

Die Kalifornischen Erfahrungen mit Kreuzungen von Holstein Kühen und Bullen von Schwedischem Rotvieh, Norwegischem Rotvieh, Montbeliarde und Normande durch künstliche Besamung

Brad Heins, Les Hansen und Tony Seykora
University of Minnesota

Zusammenfassung

- ? Inzucht nimmt um etwa 0,1 % pro Jahr bei der Holstein-Rasse zu, was erhöhte Inzuchtprobleme verursacht, insbesondere bezüglich der Totgeburten, Fruchtbarkeit, Gesundheit und Überlebensrate.
- ? **Kreuzungszucht bewirkt Heterosis, die das Gegenteil von Inzucht ist.**
- ? **Heterosis ist ein Bonus, der noch mal zu dem durchschnittlichen genetischen Niveau der Elternrassen dazukommt und etwa 5 % für die Leistung und mindestens 10 % für Sterblichkeit, Fruchtbarkeit, Gesundheit und Überlebensrate betragen sollte.**
- ? Die Anpaarung von Holstein-Kühen mit Schwedischen Rotvieh-, Norwegischen Rotvieh-, Montbeliarde- und Normande-Bullen resultiert in weniger Totgeburten, wie auch weniger Kalbeschwierigkeiten bei den Kühen, verbesserter Fruchtbarkeit und besserer Überlebensrate im Vergleich zu reinrassigen Holstein-Kühen.
- ? Die Milchleistung der Montbeliarde-Holstein-Kreuzungskühe und der Skandinavischen-Rotvieh-Holstein-Kreuzungen war sehr ähnlich wie die der reinrassigen Holsteins (ca. 5 % geringer).
- ? **Die Kreuzungszucht ist ein Anpaarungssystem, das den genetischen Zuchtfortschritt innerhalb der Rassen ergänzt**
- ? Ununterbrochene Verwendung von Top-geprüften Besamungsbullen ist für den genetischen Fortschritt unabdingbar.
- ? Kreuzungszucht mit Milchvieh sollte 3 Rassen einschließen, um die Vorteile des Heterosiseffekts adäquat zu nutzen.

Die Umstände haben sich geändert

Das Interesse an der Kreuzungszucht ist international dauerhaft von großem Interesse für die kommerziellen Milchviehbetriebe. In den vergangenen 50 Jahren hat sich der Prozentsatz der nordamerikanischen Holsteins am Milchviehbestand in den meisten Ländern stetig erhöht. Dennoch haben sich allgemein gesehen die Umstände geändert, was die historische Überlegenheit der Holsteins in der Profitabilität im Vergleich zu den Kreuzungskühen betrifft. Als erstes ist der Milchpreis weltweit mittlerweile mehr von den festen als von den flüssigen Milchinhaltsstoffen abhängig, wodurch die Holstein-Kühe im Vergleich zu den anderen Rassen nicht mehr so einen großen Vorteil wie in der Vergangenheit haben.

Die Verschlechterung der Fruchtbarkeit bei den Holsteins, sowohl auf genetischer Basis als auch bezüglich der Beobachtungen in der Praxis, ist in den meisten Ländern dokumentiert worden. Ebenso haben alle anderen Rassen weltweit weniger Schwierigkeiten beim Kalben und weniger Totgeburten (direkte und maternale Effekte). Weiterhin sind die Komplikationen nach dem Kalben bei den Holsteins unter den meisten Bedingungen in den letzten Jahren mehr geworden. Daher legen die Milchvieh-Farmer jetzt viel mehr Gewicht auf das Management in der Transitphase vom Trockenstellen bis nach dem Kalben.

Holstein-Kühe werden wegen der genetischen Selektion immer noch größer im Rahmen und sind oft zu groß für ein optimales Überleben in ihrer Umgebung, da die Stallgröße unpassend ist. Der gemeinsame Effekt dieser Faktoren ist eine geringere Anzahl an Kalbungen in der Lebensspanne einer Holstein-Kuh im Vergleich zu früher.

Inzucht

Die globale Holstein-Population hat mit der Zeit einen hohen Inzucht-Anteil entwickelt. Wie erwartet steigen die verwandtschaftlichen Verhältnisse innerhalb der Holstein-Rasse aufgrund hocheffektiver Selektionsprogramme. Da der Verwandtschaftsgrad zwischen den Individuen ansteigt, wird es mehr und mehr wahrscheinlich, dass Bullen und Kühe, die miteinander angepaart werden nah miteinander verwandt sind. Die meisten Folgen der Inzucht sind verdeckt und noch nicht vollständig sichtbar. **Inzucht raubt den Milchvieh-Farmern das Einkommen** durch erhöhte Totgeburtenrate, reduzierte Fruchtbarkeit, geringere Widerstandsfähigkeit gegen Erkrankungen und verkürzte Lebenszeit. Die reduzierte Fruchtbarkeit der Kühe sollte eine der Hauptfolgen der Inzucht sein, da stark ingezüchtete Embryonen mit einer höheren Wahrscheinlichkeit nicht überlebensfähig sind und abgetötet werden.

Tabelle 1 zeigt den Verwandtschaftsgrad ausgesuchter Bullen mit hohem Blutanteil in der USA-Holstein-Population. Diese verwandtschaftlichen Beziehungen werden von USDA auf der Grundlage des Jahres 1960 geschätzt, wobei frühere Beziehungen ignoriert werden. Zwei Bullen, die 1960 geboren sind – Elevation und Chief – sind heute in etwa 30 % der Holstein-Rasse enthalten. Alle anderen in der Tabelle aufgeführten Bullen sind Nachkommen wenigstens eines der beiden Vertreter dieser Rasse.

Tabelle 1 Inzuchtgrad ausgesuchter Bullen der Holstein-Rasse in den USA			
Bulle	Pedigree	Geburtsjahr	Inzuchtgrad %
Blackstar	Elevation und Chef II sind 37,5 % des Pedigrees	1983	16,0
Elevation		1965	15,4
Chef II		1962	14,8
Valerian	Sohn von Chef II	1973	13,8
Chief Mark	Sohn von Chef II	1973	13,2
Leadman	Enkelsohn von Elevation	1985	12,8
Starbuck	Sohn von Elevation	1979	12,6

Blackstar ist ein relativ „junger“ Vorfahr mit dem Geburtsjahr 1983. Dennoch hat er schon einen Blutanteil von 16 % an der Holstein-Rasse. Viele von Blackstars Söhnen (Juror, Lord Lily, Duster, Patron) und Enkelsohnen (Mtoto, Tugolo, Outside) haben zur Zeit einen großen Einfluß auf die Rasse.

Die Kanadischen Holsteiner sind zu 20 % mit Starbuck, einem Sohn von Elevation, verwandt. Weltweit ist die Verschmälerung der genetischen Basis fast so extrem wie in USA, weil North American Holstein Genetics die ursprüngliche Zuchtbasis international weitestgehend ersetzt hat. Zudem resultieren die Interbull-Erhebungen in denselben Bullen von Söhnen, die in der ganzen Welt in der künstlichen Besamung eingesetzt werden. Vor allen Dingen existiert weltweit kein „Outcross“-Holstein-Sperma.

