh

Entsprechend der Gliederung des Herdebuches in Sektionen werden beim Schweizer Fleckvieh für jede Sektion (SI, MO, FT, RH/HF) eigene Zuchtziele formuliert. Zuständig hierfür sind die Fachkommissionen, die jeder Sektion als strategisches Organ vorstehen.

Milchmenge (305 Tage)	1. Laktation	6000 kg
	2. Laktation	7000 kg
	ab 3. Laktation	8000 kg
Milchgehalt	Fett	4.00%
	Eiweiß	3.50%
Melkbarkeit	DMG	2.50 – 2.90 kg
Exterieur		
Grösse, Kühe ausgewachsen		140 – 150 cm
Grösse, Stiere ausgewachsen		154 – 164 cm
Gewicht, Kühe ausgewachsen	Mitte Laktation	650 - 800 kg
Gewicht, Stiere ausgewachsen		> 1200 kg
Körperform	gute Tiefe, Breite und Substanz gerade Rückenlinie, Becken lang, breit und leicht geneigt	
Fundament	trockene Gelenke, korrekte Stellung, geschlossene Klauen mit viel Substanz	
Euter	Sitz hoch, breit und lang, gute Verbindung mit Bauchwand, starkes Zentralband und seitliche Spaltung, gute Drüsigkeit und Beaderung	
Zitzen	gute Form, Länge und Plazierung, senkrechte Stellung	
Fleischleistung	Bullen	Tageszunahme 1400 g

4. Mit Fleckvieh in die Zukunft

Die agrarpolitischen und wirtschaftlichen Entwicklungen der letzten 15 Jahre haben in der Schweiz dazu geführt, dass viele klassische Familienbetriebe entweder ganz aus der Milchproduktion ausgestiegen sind oder sich der reinen Milchproduktion verschrieben haben. Damit hat auf der einen Seite der Anteil der Mutterkuhherden und damit der spezialisierten

Mast- und Robustrassen stark zugenommen. Auf der anderen Seite hat die Milchleistung dank intensivem Einsatz von (Red) Holsteingenetik in den spezialisierten Milchproduktionsbetrieben über dieselbe Zeitperiode stark zugenommen. Damit ist der Anteil der Betriebe, welche die klassische Zweintzungsrasse bevorzugt einsetzen, stark zurückgegangen.

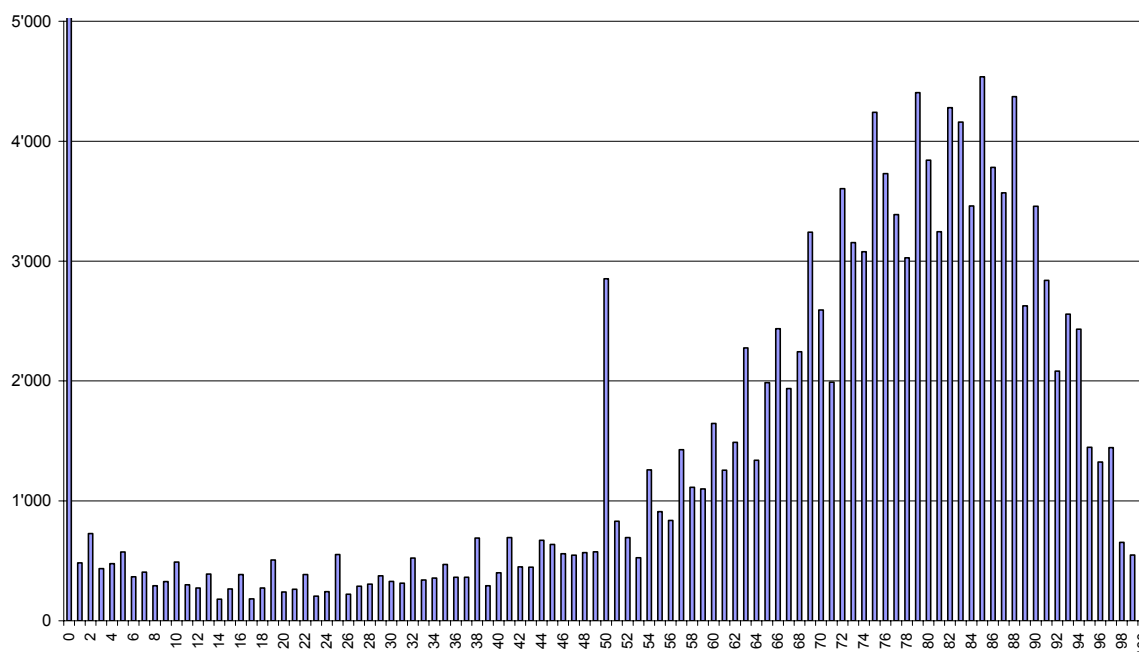


Abbildung 3: Verteilung der Holstein-Blutanteile in % der Herdebuchtiere im Jahr 2004.

