



Hochschule Neubrandenburg  
University of Applied Sciences

**Leistungsvergleich von Kreuzungsgenotypen mit unterschiedlichen  
Genanteilen der Deutschen Holsteins (DH) und reinrassigen DH**

Anke Schuldt  
Regina Dinse

Hochschule Neubrandenburg  
University of Applied Sciences

Neubrandenburg, Mai 2024

urn:nbn:de:gbv:519-doc2024-0001-5

Download: [https://digibib.hs-nb.de/resolve/id/dbhsnb\\_document\\_000000002](https://digibib.hs-nb.de/resolve/id/dbhsnb_document_000000002)



Dieses Werk ist lizenziert unter einer  
Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz.

# Verzeichnisse

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	10
2	Literatur .....	11
2.1	Definitionen .....	12
2.1.1	Begriffe der Tierzucht .....	12
2.2	Leistungsparameter der Milchrindzucht .....	14
2.2.1	Fruchtbarkeitsleistungen .....	14
2.2.2	Milchleistungsmerkmale .....	14
2.2.3	Gesundheitsmerkmale .....	15
2.3	Zuchtmethoden .....	16
2.3.1	Zuchtmethoden zur Ausnutzung additiver Allelwirkungen .....	16
2.3.1.1	Zucht in offenen Populationen .....	16
2.3.1.2	Zucht in geschlossenen Populationen .....	17
2.3.2	Ausnutzung nicht-additiver Allelwirkungen .....	17
2.3.2.1	Kontinuierliche Kreuzungszucht .....	17
2.3.2.2	Diskontinuierliche Kreuzungszucht oder Terminalkreuzungen .....	18
2.4	Rinderrassen .....	19
2.4.1	Milchrindrassen .....	20
2.4.1.1	Holstein Friesian, Holstein .....	20
2.4.1.2	Scandinavian Red Holstein, Nordic Red Cattle .....	21
2.4.1.3	Jersey .....	22
2.4.2	Milchbetonte Zweinutzungsrasen .....	23
2.4.2.1	Fleckvieh oder Simmentaler .....	23
2.4.2.2	Braunvieh, Brown Swiss .....	25
2.4.2.3	Normande .....	26
2.5	Kreuzungen in der Milchrindzucht .....	26
2.5.1	Kreuzungszuchtprogramme in der Milchrindzucht .....	30
2.5.2	Zweirassenkreuzungen mit Holsteins .....	31
2.5.2.1	Holstein, Deutsches Fleckvieh .....	31
2.5.2.2	Holstein, Jersey .....	31
2.5.2.3	Holstein, Nordic Red Cattle, Norwegian Red .....	31
2.5.2.4	Holstein, Montbéliarde, Normande .....	32
2.5.2.5	Holstein, Braunvieh, Brown Swiss .....	32
2.5.2.6	TwoPlus .....	33
2.5.3	Dreirassenkreuzungen mit Holsteins .....	34
2.5.3.1	Holstein, Montbéliarde, Scandinavian Red .....	34
2.5.3.2	Holstein, Jersey, Scandinavian Red .....	34
2.5.3.3	Holstein, Montbéliarde, Jersey .....	34
2.5.3.4	VikingGoldenCross .....	34
2.5.3.5	ProCROSS .....	34
3	Material und Methoden .....	39
3.1	Untersuchungsgegenstand .....	39
3.2	Datenerfassung, -bearbeitung, -auswertung und Darstellung der Ergebnisse .....	39

4	Ergebnisse .....	42
4.1	Leistungen der Herden in den Untersuchungsbetrieben .....	42
4.2	Leistungsvergleich Deutsche Holsteins (DH) vs. Kreuzungen mit 50 %- DH-Genanteilen .....	43
4.3	Leistungsvergleich Deutsche Holsteins (DH) vs. Kreuzungen unterschiedlicher Genotypen .....	51
4.4	Leistungsvergleich Deutsche Holsteins (DH) vs. Kreuzungen mit MON, BV und SRB mit unterschiedlichen Genanteilen .....	55
4.5	Erstkalbealter und Lebenseffektivität von Töchtern der Rassen MON, JER, BV und SRB sowie Töchtern ausgewählter Väter dieser Rassen .....	63
4.6	Einfluss des Herdenniveaus auf Leistungsunterschiede zwischen DH und Kreuzungen (DH vs. BV50 und SRB50) .....	66
5	Diskussion .....	68
5.1	Leistungsvergleich Deutsche Holsteins (DH) vs. Kreuzungen mit 50 %- DH-Genanteilen .....	68
5.1.1	DH vs. MON x DH .....	68
5.1.2	DH vs. JER x DH .....	70
5.1.3	DH vs. BV x DH .....	72
5.1.4	DH vs. SRB x DH .....	72
5.1.5	Zusammenfassung DH vs. Kreuzungen mit 50 % DH-Genanteilen .....	73
5.2	Leistungsvergleich Deutsche Holsteins (DH) vs. Kreuzungen unterschiedlicher Genotypen .....	75
5.3	Leistungsvergleich Deutsche Holsteins (DH) vs. Kreuzungen mit MON, BV und SRB mit unterschiedlichen Genanteilen .....	77
5.4	Erstkalbealter und Lebenseffektivität von Töchtern der Rassen MON, JER, BV und SRB sowie Töchtern ausgewählter Väter dieser Rassen .....	80
5.5	Einfluss des Herdenmanagements auf Leistungsunterschiede zwischen DH und Kreuzungen .....	82
5.5.1	Leistungs niveau der Herden in den Untersuchungsbetrieben .....	82
5.5.2	Abgangsgründe .....	83
5.5.3	Einfluss des Herdenniveaus auf Leistungsunterschiede zwischen DH vs. BV50 und SRB50 .....	85
5.6	Kreuzungen in der Milchrindzucht – pro und contra .....	86
5.6.1	Kreuzungen in der Milchrindzucht – pro .....	86
5.6.2	Kreuzungen in der Milchrindzucht – contra .....	87
5.6.3	Motivation für Kreuzungen in der Milchrindzucht .....	88
6	Schlussfolgerungen .....	90
7	Zusammenfassung .....	91
	Danksagung .....	93
	Literaturnachweis .....	94
	Anhang: Tabellen und Abbildungen .....	108

## Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1: Entwicklung des Milchkuhbestandes und der Milcherzeugung in Deutschland .....	12
Abbildung 2: Rinderbestände nach Nutzungsrichtung und Rinderrassen .....	12
Abbildungen 3 (a), (b): (a) Wechselkreuzung und (b) Drei-Wege-Rotation .....	18
Abbildungen 4 (a), (b) (c): (a) Einfach-Kreuzung, (b) Rückkreuzung und (c) Dreirassen-Kreuzung .....	18
Abbildung 5: Bulle Foreman (geb. 17.04.2020) und eine Halbschwester, Rasse Deutsche Holsteins .....	20
Abbildung 6: Bulle und Kuh der Rasse Swedish Red .....	21
Abbildung 7: Bulle und Kuh der Rasse Norwegian Red .....	22
Abbildung 8: Bulle und Kuh der Rasse Jersey .....	23
Abbildung 9: Bulle und Kuh der Rasse Fleckvieh im Zweinutzungstyp .....	24
Abbildung 10: Bulle und Kuh der Rasse Montbéliarde .....	25
Abbildung 11: Bulle und Kuh der Rasse Braunvieh .....	26
Abbildung 12: Bulle und Kuh der Rasse Normande .....	26
Abbildung 13: Rotationsschema des Zuchtprogramms TwoPlus .....	33
Abbildung 14: Rassen im Rotations-Kreuzungsschema von ProCROSS .....	35
Abbildung 15: Anteile der Rassen im Kreuzungsschema von ProCROSS .....	36
Abbildung 16: Kreuzungsschema des Zuchtprogramms ProCROSS mit Heterosiseffekten in den Generationen .....	38
Abbildung 17: Vier Generationen ProCross-Kühe einer Herde der Universität Minnesota, Väter der Kühe (von links nach rechts): Montbéliarde (Micmac), Holstein (Clover), Viking Red (SRB, Peterslund), Montbéliarde (Urbaniste) .....	38
Abbildung 18: Fruchtbarkeitsleistungen der Deutschen Holsteins (DH) vs. MON50, JER50, BV50 und SRB50 .....	44
Abbildung 19: Milchleistungen der Deutschen Holsteins (DH) vs. MON50, JER50, BV50 und SRB50 .....	45
Abbildung 20: Effektivität der Milchleistung der Deutschen Holsteins (DH) vs. MON50, JER50, BV50 und SRB50 .....	46
Abbildung 21: Alter und Nutzungsdauer bei Abgang sowie Anzahl Laktationen der Deutschen Holsteins (DH) vs. MON50, SRB50, BV50 und JER50 .....	47
Abbildung 22: Gehalt an Somatischen Zellen je ml Milch der Deutschen Holsteins (DH) vs. MON50, JER50, BV50 und SRB50 .....	48
Abbildung 23: Fruchtbarkeitsleistungen der Deutschen Holsteins (DH) vs. „Alle Kreuzungen“, DH > 75, ProCROSS (PRCR) und 3-Rassen-Kreuzungen .....	51
Abbildung 24: Milchleistungen der Deutschen Holsteins (DH) vs. „Alle Kreuzungen“, DH > 75, ProCROSS (PRCR) und 3-Rassen-Kreuzungen .....	52
Abbildung 25: Effektivität der Milchleistungen der Deutschen Holsteins (DH) vs. „Alle Kreuzungen“, DH > 75, ProCROSS (PRCR) und 3-Rassen-Kreuzungen .....	53
Abbildung 26: Alter und Nutzungsdauer bei Abgang sowie Anzahl Laktationen der Deutschen Holsteins (DH) vs. „Alle Kreuzungen“, DH > 75, ProCROSS (PRCR) und 3-Rassen-Kreuzungen .....	54
Abbildung 27: Gehalt an Somatischen Zellen in Tausend (Tsd.) je ml Milch der Deutschen Holsteins (DH) vs. „Alle Kreuzungen“, DH > 75, ProCROSS (PRCR) und 3-Rassen-Kreuzungen .....	55