Sechs Holstein-Bullen – Blackstar, Rudolph, Prelude, Mountain, Leadman (mehr in Europa), und Manfred (mehr in USA) – dominieren derzeit die Pedigrees der Bullen und Kühe von den Nachwuchs-Bullen für die künstliche Besamung, weil ihre Nachkommen hoch in der Fruchtbarkeit und Überlebensrate rangieren. Ein siebter Bulle, Elton, rangiert nicht so hoch im Bereich Fruchtbarkeit und Überlebensrate und hat „nur“ einen Blutanteil von 11,2% an der Rasse, aber dennoch könnte sein Blutanteil an den Holsteins durch seine Söhne (Durham und Convincer) und vor allem durch seine Enkelsohne (O-Man, BW Marshall, Addison, Jester und Machoman) ansteigen.

Tabelle 2 zeigt den durchschnittlichen Inzuchtgrad der Holstein-Kühe in der Milchkontrolle nach Geburtsjahr. Die Schätzungen sind eher vorsichtig zu beurteilen, weil die Pedigrees bis auf das Jahr 1960 zurückgehen. Erkenntnisse über zusätzliche Verwandtschaftsbeziehungen vor 1960 lassen vermuten, dass 2 % zu allen derzeitigen Schätzungen über Inzucht auf der Basis von Pedigrees bis 1960 zugefügt werden sollten.

Tabelle 2 Durchschnittlicher Inzuchtgrad der weiblichen Holsteins in den USA	
Geburtsjahr	Inzuchtgrad
	%
1990	2,5
1993	3,2
1996	3,9
1999	4,4
2002	4,8
2005	5,1

Die Inzuchtrate für die USA-Holstein-Population steigt nahezu konstant um einen Faktor von 0,1 % pro Jahr, und zukünftige Färsen, die 2006 geboren sind, haben eine **Inzuchtrate von 5,2 %**. Die Standardempfehlungen für kommerzielle Milchproduktion hat besagt, dass der Inzuchtgrad 6,25 % nicht überschreiten sollte. Bei einer durchschnittlichen Inzuchtrate von 5,2 % gibt es viele individuelle Holsteinanpaarungen, die **den Grenzwert von 6,25 % überschreiten**. Was bedeuten diese 6,25 %? Kühe haben zwei Gene an jeder Stelle ihres Chromosoms – eines von jedem Elternteil. Der Inzucht-Koeffizient misst den Prozentsatz dieser Paare, bei denen beide Gene identisch sind, weil sie von denselben Vorfahren kommen. Wenn der Inzuchtgrad ansteigt, steigt auch die Wahrscheinlichkeit, mit der zwei genetisch rezessive Gene (von größerer oder kleinerer Bedeutung) aufeinandertreffen.

Die **meisten Milchvieh-Farmer sind sich vermutlich gar nicht der Tatsache bewusst**, dass einzelne Kühe in ihrer Herde einen Inzuchtgrad erreicht haben, der die Empfehlungen überschreitet. Bei steigender Inzuchtrate der Holsteins ist es notwendig, sich die Pedigrees der beabsichtigten Anpaarungstiere genau anzuschauen. Die Anpaarungsprogramme, die von den Besamungsstationen angeboten werden, helfen, eine Anpaarung zu vermeiden, die in einem inakzeptablen Inzuchtgrad resultieren würde. Jedoch müssen die Pedigrees der Kühe den Anpaarungsprogrammen zur Verfügung gestellt werden und die Anpaarungsprogramme müssen weit in den Pedigrees zurückgehen.

Kreuzungszucht

Beunruhigungen wegen der Inzucht werden durch Kreuzungszucht aus dem Weg geräumt. Der **Heterosiseffekt wirkt entgegengesetzt zu der Inzuchtdepression**. Bei der Kreuzungszucht ist es viel unwahrscheinlicher, dass an jeder einzelnen Stelle der Chromosomenpaare zwei Gene identisch sind, als bei einer Anpaarung derselben Rasse. Daher werden genetisch rezessive Merkmale – ob von größerer oder kleinerer Bedeutung – nicht ausgebildet. Alte Forschungen haben ergeben, dass der Heterosiseffekt für Merkmale, die mit Sterblichkeit, Fruchtbarkeit, Gesundheit und Überleben zusammenhängen, am größten ist.

Der Heterosiseffekt sollte den größten Vorteil bringen, wenn die Umgebung begrenzt ist und der Milchviehfarmer unfähig oder nicht willens ist, zuverlässige Aufzeichnungen über die Elterntiere der Kühe in der Herde zu führen. Neue Forschungen sind auf dem Weg, das mögliche Potential der Kreuzungszucht für die kommerzielle Milchviehproduktion aufzudecken. Wie auch immer, die kommerzielle Schweine-, Fleischrinder- und Schafproduktion macht sich die Kreuzungszucht schon seit **50 Jahren zu nutze**, um Überlebensrate, Fruchtbarkeit, Wachstum und Krankheitsresistenz zu verbessern!

Hintergrund

Der Rückgang von Fruchtbarkeit und Überlebensrate der reinen Holsteins hat die Manager von 7 großen Milchviehbetrieben in Kalifornien veranlasst, Holstein-Färsen und -Kühe mit importiertem

Sperma von Normande und Montbeliarde aus Frankreich, Schwedischem Rotvieh aus Schweden und Norwegischem Rotvieh aus Norwegen zu besamen. Einige Kühe in diesen Betrieben wurden während einer gewissen Zeit weiterhin mit Holstein-Bullen besamt. Die Schwedische und Norwegische Rotvieh-Rasse haben ähnliche Vorfahren und tauschen teilweise Sperma aus; daher werden sie für diese Studie gesammelt als Skandinavisches Rotvieh bezeichnet.

Produktion

Von den Kreuzungskühen und reinen Holstein-Kühen, die das erste Mal vom 1. Juni 2002 bis zum 31. Januar 2005 gekalbt hatten, wurden die Leistungen für die Studie aufgezeichnet. Insgesamt waren es **1447 Kühe**, die in dieser Periode gekalbt hatten, und diese Kühe wurden während ihrer gesamten Lebenszeit beobachtet, um die Leistung beurteilen zu können. Keine der Kühe, die nach dem 31. Januar 2005 zum ersten Mal gekalbt hatten, wurden in den Vergleich von F1-Kreuzungskühen und reinen Holsteins miteinbezogen. Ebenso wurden spätere Laktationen von anderen Kühen nicht in der Studie berücksichtigt. Bullen von allen Kühen waren Besamungsbullen, und alle Holstein-Bullen hatten NAAB-zugewiesene Bullen-Codes. Weiterhin mussten die maternalen Großväter von allen Kühen Besamungsbullen mit NAAB-zugewiesenen Codes sein. Daher wurden Kühe, die per Natursprung bedeckt waren, und solche mit nicht identifiziertem Holstein-Vater oder Holstein-Großvater mütterlicherseits, von der Studie ausgeschlossen.

Die tatsächliche 305-Tage-Milchleistung (Milchmenge, Milchfett und Milcheiweiß) wurde mit der „Best Prediction“-Technik berechnet, die von USDA für nationale Genetik-Erhebungen in den USA benutzt wird. „Best Prediction“ wurde **separat für jeden der sieben Betriebe angewandt** und benutzte herdenspezifische Laktationskurven, um die 305-Tage-Leistung zu berechnen. Anpassungen wurden für das Kalbealter und die Melkhäufigkeit gemacht (Testtage mit 3 x wurden an die 2 x angepasst) und Aufzeichnungen über weniger als 305 Tage wurden auf 305 Tage hochgerechnet.