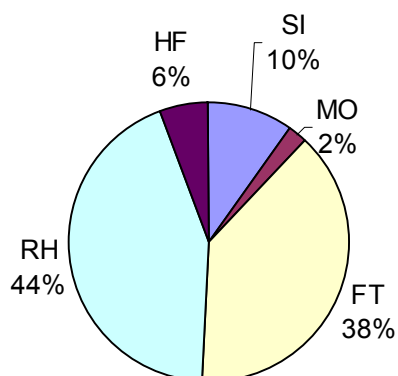


Abbildung 4: Verteilung der Sektionen 2004 (produktive Kühe).

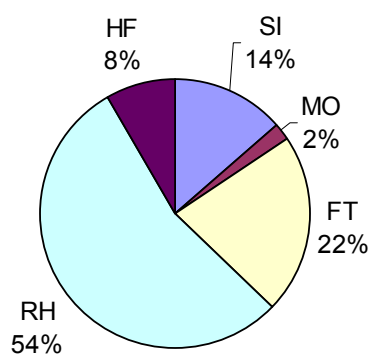


Abbildung 5: Verteilung der 2004 markierten weiblichen Kälber.

Damit ist heute im Herdebuch des SFZV der Anteil Fleckviehtiere rückläufig und eine ausgeprägte Verschiebung der Blutanteile in Richtung Red Holstein festzustellen, welche auch in den nächsten Jahren anhalten wird.

Dieser Rückgang hat bedeutende Auswirkungen auf die weitere Entwicklung der Fleckviehzucht in der Schweiz. Insbesondere im Bereich Nachzuchtprogramme und Angebot der KB-Stationen wirkt sich der Rückgang der Nachfrage nach Fleckviehbullen stark auf das Angebot aus.

Das relativ schmale Angebot an Fleckviehbullen und der Trend zu immer höheren Red Holstein-Blutanteilen führen zu einem aufschlußreichen Bild bei der Auswahl der Besamungsbullen:

Tabelle 1: Deckungen Kühe/Bullen nach Sektionen.

Sektion Kuh	Sektion Stier						Total
	FT	HF	MO	RH	SI	übrige	
FT	19%	3%	3%	41%	14%	20%	33%
HF	3%	39%	0%	42%	1%	14%	6%
MO	1%	1%	80%	2%	1%	15%	2%
RH	9%	8%	1%	62%	3%	18%	47%
SI	2%	0%	1%	3%	88%	6%	11%
übrige	4%	10%	1%	20%	5%	61%	1%
Total	11%	8%	3%	46%	15%	17%	100%

Samenimport und Vermarktung sind in der Schweiz weitestgehend liberalisiert, die KB-Organisationen operieren heute vollkommen unabhängig von den Zuchtverbänden und sind damit auch gezwungen, ihre Produkte an marktwirtschaftliche Kriterien anzupassen. Reglementierungen zum Erhalt oder gar für die Weiterverbreitung der Sektion Fleckvieh sind heute nicht mehr möglich, allein der Markt entscheidet, ob die Kreuzungszucht weiterhin bestehen kann oder ob Fleckvieh in der Schweiz langfristig eher als Hybridrasse gezählt werden muß.

In vielen weniger begünstigten Produktionsgebieten mit graslastiger Fütterung kann die Fleckviehkuh mit ihren Stärken sehr gut bestehen. In vielen Betrieben ist für die scharfe Red Holstein-Kuh nicht die notwendige Futterbasis vorhanden, was sich vor allem auf die Gesundheit und Langlebigkeit auswirkt. Neuere Entwicklungen, z.B. Vollweidesysteme mit streng saisonaler Abkalbung ohne jegliche Zufütterung stellen hohe Anforderungen an Fruchtbarkeit und Stoffwechselstabilität. Neuere Untersuchungen haben die ausgezeichnete Eignung des Fleckviehs für solche Betriebssysteme beweisen können.



Seminar der Zentralen Arbeitsgemeinschaft österreichischer Rinderzüchter



Organisiert in Zusammenarbeit mit:

ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH
Dresdner Straße 89/19, A-1200 Wien



Institut für Nutztierwissenschaften
Universität für Bodenkultur
Gregor Mendel Straße 33, A-1180 Wien



Gefördert aus Mitteln des BMLFUW:



Medieninhaber und Herausgeber:

Zentrale Arbeitsgemeinschaft österreichischer Rinderzüchter (ZAR)

Dresdner Straße 89/19, 1200 Wien

im Rahmen des Ausschusses für Genetik (Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. Johann Sölkner)

Für den Inhalt verantwortlich:

Die jeweiligen Autoren

Redaktion:

Dr. Christian Fürst und Dr. Christa Egger-Danner, ZuchtData

Druck: Börsedruck Ges.m.b.H., Liesinger Flur-Gasse 8, 1230 Wien