Abbildung 28: Fruchtbarkeitsleistungen der Deutschen Holsteins (DH) vs. MON (Montbéliarde)- und BV (Braunvieh)-Kreuzungen mit DH- Genanteilen von 50, 25 und 12,5 % in den Betrieben A und D .....	56
Abbildung 29: Fruchtbarkeitsleistungen der Deutschen Holsteins (DH) vs. SRB (Schwedische Rotbunte)-Kreuzungen mit DH- Genanteilen von 75, 50, 25 und 12,5 %.....	57
Abbildung 30: Milchleistungen der Deutschen Holsteins (DH) vs. MON (Montbéliarde)- und BV (Braunvieh)-Kreuzungen mit DH- Genanteilen von 50, 25 und 12,5 % in den Betrieben A und D.....	58
Abbildung 31: Milchleistungen der Deutschen Holsteins (DH) vs. SRB (Schwedische Rotbunte)-Kreuzungen mit DH- Genanteilen von 75, 50, 25 und 12,5 % .....	58
Abbildung 32: Effektivität der Milchleistungen der Deutschen Holsteins (DH) vs. MON (Montbéliarde)- und BV (Braunvieh)-Kreuzungen mit DH- Genanteilen von 50, 25 und 12,5 % in den Betrieben A und D .....	59
Abbildung 33: Effektivität der Milchleistungen der Deutschen Holsteins (DH) vs. SRB (Schwedische Rotbunte)-Kreuzungen mit DH- Genanteilen von 75, 50, 25 und 12,5 %.....	60
Abbildung 34: Alter und Nutzungsdauer bei Abgang sowie Anzahl Laktationen der Deutschen Holsteins (DH) vs. MON (Montbéliarde)- und BV (Braunvieh)-Kreuzungen mit DH- Genanteilen von 50, 25 und 12,5 % in den Betrieben A und D.....	60
Abbildung 35: Alter und Nutzungsdauer bei Abgang sowie Anzahl Laktationen der Deutschen Holsteins (DH) vs. SRB (Schwedische Rotbunte)-Kreuzungen mit DH- Genanteilen von 75, 50, 25 und 12,5 % .....	61
Abbildung 36: Gehalt an Somatischen Zellen je ml Milch der Deutschen Holsteins (DH) vs. MON (Montbéliarde)- und BV (Braunvieh)-Kreuzungen mit DH- Genanteilen von 50, 25 und 12,5 % in den Betrieben A und D.....	62
Abbildung 37: Gehalt an Somatischen Zellen je ml Milch der Deutschen Holsteins (DH) vs. SRB (Schwedische Rotbunte)-Kreuzungen mit DH-Genanteilen von 75, 50, 25 und 12,5 % .....	62
Abbildung 38: Erstkalbealter (EKA) in Monaten und Lebens effektivität in kg Milchmenge (MM) je Lebenstag von reinrassigen Deutschen Holsteins (DH) vs. Töchtern der Rassen Montbéliarde (MON), Jersey (JER), Braunvieh (BV) und Schwedische Rotbunte (SRB) mit 50 % DH-Genanteil .....	64
Abbildung 39: Erstkalbealter (EKA) in Monaten von Töchtern der Rassen Deutsche Holsteins (Väter 0), Montbéliarde (Väter 1, 2, 4), Jersey (Väter 6, 7), Braunvieh (Vater 14) und Schwedische Rotbunte (Väter 28, 31, 37, 38) .....	65
Abbildung 40: Lebens effektivität in kg Milchmenge (MM) je Lebenstag von Töchtern der Rassen Deutsche Holsteins (Väter 0), Montbéliarde (Väter 1, 4), Jersey (Väter 5, 6, 7), Braunvieh (Väter 9, 17, 19), Schwedische Rotbunte (Vater 37).....	65
Abbildung 41: Abgangsgründe von Deutschen Holsteins und „Allen Kreuzungen“ im Vergleich mit Kühen aus der Milchleistungsprüfung in Deutschland im Jahr 2020 .....	84

## Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: Zellgehalt der Herdensammelmilch als Monitor der Mastitissituation .....	15
Tabelle 2: Definition der Zellzahlklassen in der Milchleistungsprüfung .....	16
Tabelle 3: Zuchtmethoden .....	16
Tabelle 4: Rassenanteile (in %) bei der Kreuzung mit DH und zwei weiteren Ausgangsrassen nach Kreuzungsverfahren .....	19
Tabelle 5: Zuordnung ausgewählter Milch- und Zweinutzungsrasen nach Zucht- und Nutzungsrichtung .....	19
Tabelle 6: Durchschnittsleistungen aller Deutsche Holsteins-MLP-Kühe 2016 .....	20
Tabelle 7: Durchschnittsleistungen von SRB-Kühen unter ökologischen Produktionsbedingungen .....	21
Tabelle 8: Durchschnittsleistungen aller Jersey-MLP-Kühe 2016 .....	23
Tabelle 9: Durchschnittsleistungen aller Fleckvieh-MLP-Kühe 2016 .....	24
Tabelle 10: Durchschnittsleistungen aller Montbéliarde-MLP-Kühe 2014 .....	25
Tabelle 11: Durchschnittsleistungen aller Braunvieh-MLP-Kühe 2016 .....	25
Tabelle 12: Mittlere Inzuchtkoeffizienten von Holsteinpopulationen (mindestens 87 % HO-Genanteil) der Geburtsjahrgänge 1980 bis 2009 nach Zuchtgebieten .....	28
Tabelle 13: Heterosiseffekt für Generationen von Kreuzungszuchtprogrammen bei der Nutzung von 2, 3 und 4 nicht miteinander verwandten Rassen .....	29
Tabelle 14: Fruchtbarkeitsleistungen der Rassen Holstein (HO) und Norwegian Red (NRF) und Differenzen zwischen Kreuzungen NRF x HO und HO .....	33
Tabelle 15: Lebensalter und -leistungen von F1-Kreuzungskühen aus Montbéliarde und Viking Red mit Holsteins im Vergleich mit Holstein-Kühen .....	36
Tabelle 16: Leistungsvergleich zwischen Holstein-Kühen und Kühen aus dem ProCROSS-Kreuzungsprogramm nach väterlicher Abstammung .....	37
Tabelle 17: Abkürzungen und Definitionen der in der Auswertung verwendeten Parameter .....	41
Tabelle 18: Mittlere Milch-, Fruchtbarkeits- und Gesundheitsparameter der Herden in den Untersuchungsbetrieben im letzten vollständig auswertbaren Jahr (Januar bis Dezember) .....	43
Tabelle 19: Signifikanz der Fruchtbarkeitsleistungen der Deutschen Holsteins (DH) vs. MON50 vs. JER50 vs. BV50 vs. SRB50 .....	44
Tabelle 20: Signifikanz der Milchleistungen der Deutschen Holsteins (DH) vs. MON50 vs. JER50 vs. BV50 vs. SRB50 .....	45
Tabelle 21: Signifikanz Effektivität der Milchleistungen der Deutschen Holsteins (DH) vs. MON50 vs. JER50 vs. BV50 vs. SRB50 .....	46
Tabelle 22: Anteil Abgänge bis zur 1. Kalbung .....	47
Tabelle 23: Signifikanz der Parameter Alter und Nutzungsdauer bei Abgang sowie Anzahl Laktationen der Deutschen Holsteins (DH) vs. MON50 vs. JER50 vs. BV50 vs. SRB50 .....	48
Tabelle 24: Signifikanz des Gehaltes an Somatischen Zellen je ml Milch der Deutschen Holsteins (DH) vs. MON50 vs. JER50 vs. BV50 vs. SRB50 .....	49
Tabelle 25: Abgangsgründe der Deutschen Holsteins (DH) vs. MON50 vs. JER50 vs. BV50 vs. SRB50 .....	50
Tabelle 26: Signifikanz der Fruchtbarkeitsleistungen der Deutschen Holsteins (DH) vs. „Alle Kreuzungen“, DH > 75, ProCROSS und 3-Rassen-Kreuzungen .....	51
Tabelle 27: Signifikanz der Milchleistungen der Deutschen Holsteins (DH) vs. „Alle Kreuzungen“, DH > 75, ProCROSS und 3-Rassen-Kreuzungen .....	52