Die bereinigte Herden-Abkalbe-Saison (4-Monats-Intervall) und das genetische Niveau des Holstein-Großvaters mütterlicherseits wurde von jeder Kuh in die statistische Analyse der 305-Tage-Leistung mit einbezogen. Kühe, die in einer Herden-Abkalbe-Saison kalbten, in der nur eine Rassen-Gruppe abkalbte, wurden von der Analyse entfernt, weil sie keine Basis für einen Vergleich der Rassen-Gruppen darstellten. Des Weiteren wurden bei Kühen mit mehreren Laktationen diese in dem sogenannten „gemischten Modell“ mit der Kuh als „Zufallseffekt“ berücksichtigt, der einen festgelegten Effekt der Wechselwirkung zwischen Zuchtgruppe und Laktationsnummer darstellt. Tabelle 3 zeigt die Zahl der Kühe und der Väter der Kühe, bei denen die Milchleistung analysiert wurde, innerhalb der Rassen-Gruppen.

Tabelle 3. Zahl der Kühe und Väter der Kühe, die für die Studie analysiert worden sind

Rasse	Kühe	Bullen
Holstein	380	69
Normande-Holstein	245	24
Montbeliarde-Holstein	494	23
Skandinavisches Rotvieh-Holstein	328	13

Die Ergebnisse der tatsächlichen 305-Tage-Leistung sind in Tabelle 4 dargestellt. Fett (kg) und Protein (kg) wurden benutzt, um die Gesamtproduktion der reinen Holsteiner gegenüber den Kreuzungskühen zu beurteilen. Die Skandinavischen Rotvieh-Holstein-Kreuzungen (-3 %), Montbeliarde-Holstein-Kreuzungen (-5 %) und Normande-Holstein-Kreuzungen (-9 %) lagen alle signifikant niedriger (statistisch gesehen) als die reinen Holstein-Kühe, was Fett (kg) und Protein (kg) betrifft. Dennoch waren die absoluten Unterschiede der Montbeliarde-Holstein- und Skandinavischen Rotvieh-Holstein-Kreuzungen im Vergleich zu den reinen Holstein-Kühen gering, etwa 15 kg bzw. 10 kg für die zwei Kreuzungsgruppen, sowohl für Milchfett (kg) als auch für Milcheiweiß (kg). Diese Ergebnisse von der

Leistung der ersten Laktation sind geringfügig anders als die, die früher von dieser Studie berichtet worden sind, weil jetzt alle Kühe die Gelegenheit hatten, ihre 305-Tage-Leistung zu vervollständigen.

Tabelle 4. Leistung der ersten Laktation (tatsächliche 305-Tage-Leistung mit 2 x Melken)

	Holstein	Normande-Holstein	Montbeliarde-Holstein	Skandinavisches Rotvieh-Holstein
Anzahl der Kühe	380	245	494	328
Milch (kg)	9 889	8 585 **	9 210 **	9 281 **
Fett (kg)	352,3	322,6**	337,1**	342,7
Protein (kg)	307,2	277,3**	292,5**	297,2**
Fett und Protein (kg)	659,5	599,9**	629,6 **	639,9*
% der Holstein-Leistung		-9 %	-5%	-3 %

* statistisch signifikanter Unterschied im Vergleich zu den reinen Holstein-Kühen (p<0,05)

** statistisch signifikanter Unterschied im Vergleich zu den reinen Holstein-Kühen (p<0,01)

Tabelle 5 zeigt die Ergebnisse von der zweiten Laktation. Die Milchleistung der reinen Holstein-Kühe stieg wesentlich von der ersten zu der zweiten Laktation; beispielsweise ist die Milchmenge von 9889 kg auf 11882 kg gestiegen, was eine Steigerung um 1993 kg darstellt. Die drei Kreuzungskuh-Gruppen sind auch stark in der Milchleistung von der ersten zu der zweiten Laktation gestiegen, aber nicht ganz um den Wert der reinen Holstein-Kühe. Folglich haben die reinen Holsteinkühe weiterhin einen signifikanten Vorteil für die Fett und Protein-Menge und die Unterschiede zu den Holstein-Kühen stiegen von 9 auf 12 % für die Normande-Holstein-Kreuzungen, von 5 zu 7 % für die Montbeliarde-Holstein-Kreuzungen, und von 3 auf 6 % für die Skandinavischen Rotvieh-Holstein-Kreuzungen.

Tabelle 5. Leistung der zweiten Laktation (tatsächliche 305-Tage-Leistung mit 2 x Melken)

	Holstein	Normande-Holstein	Montbeliarde-Holstein	Skandinavisches Rotvieh-Holstein
Anzahl der Kühe	285	204	381	243
Milch (kg)	11 882	9 917 **	10 681 **	10 743 **
Fett (kg)	426,8	374,6**	401,2**	405,3**
Protein (kg)	370,7	324,1**	341,2**	345,9**
Fett und Protein (kg)	797,5	698,7**	742,4 **	751,2**
% der Holstein-Leistung		-12 %	-7%	-6 %

** statistisch signifikanter Unterschied im Vergleich zu den reinen Holstein-Kühen (p<0,01)

Wie auch immer, die Unterschiede der Milchleistung der reinen Holstein-Kühe während der zweiten Laktation betragen nur 26 kg Fett und 30 kg Protein im Vergleich zu den Montbeliarde-Holstein-Kreuzungen und 22 kg Fett und 25kg Protein für die Skandinavischen Rotvieh-Holstein-Kreuzungen. Um diese Unterschiede in Perspektive zu setzen: aktive Besamungsbullen innerhalb einer Rasse (z. B. Holstein) können jederzeit um diese Menge voneinander abweichen in PTA (Predicted Transmitting Ability ~ voraussichtliche Übertragungsfähigkeit) oder EBV (Estimated Breeding Value ~ geschätzter Zuchtwert). Einige Kühe haben ihre 305-Tage-Leistung nicht vervollständigt und „Best Prediction“ wurde benutzt, um die Aufzeichnungen für die 305 Tage zu vervollständigen; daher können in der Zukunft geringfügige Änderungen in der durchschnittlichen Leistung in der zweiten Laktation auftreten.

Die Ergebnisse der dritten Laktation sind in Tabelle 6 dargestellt. Nicht alle Kühe aus der Original-Daten-Gruppe (Tabelle 3) hatten die Gelegenheit, ein drittes Mal zu kalben; folglich sind die Ergebnisse in Tabelle 6 eher vorläufig. Dennoch stieg die Milchleistung der Holstein-Kühe von der zweiten zur dritten Laktation wieder an, aber um einen viel geringeren Betrag als bei der zweiten Laktation. Die Normande-Holstein-Kreuzungen hatten 13 % weniger Milchinhaltsstoffe (Fett und

Protein) als die reinen Holstein-Kühe; dagegen hielten die Skandinavischen Rotvieh-Holstein-Kreuzungen ihre 6 % Unterschied von den reinen Holstein-Kühen (wie bei der zweiten Laktation).

Die Montbeliarde-Holstein-Kreuzungen überholten die reinen Holstein-Kühe im Anstieg von Fett und Protein von der zweiten zur dritten Laktation, was einen Unterschied der Montbeliarde-Holstein-Kreuzungen zu den Holstein-Kühen von 5 % ergab, was dem Unterschied der beiden Gruppen in der ersten Laktation entspricht. Daher war die Gesamtmenge der Milchinhaltsstoffe (Fett und Protein) während der ersten drei Laktationen bei den Montbeliarde-Holstein-Kreuzungen und den Skandinavischen Rotvieh-Holstein-Kreuzungen sehr ähnlich und betrug etwa 5 % weniger als bei den reinen Holstein-Kühen.

Tabelle 6. Leistung der dritten Laktation (tatsächliche 305-Tage-Leistung mit 2 x Melken)

	Holstein	Normande-Holstein	Montbeliarde-Holstein	Skandinavisches Rotvieh-Holstein
Anzahl der Kühe	111	109	104	72
Milch (kg)	12 232	10 282 **	11 361 **	11 234 **
Fett (kg)	448,6	387,3**	422,1**	417,1**
Protein (kg)	377,9	333,6**	361,3*	358,8**
Fett und Protein (kg)	826,5	720,9**	783,4 **	775,9**
% der Holstein-Leistung		-13 %	-5%	-6 %

* statistisch signifikanter Unterschied im Vergleich zu den reinen Holstein-Kühen ($p < 0,05$)

** statistisch signifikanter Unterschied im Vergleich zu den reinen Holstein-Kühen ($p < 0,01$)

Die durchschnittliche Milchleistung von Schwedischem Rotvieh verglichen mit Schwedischen Holstein-Kühen in Schweden lässt erwarten, dass die Milchleistung von Schwedischen Rotvieh-Holstein-Kreuzungen sehr nah an der Milchleistung der reinen Holstein-Kühe liegen sollte, wenn man einen Heterosiseffekt von 5 % für die Milchleistung annimmt. Möglicherweise war in dieser Studie deswegen ein geringerer Prozentsatz unter 5 % für die Milchproduktion zu sehen, weil die Schwedischen Rotvieh-Kühe und die Holstein-Kühe entfernte Verwandte gemeinsam haben und weil sie in der gleichen Groß-Region von Nord-Europa entstanden sind. Auf der anderen Seite haben die Montbeliarde- und die Holstein-Kühe kaum gemeinsame, nicht einmal entfernte, Verwandte; daher könnten die Montbeliarde-Holstein-Kreuzungen ein durchschnittlich höheres Niveau an Heterosis erreichen als Kreuzungen, die strikt zwischen Milchviehrassen des Kontinents oder der Inseln von Nordeuropa gemacht werden, wozu auch die Holstein-Kühe gehören.

Es ist wichtig, dass keine Angleichung in der Milchleistung aufgrund von Unterschieden in der Länge der Rastzeit während der laufenden Laktation (Trächtigkeitsstatus) gemacht worden ist. Kühe mit sehr kurzer Rastzeit wurden mit der 305-Tage-Leistung bestraft, und Kühe mit langer Rastzeit oder solche, die nicht trächtig geworden sind, haben ihre 305-Tage-Leistung „aufgebläht“. Dennoch wurden die Leistungen in der zweiten und dritten Laktation durch „Best Prediction“ angepasst, was die Effekte der Länge der Rastzeit der vorhergehenden Laktation angeht. Milchleistung und Fruchtbarkeit müssen beide zusammen mit anderen wichtigen Zuchtmerkmalen in Selektionsindexe eingeschlossen werden, um den Gesamt-Zuchtwert der Kühe festzulegen.

Tabelle 7 zeigt den Durchschnitt von Fett- und Protein-Gehalt (%) in der Laktation für jede der Zucht-Gruppen. Fett- und Protein-Gehalt (%) ist verglichen mit Fett- und Protein- Inhaltsstoffen (kg) in den USA von sekundärer Bedeutung, weil das Milchleistungssystem in den USA nicht von einer Fett-Quote beeinflusst wird und der flüssige Anteil der Milch selten bestraft wird. Die Normande-Holstein-Kreuzungen hatten den höchsten Fett- und Protein-Gehalt, der um etwa 0,15 % höher lag (sowohl für Fett als auch für Protein) als bei den reinen Holstein-Kühen. Die Montbeliarde-Holstein-Kreuzungen und die Skandinavischen Rotvieh-Holstein-Kreuzungen waren durch die Laktationen hindurch ähnlich

und übertrafen die reinen Holstein-Kühe um etwa 0,12 % für den Fett-Gehalt und etwa 0,10 % für den Protein-Gehalt.

Tabelle 7. Fett- und Protein -Gehalt der Milch in der Laktation (tatsächliche 305-Tage-Leistung mit 2 x Melken)

Anzahl der Laktationen	Holstein		Normande-Holstein		Montbeliarde-Holstein		Skandinavisches Rotvieh-Holstein	
	Fett	Protein	Fett	Protein	Fett	Protein	Fett	Protein
	----- (%) -----							
1. Laktation	3,56	3,11	3,76	3,23	3,66	3,18	3,69	3,20
2. Laktation	3,59	3,12	3,78	3,27	3,76	3,19	3,77	3,22
3. Laktation	3,67	3,07	3,77	3,24	3,72	3,18	3,71	3,19

Die Zellzahl (als Indikator für Mastitis) war in diesen 7 Betrieben einheitlich niedrig, verglichen mit den gesamten USA.. Der durchschnittliche Zellgehalt über die Laktation war in drei der vier Gruppen gleich – den reinen Holstein-Kühen, den Montbeliarde-Holstein-Kreuzungen und den Skandinavischen Rotvieh-Holstein-Kreuzungen – und lag bei 2,7. Die Normande-Holstein-Kreuzungen auf der anderen Seite hatten einen durchschnittlichen Zellgehalt von 2,9, was signifikant höher war gegenüber den reinen Holstein-Kühen.

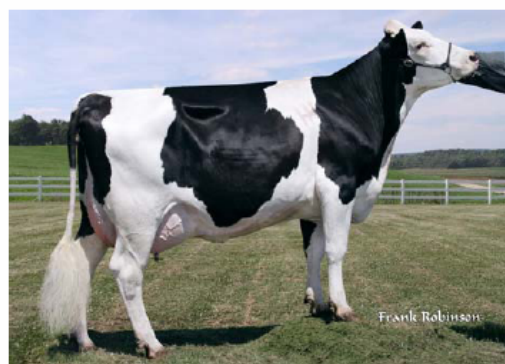
Wir wollten die Töchter von Schwedischen Rotvieh-Bullen nicht von denen von Norwegischen Rotvieh-Bullen trennen, da die Zahl der Bullen sonst zu klein gewesen wäre, verglichen mit den anderen Rassen der Studie.

Nur vier Schwedische Rotvieh-Bullen (Backgard, Stensjo, T-Bruno, Stopafors) und neun Norwegische Rotvieh-Bullen waren die Väter der Skandinavischen Rotvieh-Holstein-Kreuzungen in der Studie. Obwohl die Töchter der Schwedischen Rotvieh-Bullen dazu tendierten, mehr Milch und Milchinhaltsstoffe zu geben als die der Norwegischen Rotvieh-Bullen, war der Unterschied nur bezüglich der Milchmenge statistisch signifikant. Im einzelnen neigten die Töchter der Schwedischen Rotvieh-Bullen dazu, während der zweiten Laktation mehr Milch zu geben als die der Norwegischen Rotvieh-Bullen (11 041 kg gegenüber 10 513 kg).