Tabelle 28: Signifikanz der Effektivität der Milchleistungen der Deutschen Holsteins (DH) vs. „Alle Kreuzungen“, DH > 75, ProCROSS und 3-Rassen-Kreuzungen .....	53
Tabelle 29: Signifikanz von Alter und Nutzungsdauer bei Abgang sowie Anzahl Laktationen der Deutschen Holsteins (DH) vs. „Alle Kreuzungen“, DH > 75, ProCROSS und 3-Rassen-Kreuzungen .....	54
Tabelle 30: Signifikanz des Gehaltes an Somatischen Zellen je ml Milch der Deutschen Holsteins (DH) vs. „Alle Kreuzungen“, DH > 75, ProCROSS und 3-Rassen-Kreuzungen...	54
Tabelle 31: Anzahl Tiere und Geburtsjahrgänge von Deutsche Holsteins (DH), Kreuzung mit DH und deren Rückkreuzungen in den Untersuchungsbetrieben .....	56
Tabelle 32: Anzahl untersuchter DH sowie F1-Töchter und Väter der Rassen Montbéliarde, Jersey; Braunvieh und Schwedische Rotbunte in Fruchtbarkeit und Milchleistung (Erstkalbealter und Lebens effektivität) .....	63
Tabelle 33: Nummer, Name und Rasse der Väter mit den leistungsstärksten Töchtern .....	63
Tabelle 34: Ranking der Väter nach dem mittleren Erstkalbealter (EKA) ihrer F1-Töchter .....	66
Tabelle 35: Ranking der Väter nach der mittleren Lebens effektivität (LEff) ihrer F1-Töchter .....	66
Tabelle 36: Mittlere Leistungen von DH vs. BV50 und SRB50 in Betrieben mit mittlerem (A, B, C) und niedrigem (D) Herdenniveau .....	67
Tabelle 37: Übersicht über mittlere Leistungen DH vs. Kreuzungen mit 50 % DH-Genanteilen .....	74
Tabelle 38: Übersicht über mittlere Leistungen DH vs. Kreuzungen unterschiedlicher Genotypen .....	76
Tabelle 39: Mittlere Leistungen DH vs. Kreuzungen unterschiedlichen Genotyps mit DH-Genanteilen von 75, 50, 25 und 12,5 % .....	79
Tabelle 40: Rangierung von Deutschen Holsteins und Töchtern der Rassen Monbéliarde, Jersey, Braunvieh und SRB nach dem Erstkalbealter und der Lebens effektivität.....	81
Tabelle 41: Nach der Anzahl Töchter gewichtete Rangierung von Deutschen Holsteins und F1-Töchtern ausgewählter Bullen der Rassen Monbéliarde, Jersey, Braunvieh und SRB nach dem Erstkalbealter und der Lebens effektivität.....	81
Tabelle 42: Zielwerte von Leistungsparametern der Rasse Deutsche Holsteins .....	83



## Verzeichnis der Abkürzungen

ADR	Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter e.V.
AK	Alle Kreuzungen
Ay	Ayrshire
BCS	Body Condition Score
BLE	Bundesprogramm Ökologischer Landbau in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BOA	breed origin of the alleles
BRS	Bundesverband Rind und Schwein e.V.
BS	Brown Swiss
BW	body weight
BV	Braunvieh
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CDCB	Council on Dairy Cattle Breeding
cm	Zentimeter
d	Tag
DDR	Deutsche Demokratische Republik
DH	Deutsche Holsteins
d. h.	das heißt
DSR	Deutsches Schwarzbuntes Rind
EBA	Erstbesamungsalter
EBE	Erstbesamungserfolg
EBV	Europäisches Braunvieh
ECM	energiekorrigierte Milchmenge
EKA	Erstkalbealter
et. al	et alii, und andere
evtl.	eventuell
EU	Europäische Union
F1	Erste Filialgeneration
F2	Zweite Filialgeneration
FAO	Food and Agriculture Organization, Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen
FV	Fleckvieh
g	Gramm
GEBV	genomic estimated breeding values
GT	Genotyp
GUDP	Grønt Udviklings- og Demonstrationsprogram
gZW	genomischer Zuchtwert
h <sup>2</sup>	Heritabilität
HF	Holstein Frisian
HO	Holstein
JER	Jersey
kg	Kilogramm
l	Liter
LaEff	Laktationseffektivität
lb	Pound

lbs	Pound
LEff	Lebenseffektivität
lt.	laut
LT	Lebenstag
LW	Lebenswoche
m	Meter
max	Maximum
max.	maximal
min	Minimum
min	Minuten
MI	Milchleistung
MLP	Milchleistungsprüfung
MM	Milchmenge
mm	Millimeter
MON	Montbéliarde, Montbéliard
MT	Melktag
MW	Mittelwert
n	Anzahl
ND	Nutzungsdauer
NEff	Nutzungseffektivität
NO	Normanne-Rind, Normande
NOR, NR	Norwegian Red
Nr.	Nummer
o. g.	oben genannte
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
p. n.	post natal
p. p.	post partum
PRCR	3-Rassenkreuzungstiere des ProCROSS-Zuchtprogramms
R1	Erste Generation einer Rückkreuzung
Rb	Rotbunten
RDC	Nordic Red Cattle
s, sec	Sekunden
sf	Standardfehler
SMR	Schwarzbuntes Milchrind der DDR
sog.	sogenannte
sonst.	sonstige
SRB	Swedish Red, Schwedische Rotbunte, Schwedisches Rotvieh, Schwedisches Rot-Weißvieh
Std.	Stunden
SZ	Somatischer Zellgehalt, Somatische Zellen
SZZ	Somatische Zellzahl
Tsd.	Tausend
u. a.	unter anderem
USA	United States of America, Vereinigte Staaten von Amerika
VR	Viking Red
vs.	versus
ZKZ	Zwischenkalbezeit

# 1 Einleitung

Der Rinderbestand ist in Deutschland in den vergangenen Jahren kontinuierlich gesunken. Trotz steigender Leistungen ist insbesondere der Milchkuhbestand rückläufig, ein Ende dieser Entwicklung ist gegenwärtig nicht abzusehen.