Alle Kühe der Studie wurden künstlich besamt, und die 7 Kalifornischen Milchvieh-Betriebe haben traditionell hoch-rangierende Holstein-Besamungsbullen benutzt. Unter den Europäischen Rassen, tendierten die Bullen dazu, hoch zu rangieren; dennoch hatten die Montbeliarde-Töchter in dieser Studie wahrscheinlich einen Nachteil, verglichen mit dem durchschnittlichen Stellenwert der Bullen innerhalb ihrer Rasse. Die Montbeliarde-Bullen mit den meisten Töchtern in der Studie tendierten dazu, die zu sein, die 2006 verhältnismäßig niedrig innerhalb ihrer Rasse bezüglich der Milchleistung rangierten.



Swedish Red x Holstein
2-01 305d 11,549 kg m, 409 kg f, 352 kg p



Montbeliarde x Holstein
2-01 305d 13,104 kg m, 502 kg f, 396 kg p

Schwereburten und Totgeburten

Die Ergebnisse für Leichtkalbigkeit und Totgeburten sind die selben, die früher schon berichtet wurden. Der Kalbeverlauf wurde auf einer Skala von 1 bis 5 gemessen, wobei 1 eine schnelle und leichte Geburt ohne Hilfeleistung darstellt und 5 eine extrem schwere Geburt, bei der ein mechanischer Geburtshelfer nötig war. Die Zahlen 1 bis 3 wurden zusammengefasst und als keine Schwereburten bezeichnet, und die Zahlen 4 und 5 wurden zusammengefasst und als Schwereburten bezeichnet. Totgeburten wurden durch die Aufzeichnung von lebenden oder toten Kälbern innerhalb von 24 Stunden ermittelt. Schwereburten und Totgeburten sind Merkmale, die von beiden Seiten kommen, sowohl von der Kuh als auch vom Bullen.

Linie des Vaters

Um die Effekte der väterlichen Linie zu analysieren, wurden die Töchter aufgeteilt in Kühe, die zum ersten Mal kalbten und solche, die zum 2. bis 5. Mal kalbten. Anpassungen wurden bezüglich des Geschlechts des Kalbes und der Herden-Jahres-Saison (4-Monats-Saison) beim Kalben gemacht. Bei allen Rassen lag bei den Bullen der Prozentsatz an Schwereburten für die zum ersten Mal kalbenden Färsen bei durchschnittlich 15,9 % für Bullenkälber und 7,0% für Kuhkälber, und die Totgeburtenrate lag bei 18,6 % für Bullenkälber und 5 % für Kuhkälber. Schwereburten und Totgeburten waren eindeutig stärker bei den Bullenkälbern vertreten.

Tabelle 8 stellt die Anzahl von Geburten, die Schwereburten- und die Totgeburtenrate durch die Bullenlinie bei reinen Holstein Färsen dar. Die inadäquate Anzahl von Normande-Bullen verhinderte deren statistische Auswertung; jedoch wurde in diesen Betrieben auch Brown Swiss Sperma verwendet. Skandinavische Rotvieh-Bullen verursachten sowohl signifikant weniger Schwereburten als auch signifikant weniger Totgeburten als die Holstein-Bullen, wenn die Mütter der Kälber reine Holstein-Färsen waren.

Tabelle 8. Schwereburten und Totgeburten für die väterliche Linie bei reinen Holstein-Färsen

Rasse des Bullen	Anzahl der Geburten	Schwereburten ----- (%) -----	Totgeburten
Holstein	371	16,4	15,1
Montbeliarde	158	11,6	12,7
Brown Swiss	209	12,5*	11,6
Skandinavisches Rotvieh	855	5,5*	7,7*

* statistisch signifikanter Unterschied im Vergleich zu den reinen Holstein Kühen (p<0,05)

Tabelle 9 zeigt die Anzahl der Geburten, die Schwereburten- und die Totgeburtenrate von reinen Holstein-Kühen, die zum 2. bis 5. Mal kalbten. Kühe, die zum 2. bis 5. Mal kalbten, hatten weniger Schwer- und Totgeburten als die Erstkalbs-Färsen. Dennoch traten bei den Bullenkälbern mit viel höheren Schwereburtenraten (7,5% gegenüber 4,3%) und Totgeburtenraten (8,5% gegenüber 5,6%) wieder mehr Probleme auf als bei den Kuhkälbern. Wieder machten die Kälber mit Skandinavischem Rotvieh väterlicherseits signifikant weniger Schwereburten als die mit Holsteinvätern. Des weiteren waren signifikant mehr Kälber von Holstein-Vätern Totgeburten als von Vätern anderer Rassen.

Tabelle 8. Schwereburten und Totgeburten für die väterliche Linie bei reinen Holstein-Kühen
(2. bis 5. Kalbung)

Rasse des Bullen	Anzahl der Geburten	Schwereburten ----- (%) -----	Totgeburten
Holstein	303	8,4	12,7
Normande	326	8,7	7,3*
Montbeliarde	2 373	5,4	5,0*
Brown Swiss	524	4,9	5,6*
Skandinavisches Rotvieh	515	2,1*	4,7*

* statistisch signifikanter Unterschied im Vergleich zu den reinen Holstein Kühen (p<0,05)

Alle Bullen-Rassen außer den Holsteins verursachten weniger Totgeburten als die Holstein-Bullen (bei den Färsen) oder tendierten dazu (bei den Kühen, die zum 2. bis 5. Mal kalbten), weniger Totgeburten zu verursachen. Die Mütter aller Kälber für die Analyse der väterlichen Linien waren reine Holstein-Kühe, so dass alle Kälber mit Holstein-Vätern reinrassig waren, während die anderen Kälber, die Väter anderer Rassen hatten, Kreuzungstiere waren. Daher war die höhere Totgeburtenrate der Kälber mit Holstein-Vätern wahrscheinlich durch die Inzucht bedingt, vielleicht als Folge von letalen rezessiven Genen, die noch nicht entdeckt worden sind.

Linie der Mutter

Um die Unterschiede in den Zuchtgruppen in Schwer- und Totgeburtenrate mütterlicherseits einzuschätzen, wurden die Rassen der Väter auf Brown Swiss, Montbeliarde und Skandinavisches Rotvieh begrenzt, da die Anzahl der Geburten von Kälbern mit anderen Vätern gering und nicht gut auf die Zuchtgruppen der Kühe verteilt war. Daher waren alle Geburten, die zur Analyse des Effekts mütterlicherseits genutzt wurden, Geburten von Kreuzungskälbern. Es wurden Angleichungen aufgrund der Rasse des Vaters, des Geschlechts des Kalbes und der Herden-Jahres-Abkalbesaison gemacht. Kühe, die zum ersten Mal kalbten, wurden separat analysiert. Für alle Zuchtgruppen zusammen lag die Schweregeburtenrate der Färsen bei 14,7 % für Bullenkälber und bei 5,3 % für Kuhkälber, und die Totgeburtenrate lag bei 15,4 % für Bullenkälber und bei 2,2 % für Kuhkälber. Tabelle 10 zeigt die Anzahl der Geburten, die Schweregeburtenrate und die Totgeburtenrate für 1 572 Erstgeburten an.