In Deutschland machen Holsteins fast die Hälfte des Rinderbestandes aus, sie sind die dominierende Rasse unter den Milchrindern. Da über viele Jahre die Zucht auf hohe Leistungen zu Lasten der funktionellen Merkmale ging, wird über Alternativen diskutiert. Eine Möglichkeit ist die Kreuzungszucht mit Rassen, die in der Milchleistung den Deutschen Holsteins nicht zu sehr nachstehen, sich aber durch stabile Gesundheit und hohe Nutzungsdauer auszeichnen.

Zuchtunternehmen bieten Kreuzungsprogramme an, die sich besonders in Amerika bewähren, in anderen Zuchtgebieten aber nicht zwingend die gleichen Leistungen garantieren. Dabei werden Holsteins mit ein oder zwei Rassen im Wechsel oder in Rotation gekreuzt, sodass in den Kreuzungsherden Kühe mit unterschiedlichen Genanteilen stehen.

Eine Alternative wären Hybridzuchtprogramme, wie sie in der Schweinezucht praktiziert werden. Hierbei sind die höchsten Heterosiseffekte zu erwarten, da stets nur reinrassige Tiere gekreuzt werden. Nachteilig ist in diesem Verfahren, dass die weiblichen gekreuzten Tiere der Endstufe nicht zur Weiterzucht verwendet werden können.

Gegenstand der Untersuchungen in der vorliegenden Schrift sind Gesundheit, Fruchtbarkeit und Milchleistungen von Deutsche Holsteins und deren Kreuzungen mit unterschiedlichen Genanteilen der Rassen Montbéliarde, Jersey, Braunvieh und Schwedische Rotbunte, die in vier landwirtschaftlichen Betrieben in Nord-Ostdeutschland standen. Des Weiteren wird geprüft, ob das Herdenniveau die Effizienz der Kreuzungszucht beeinflusst.

Wenn Kreuzungen durchgeführt werden, um die funktionalen Merkmale zu verbessern, sollte berücksichtigt werden, dass der Heterosiseffekt in den folgenden Generationen zurückgeht. Es wird deshalb geprüft, wie sich Rückkreuzungen mit einer der Ausgangsrassen oder der Einsatz einer dritten Rasse auf die Leistungen der Milchrinder auswirken.

Aus dem Vergleich der Leistungen der unterschiedlichen Genotypen werden Empfehlungen für eine Kreuzungszucht mit Deutschen Holsteins abgeleitet.

## 2 Literatur

In Deutschland gab es im Mai 2022 laut Statistischem Bundesamt 11 Millionen Rinder, darunter 3,8 Millionen Milchkühe (Abbildung 1). Der Strukturwandel macht sich auch in der Rinderhaltung bemerkbar. Der Rinderbestand ist seit dem Jahr 2000 kontinuierlich gesunken, 2021 unter den Stand des Jahres 2015. (BMEL, 2022)

Etwa 43 % der deutschen Rinder zählen zur Rasse Deutsche Holsteins (DH, Schwarz- und Rotbunte), 28 % zur Rasse Fleckvieh in Doppelnutzung, die restlichen rund 29 % sind Rinder sonstiger Milch-, Zweitnutzungs- und Fleischrassen sowie Kreuzungen. Unter den Milchrindern gehören 95 % zur Rasse Deutsche Holsteins, 3,8 % werden Kreuzungen Milchrind mit Milchrind zugeordnet, 7 % des Gesamtrinderbestandes sind Kreuzungen von Fleischrindern mit Milchrindern (Abbildung 2). (BLE, 2022a; BMEL, 2022; BRS, 2022)

1,7 Millionen Herdbuchkühe der Deutschen Holsteins stehen in ca. 13.350 Zuchtbetrieben. In der Milchproduktion sind sie die dominierende Rasse, deren Zuchtprogramm auf die Umsetzung des Zuchtziels einer funktionalen, langlebigen und rentablen Leistungskuh im milchbetonten Typ mit hohem Leistungspotenzial, stabiler Gesundheit und einem guten Exterieur ausgerichtet ist. Herdengrößen, Herdenmanagement und Umweltbedingungen sind in den verschiedenen Regionen Deutschlands jedoch extrem unterschiedlich und stellen hohe Anforderungen an die Milchkühe. (BRADE, W. UND BRADE, 2013; BRS, 2021a; DESTATIS, 2021; BMEL, 2022; BRS, 2022; DESTATIS, 2022)

Im Jahr 2021 erreichten die 1,6 Millionen schwarzbunten DH-Herdbuchkühe eine mittlere Milchleistung von 10.079 kg mit einem Fettgehalt von 4,05 % und einem Proteingehalt von 3,45 % (BRS, 2022).