Tabelle 8. Schweregeburten und Totgeburten für die mütterliche Linie bei Färsen der Zuchtgruppen

Rasse der Mutter	Anzahl der Geburten	Schweregeburten	Totgeburten
		----- (%) -----	
Holstein	676	17,7	14,0
Normande-Holstein	262	11,6*	9,9
Montbeliarde-Holstein	370	7,2*	6,2*
Skandinavisches Rotvieh-Holstein	264	3,7*	5,1*

* statistisch signifikanter Unterschied im Vergleich zu den reinen Holstein Kühen ($p < 0,05$)

Alle Kreuzungskuh-Gruppen hatten bei der ersten Kalbung signifikant weniger Schweregeburten als die reinen Holstein-Kühe (17,7 %). Die Totgeburtenrate folgte tendenziell dem Durchschnitt der Schweregeburten der Zuchtgruppe mütterlicherseits, und Montbeliarde-Holstein-Kühe (6,2 %) und Skandinavische Rotvieh-Kühe (5,1 %) hatten signifikant weniger Totgeburten als die reinen Holstein-Kühe (14,0 %).



Montbeliarde x Holstein

1-11 305d 7,453 kg m, 274 kg f, 235 kg p
2-11 305d 10,909 kg m, 411 kg f, 338 kg p



Montbeliarde x Holstein

2-02 305d 12,211 kg m, 462 kg f, 405 kg p
3-03 290d 13,749 kg m, 583 kg f, 452 kg p

Überlebensrate

Färsen, die von Juni 2002 bis Mai 2005 in 6 von 7 der Kalifornischen Milchviehbetriebe kalbten, wurden in der Überlebensrate 30 Tage, 150 Tage und 305 Tage nach dem Kalben verglichen. Da einer der Betriebe an dem „Gesamte-Herde-Ausverkaufs-Programm“ teilnahm (Färsen wurden zurückgehalten, um weiter gemolken zu werden), waren die Kühe dieser Herde aus der Analyse der Überlebensrate gestrichen worden. Überlebensraten wurden angeglichen für die Herden-Jahres-Abkalbesaison, und es wurde verlangt, dass die Kühe Zeitgenossen von anderen Zuchtgruppen innerhalb der 4-Monats-Abkalbe-Saison hatten, damit sie in die Studie mit aufgenommen wurden.

Tabelle 11 zeigt die Überlebensrate für 724 reine Holstein- und 1 792 Kreuzungs-Kühe. Die reinen Holstein-Kühe haben die Betriebe früher verlassen als alle Kreuzungskuh-Gruppen, mit 86 % reinen Holstein-Kühen, welche die 305 Tage nach dem Kalben überlebt haben im Vergleich zu 93-96 % bei den Kreuzungskühen. Zur Verdeutlichung: reine Holsteinkühe verlassen 3,5 mal eher den Milchviehbetrieb innerhalb von 305 Tagen nach dem Kalben als die Montbeliarde-Holstein-Kreuzungen.

Tabelle 11. Überlebensrate während der ersten Laktation

Rasse	Anzahl der Kühe	----- (%) -----		
		30 Tage	150 Tage	305 Tage
Holstein	724	96	93	86
Normande-Holstein	437	98	97*	94**
Montbeliarde-Holstein	806	99	97*	96**
Skandinavisches Rotvieh-Holstein	549	98	96	93**

* statistisch signifikanter Unterschied im Vergleich zu den reinen Holstein-Kühen ($p < 0,05$)

** statistisch signifikanter Unterschied im Vergleich zu den reinen Holstein-Kühen ($p < 0,01$)

Kühe, die Gelegenheit hatten, ein zweites Mal zu kalben, wurden in 3 Grenzwerten der Zwischenkalbezeit innerhalb der Zuchtgruppen verglichen – innerhalb von 14 Monaten, innerhalb von 17 Monaten und innerhalb von 20 Monaten nach dem ersten Kalben. Alle Kreuzungskuh-Gruppen hatten einen signifikant höheren Prozentsatz an Kühen, die innerhalb dieser festgelegten Zeiten ein weiteres Mal gekalbt hatten als die reinen Holstein-Kühe. Wenn den Kühen mehr Zeit für eine weitere Abkalbung gegeben wurde (20 Monate – entsprechend einer idealen 12-Monats-Zwischenkalbezeit plus weiteren 8 Monaten), verkleinerte sich der Unterschied von den Kreuzungskühen zu den reinen Holstein-Kühen (10% bis 16%): Dennoch blieben die Unterschiede substantiell und statistisch gesehen hoch signifikant.

Tabelle 12. Prozentsatz der Kühe, die innerhalb eines festen Zeitfensters zum zweiten Mal kalbten

Rasse	Anzahl der Kühe	----- (%) -----		
		14 Monate	17 Monate	20 Monate
Holstein	565	44	61	67
Normande-Holstein	392	62**	76**	79**
Montbeliarde-Holstein	561	64**	78**	83**
Skandinavisches Rotvieh-Holstein	389	60**	73**	77**

** statistisch signifikanter Unterschied im Vergleich zu den reinen Holstein-Kühen ($p < 0,01$)

Fruchtbarkeit

Die Fruchtbarkeit der reinen Holstein-Kühe und Kreuzungskühe wurde als tatsächliche Rastzeit für Kühe gemessen, die eine darauffolgende Kalbung hatten oder ihren Trächtigkeitsstatus durch einen Tierarzt abgesichert hatten. Um in die Studie mit eingeschlossen zu werden, mussten die Kühe wenigstens 250 Tage in Milch sein, was bedeutet, dass die reinen Holstein-Kühe einen Vorteil hatten, da sie eine hoch-selektive Gruppe im Vergleich zu den Kreuzungskühen waren. Ein im Verhältnis zu den Kreuzungskühen kleinerer Prozentsatz von reinen Holstein-Kühen überlebte die 250 Tage nach der Geburt. Kühe, die eine längere Rastzeit als 250 Tage hatten, wurden auf 250 Tage festgesetzt. Anpassungen wurden für die Herden-Abkalbesaison gemacht und es wurde verlangt, dass die Kühe Zeitgenossen von anderen Zuchtgruppen innerhalb der 4-Monats-Abkalbe-Saison hatten, damit sie in die Studie mit aufgenommen wurden.

Die durchschnittliche Rastzeit stieg für die Kühe aller Zuchtgruppen leicht an im Vergleich zu früheren Berichten von dieser Studie. Seit dem letzten Bericht wurden neue Kühe in die Studie miteinbezogen; allerdings hatten einige Kühe, bei denen die Trächtigkeit zu einem bestimmten Besamungstermin aus dem früheren Bericht festgestellt worden war, eine darauffolgende Kalbetermin, der nicht zur festgestellten Trächtigkeit passte. Jeder Milchviehbetrieb hatte Deckbullen in Paddocks, um Kühe zu decken, die von festgestellten Trächtigkeiten nicht mehr tragend waren.

Die 677 reinen Holstein-Kühe in diesen Betrieben hatten eine durchschnittliche Rastzeit von 156 Tagen (Tabelle 13) während der ersten Laktation, und alle Kreuzungskuhgruppen hatten eine signifikant kürzere Rastzeit als die reinen Holsteinkühe. Der Unterschied zu den reinen Holstein-Kühen variierte von 14 Tagen bei den 529 Skandinavischen Rotvieh-Kreuzungen zu 23 Tagen bei den 421 Normande-Holstein-Kreuzungen. Diese Ergebnisse stimmen mit den meisten anderen neueren Forschungsergebnissen überein, die die Fruchtbarkeit von reinen Holstein-Kühen im Vergleich zu F1-Kreuzungen mit Holsteins untersucht haben und typischer Weise 2 bis 3 Wochen weniger Rastzeit der Kreuzungskühe im Vergleich zu den reinen Holstein-Kühen festgestellt haben.