Das Leistungsniveau in der Milchrindpopulation ist enorm gestiegen, bestimmte funktionale Merkmale sind diesem Trend jedoch längere Zeit nicht gefolgt, wie etwa die Energiebilanz in der Früh-laktation und funktionale Merkmale, die vorliegen müssen, damit ein Tier die eigentliche Leistung erbringen kann. Typische Beispiele dafür finden sich in den Merkmalskomplexen Gesundheit (vor allem Stoffwechselkrankheiten, Störungen im Mineralstoffhaushalt, Lahmheiten), Fruchtbarkeit, Verhalten oder Ressourceneffizienz. (FISCHER, R., 2007; BREVES, 2019)

Neben der ethischen Dimension eines frühen Ausscheidens aus der produktiven Lebensphase kann die maximale physiologische Kapazität zur Milchleistung in der 04. bis 05. Laktation nicht erreicht werden (BREVES, 2019). Die produktive Lebensdauer von Milchvieh beträgt durchschnittlich etwa drei Jahre nach dem ersten Kalben bzw. 2,8 Laktationen (BREVES, 2019; DE VRIES, 2020). Insbesondere in der Lebensleistung wird das Zuchtziel von über 40.000 kg Milch (BRS, 2021a) in den deutschen Milchviehbetrieben deshalb nicht erreicht.

Da viele Betriebe, die mit DH Milch produzieren, mit deren Leistungsniveau durchaus zufrieden sind - mittlere Herdenleistungen von über 12.000 kg Milch pro Kuh und Jahr sind heute keine Seltenheit mehr - werden Kreuzungen als mögliche Alternative zur Reinzucht gesehen, um die funktionalen Merkmale zu verbessern. (SWALVE et al., 2008; BRADE, W., 2020)

Für MERTENS et al. (2011) stellte die wachsende Bedeutung der Kreuzungszucht im Milchviehsektor vor mehr als zehn Jahren eine klare Botschaft dar, dass Handlungsbedarf in der Holsteinzucht vor allem in den Bereichen Gesundheit und Reproduktion besteht. Daran hat sich bis heute nichts geändert.

Die Kreuzungszucht kann eine Alternative zur Selektion innerhalb einer Rasse sein, darf jedoch nicht als „Sanierungsmöglichkeit“ für Probleme, die durch mangelndes Management entstanden sind, missverstanden werden. Auch muss eine Strategie festgelegt werden, wie mit Färsen der ersten Nachkommengeneration weiter verfahren wird, wenn diese zur Zucht zugelassen werden sollen. Systematische Kreuzung sollte als eine Zuchtvariante vor allem für hervorragend geführte Betriebe verstanden werden. (ZOLLITSCH et al., 2016; BRADE, W., 2019a)

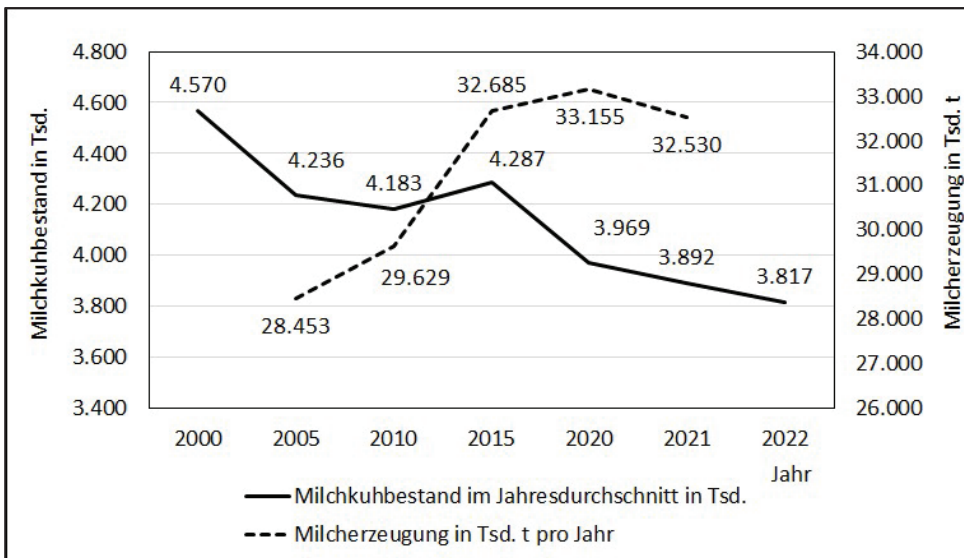


Abbildung 1: Entwicklung des Milchkuhbestandes und der Milcherzeugung in Deutschland

QUELLE: NACH BMEL (2022)