Tabelle 13. Rastzeit während der ersten Laktation mit einem Maximum von 250 Tagen

Rasse	Anzahl der Kühe	Anzahl der Bullen	Rastzeit in Tagen
Holstein	677	79	156
Normande-Holstein	421	24	133**
Montbeliarde-Holstein	805	33	137**
Skandinavisches Rotvieh	529	14	142**

** statistisch signifikanter Unterschied im Vergleich zu den reinen Holstein Kühen ($p < 0,01$)

3-Rassenkreuzung kontra 2-Rassenkreuzung

Alle Kreuzungskühe der ersten Generation (F1) in den sieben kalifornischen Milchviehbetrieben werden mit Bullen einer dritten Rasse gekreuzt. Allerdings kalbten in diesen Betrieben zu dem Zeitpunkt, zu dem die 3-Rassen-Kreuzungskühe begannen zu kalben, keine reinen Holstein-Erstkalbskühe mehr. Daher war in diesen Betrieben kein Vergleich der 3-Rassen-Kreuzungskühe mit zeitnah kalbenden Holsteinkühen möglich. Auf der anderen Seite war ein Vergleich von 2-Rassen- und 3-Rassen-Kreuzungen möglich, die in derselben 4-Monats-Herden-Abkalbe-Saison abkalbten, möglich.

Das Datenschema für den Vergleich der 2-Rassen-Kreuzung mit der 3-Rassen-Kreuzung ist anders als das Datenschema für den Vergleich der 2-Rassen-Kreuzungen mit den reinen Holsteins. Nur 2-Rassen-Kreuzungen, die in der selben 4-Monats-Herden-Abkalbe-Saison wie die 3-Rassen-Kreuzungen abkalbten, wurden in die Analyse von 2-Rassenkreuzungen kontra 3-Rassen-Kreuzungen mitaufgenommen. Des weiteren mussten wenigstens zwei Rassengruppen innerhalb jeder Herden-Abkalbe-Saison liegen, um in die Analyse mit aufgenommen zu werden. Alle mütterlichen Großväter mussten Besamungsbullen sein, so dass Enkelinnen von Deckbullen von der Analyse ausgeschlossen wurden. Rassenkombinationen (sowohl 2-Rassen- als auch 3-Rassen-Kreuzungen) mussten wenigstens 20 Erstkalbskühe haben, um in die Studie mit aufgenommen zu werden.

Die tatsächliche 305-Tageleistung während der ersten Laktation von 2- und 3-Rassen-Kreuzungen wurde mit „Best Prediction“ erhalten, indem jeder Milchviehbetrieb individuellen Beobachtungstage nutzte. Das statistische Modell für die Analyse beinhaltete die Herden-Jahres-Abkalbesaison, 2-Rassen- gegenüber 3-Rassen-Kreuzungen und verschiedene Rassekombinationen unter den 2-Rassen-Kreuzungen gegenüber den 3-Rassen-Kreuzungen.

Tabelle 14 zeigt die Milchleistung in der ersten Laktation der 2-Rassen-Kreuzungen gegenüber den 3-Rassen-Kreuzungen. Die Milchleistung der 2-Rassen-Kreuzungen und der 3-Rassen-Kreuzungen war sehr ähnlich und die Unterschiede waren nicht statistisch signifikant. Ein reduzierter Holsteinblutgehalt könnte ein niedrigeres Milchleistungspotential der 3-Rassen-Kreuzungen (25% Holstein) gegenüber den 2-Rassenkreuzungen (50% Holstein) erwarten lassen. Dennoch legen die vorläufigen Ergebnisse beim Vergleich der 2-Rassen-Kreuzungen mit den 3-Rassen-Kreuzungen in diesen 7 Betrieben nahe, dass die Milchleistung der 3-Rassen-Kreuzungen der Milchleistung der 2-Rassenkreuzung extrem ähnlich ist.

Tabelle 14. Tatsächliche 305-Tage-Leistung während der ersten Laktation von 2- und 3-Rassen-Kreuzungen

Kreuzungstyp	Anzahl der Kühe	Anzahl der Bullen	Milch	Fett	Eiweiß	Fett + Eiweiß
			----- (kg) -----			
2-Rassen-Kreuzungen	607	66	9314	349	300	649
3-Rassen-Kreuzungen	173	27	9189	345	300	645

keine statistisch signifikanten Unterschiede

Die Milchleistung von verschiedenen Rasse-Kombinationen der 2-Rassen-Kreuzung gegenüber der 3-Rassen-Kreuzung wird in Tabelle 15 dargestellt. Eine begrenzte Menge von Brown Swiss Spermata wurde von diesen Betrieben eine Zeit lang benutzt, was es ermöglichte, die Brown Swiss-Kreuzungen in den Vergleich der 2-Rassen-Kreuzungen gegenüber den 3-Rassen-Kreuzungen miteinzubeziehen. Die Milchleistungsmerkmale der verschiedenen 2-Rassenkreuzungen und der 3-Rassen-Kreuzungen wichen statistisch nicht signifikant voneinander ab, außer den Kreuzungen mit Normande-Einfluß, die signifikant niedriger waren. Die 3-Rassen-Kreuzungs-Kombination Montbeliarde / (Skandinavisches Rotvieh-Holstein) tendierte dazu, am höchsten in den Milch Inhaltsstoffen zu rangieren und interessanterweise ist dies die 3-Rassenkreuzung, die die Manager der 7 Kalifornischen Milchviehbetriebe in Zukunft am meisten nutzen wollen.

Tabelle 15. Tatsächliche 305-Tage-Leistung während der ersten Laktation von spezifischen Rasse-Kombinationen

Rassen-Kombination	Anzahl der Kühe	Anzahl der Bullen	Milch	Fett	Eiweiß	Fett + Eiweiß
			----- (kg) -----			
<u>2-Rassen-Kreuzungen</u>						
Brown Swiss / Holstein	42	10	9508	349	305	654
Normande / Holstein	37	9	8865	345	288	633
Montbeliarde / Holstein	366	32	9432	351	302	653
Skandinavisches Rotvieh / Holstein	162	15	9450	350	305	655
<u>3-Rassen-Kreuzungen</u>						
Brown Swiss / (Montbeliarde-Holstein)	44	8	9297	349	302	651
Montbeliarde / Skandinavisches Rotvieh-Holstein	43	9	9461	356	308	664
Skandinavisches Rotvieh / (Normande-Holstein)	86	10	8809	331	289	620

Anzahl der Rassen, die in einem Kreuzungssystem genutzt werden sollten

Der Anteil des Heterosiseffekts, der bei der Kreuzungszucht gesehen werden kann, variiert stark mit der Anzahl der Rassen, die in die Rotation einbezogen werden. Tabelle 16 stellt den Prozentsatz des Heterosiseffekts für jede Generation in einem Kreuzungssystem dar, das 2, 3 oder 4 nicht miteinander verwandte Rassen einschließt. Der durchschnittliche Prozentsatz des Heterosiseffekts während der ersten 4 Generationen von 2-, 3- und 4-Rassen-Kreuzungs-Systemen beträgt 72 %, 91 % beziehungsweise 97 %, was bedeutet, dass ein Wechsel von zu 3 Rassen den durchschnittlichen Prozentsatz des Heterosiseffekts um 19 % ansteigen lässt, wogegen das Hinzufügen einer 4. Rasse nur eine zusätzliche Steigerung von 6 % bringt.

Tabelle 16. Heterosiseffekt für Generationen von Kreuzungszuchtprogrammen bei der Nutzung von 2, 3 und 4 nicht miteinander verwandten Rassen

Generation	2 Rassen	3 Rassen	4 Rassen
	----- (%) -----		
1	100	100	100
2	50	100	100
3	75	75	100
4	63	88	88
5	69	88	94
6	66	84	94
7	67	86	94
8	67	86	93
9	67	86	93

Wenn Milchvieh-Bauern erst mal mit dem Heterosiseffekt bei der Kreuzungszucht vertraut sind, ziehen sie Milchvieh vor, das wenigstens 75 % des vollen Heterosiseffekts in allen Generationen beibehält. Für die 2-Rassen-Kreuzungs-Systeme sinkt der Prozentsatz an Heterosis bis auf 50 % in der 2. Generation ab und überschreitet 69 % nach der ersten Kreuzung lediglich einmal. Nach 8 Generationen bleibt der Heterosiseffekt auf einem Plateau von 67 %, wenn nur 2 Rassen für die Kreuzungszucht genutzt werden. Dagegen bleibt der Heterosiseffekt bei 86 %, wenn 3 Rassen in einem festgelegten Rotations-System genutzt werden, und hält sich auf einem Plateau von 93 %, wenn 4 Rassen in einem festen Rotations-System genutzt werden. Wichtig ist, dass die Tiere nicht miteinander verwandt sein dürfen, um den hier aufgeführten Heterosiseffekt zu erreichen

Allgemein gesprochen könnte es schwierig sein, mehr als 3 Rassen zu finden, die besonders passend für eine bestimmte Umgebung oder für ein bestimmtes Managementsystem sind.

Kreuzungszuchtssysteme mit nur zwei Rassen reduzieren die Kraft des Heterosiseffekts, und Kreuzungs-Systeme mit mehr als 3 Rassen begrenzen die Kraft der einzelnen Rassen in bestimmten Zuchtmerkmalen. Daher sind 3 Rassen wahrscheinlich die optimale Anzahl an Rassen in einer fixen Rotation für die meisten Kreuzungszucht-Systeme.

Einige Leute haben argumentiert, Kreuzungszuchtssysteme wären verwirrend; dies ist jedoch überhaupt nicht der Fall. Wenn 3 Rassen in einer einfachen 3-Rassen-Rotation genutzt werden, ersetzt ein farbiges Markierungssystem den Gebrauch von Papier oder elektronischer Aufzeichnung. Kälber mit einem Vater der Rasse „A“, bekommen eine blaue Markierung, Kälber mit einem Vater der Rasse „B“ bekommen eine gelbe Markierung und Kälber mit einem Vater der Rasse „C“ bekommen eine orange Markierung. Dann wissen alle Beschäftigten, dass die Färse oder Kuh Sperma der Rasse „B“ bekommt, wenn sie eine blaue Markierung sehen und Kälber von diesen Tieren haben einen Vater der Rasse „B“. Genauso wissen Sie, wenn Sie eine gelbe Markierung sehen, dass Sie das Tier mit Sperma der Rasse „C“ besamen und Kälber dieser Tiere haben einen Vater der Rasse „C“. Schließlich werden Tiere mit oranger Markierung immer mit Sperma der Rasse „A“ besamt und alle Kälber dieser Tiere haben einen Vater der Rasse „A“. Dies ist ein extrem einfaches Anpaarungs- und Identifizierungssystem und es ist viel einfacher, als Inzuchtkoeffizienten bei der Anpaarung zu berechnen, was essentiell ist, wenn man nur Anpaarungspartner einer Rasse verwendet.



Montbeliarde x (Jersey/Holstein)
2-01 305d 10,895 kg m, 374 kg f, 338 kg p



Swedish Red x (Normande/Holstein)
2-00 305d 13,608 kg m, 444 kg f, 397 kg p

Schlussfolgerungen

Die Kreuzungszucht sollte als Anpaarungssystem angesehen werden, das die genetische Verbesserung innerhalb der Rasse ergänzt. Ununterbrochener Gebrauch von Nachkommen-getesteten und hochrangierenden Besamungsbullen ist entscheidend für die genetischer Verbesserung, unabhängig vom Anpaarungssystem (Reinzucht oder Kreuzungszucht). Unglücklicher Weise könnten einige Milchvieherzeuger die Idee der Kreuzungszucht als Rechtfertigung interpretieren, Deckbullen statt Besamungsbullen zu benutzen. Das wäre eine unglückliche Konsequenz des Interesses von Milchvieherzeugern an der Kreuzungszucht.

Der Heterosiseffekt ist ein Bonus, den Milchvieherzeuger zusätzlich zu den positiven Effekten der individuellen Gene erhalten, die durch die Benutzung von Top-Besamungsbullen innerhalb einer Rasse erreicht werden. Der Bonus vom Heterosiseffekt sollte um die 5 % für Milchleistung und wenigstens bei 10 % für Sterblichkeit, Fruchtbarkeit, Gesundheit und Überlebensrate liegen, und den Heterosiseffekt erhält man zusätzlich zu dem durchschnittlichen genetischen Level der beiden Elternrassen. Daher sollte die Wirkung des Heterosiseffekts auf den Profit maßgeblich für die kommerzielle Milchproduktion sein. Dennoch könnte es sein, dass einige Milchvieherzeuger erst über die Vorstellung hinwegkommen müssen, dass das Level der Milchleistung das einzige Maß für Profitabilität bei Milchkühen ist. In diesen sieben Betrieben war die Milchleistung der Montbeliarde-Holstein- und der Skandinavischen Rotvieh-Holstein-Kreuzungen verglichen mit den reinen Holstein-Kühen leicht reduziert (um 5 % für die Fett+Protein-Produktion in den ersten drei Laktationen).

Forschung über Kreuzungszucht ist in vielen größeren Agrar-Universitäten in den USA und der ganzen Welt begonnen worden. Trotzdem könnte die Steigerungsrate der Inzucht bei Holsteinkühen (+ 0,1 % pro Jahr) die Kreuzungszucht für die kommerzielle Milcherzeugung in der ferneren Zukunft international fast notwendig werden lassen.

Kreuzungszuchtsysteme sollten von **drei** Rassen Gebrauch machen. Der Gebrauch von zwei Rassen begrenzt die Langzeitwirkung des Heterosiseffekts. Der Gebrauch von vier Rassen begrenzt den Beitrag, den jede einzelne Rasse von besonders hohem Zuchtwert, für die Herdenzusammensetzung leisten kann. Einzelne Milchvieh-Bauern sollten sorgfältig drei Rassen auswählen, die für die jeweiligen einzigartigen Bedingungen ihres Milchvieh-Betriebes (Ausstattung, Klima, Fütterungs-Regime, Fruchtbarkeitsstatus, Management-Status und persönliche Vorlieben) optimal sind.



Erste 3-Rassen-Kreuzung an der University of Minnesota, St. Paul
Vater: Montbeliarde (Micmac) Mutter: Jersey x Holstein

2-00 171 Tage 5340 kg Milch 3,6 % 190 kg Fett 3,2 % 169 kg Eiweiß (noch nicht abgeschlossen)

frisch gekalbt am 25 November 2005 (Kuhkalb von einem Holstein-Bullen, Clover-Valley Duster Ivan)
Nächste Kalbung voraussichtlich am 7. November 2006 (vom Holstein-Bullen McCloe-Pond Trent)