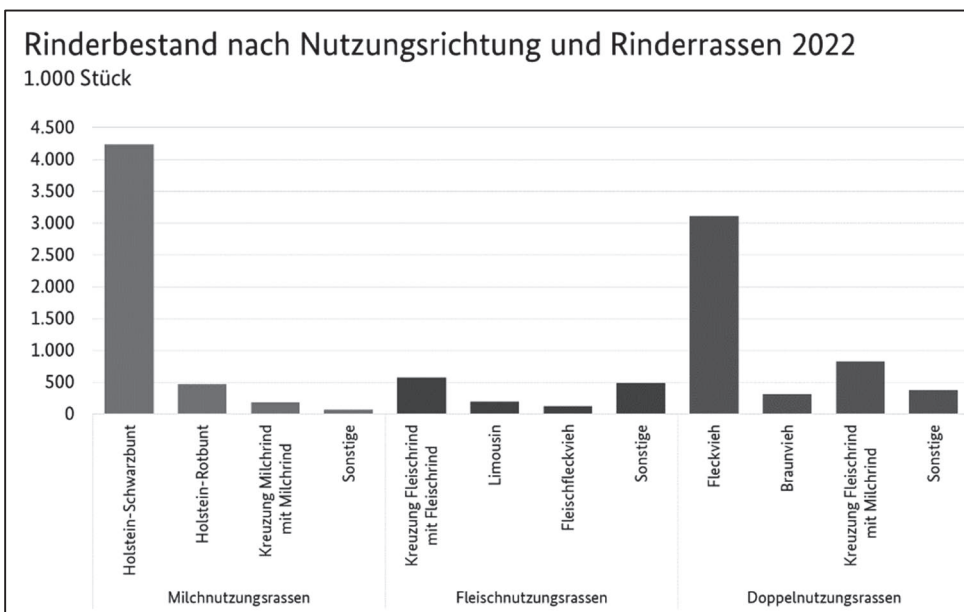


Abbildung 2: Rinderbestände nach Nutzungsrichtung und Rinderrassen

QUELLEN: BMEL (2022); DESTATIS (2022)

## 2.1 Definitionen

### 2.1.1 Begriffe der Tierzucht

Für den Begriff der **Rasse** gibt es keine eindeutige, biologisch begründbare Definition. Allgemein wird eine Gruppe von domestizierten Tieren der gleichen Art gemeint, die sich in morphologischen, physiologischen und ethologischen Merkmalen, d. h. im Aussehen bzw. Exterieur, in der Leistung und im Verhalten, ähnlich sind, und eine gemeinsame Zuchtgeschichte haben. Sie sind jedoch keine völlig geschlossenen Fortpflanzungsgemeinschaften, Genaustausch zwischen verschiedenen Rassepopulationen ist üblich. (KRÄUßLICH, 1997; BAUMUNG, 2005; WILLAM UND SIMIANER, 2017)

Wesentliche Begriffe der Tierzucht sind in der Verordnung der Europäischen Union (EU) Nr. 652/2014 und dem deutschem Tierzuchtgesetz (TierZG 2019) definiert. So werden nur solche Tiere als **Zuchttiere** bezeichnet, die selbst und deren Ahnen in einem Zuchtbuch derselben Rasse,

bei Rindern i.d.R. im Herdbuch, eingetragen oder für die Eintragung vorgesehen sind. Im Unterschied dazu werden **Nutztiere** einer Rasse anhand bestimmter Merkmale zugeordnet, die sich vor allem am Exterieur (wie Farbe, Rahmen, Hörner) orientieren. (KRÄUßLICH, 1997)

Die Kombinationen aller Allele an allen Genorten eines Tieres, die die Expression eines Merkmals steuern, bilden dessen **Genotyp** und aus der Summe aller Allelwirkungen der beteiligten Genorte ergibt sich die genetische Veranlagung für das entsprechende Merkmal (WILLAM UND SIMIANER, 2017).

Einer der wichtigsten Parameter der Tierzucht, die **Heritabilität ( $h^2$ )**, misst den Grad der Übereinstimmung zwischen Phänotyp und Zuchtwert und ist als das Verhältnis von additiv genetischer Varianz zur phänotypischen Varianz definiert (FALCONER, 1984).

Eine **Population** ist eine Paarungsgemeinschaft, bei landwirtschaftlichen Nutztieren jene Tiergruppe, die in demselben (Rein-) Zuchtprogramm steht (BAUMUNG, 2005). WILLAM UND SIMIANER (2017) definieren mit diesem Begriff Gruppen von domestizierten Tieren der gleichen Art, die sich in morphologischen, physiologischen und ethologischen Merkmalen ähnlich sind, eine Paarungsgemeinschaft bilden und einen gemeinsamen **Genpool** (die Gesamtheit der Gene in einer Generation) darstellen, in der Tierzucht sind dies üblicherweise Rassen oder Zuchtpopulationen (Teil einer Rasse wie z.B. Simmentaler in Deutschland). Der **Genpool** ist von einer Reihe von Faktoren abhängig, z. B. Selektion, Zu- oder Abwanderung von Individuen. In der Regel ist die Begrenzung der Population eine Ermessensfrage. Populationen unterliegen Veränderungen, die dazu führen können, dass sich eine Population genetisch von anderen, zunächst gleichartigen Populationen entfernt und zu einer neuen Art weiterentwickelt. Die Verteilung von Allelen muss deshalb nicht nur auf der Ebene von Individuen, sondern auch innerhalb von Populationen betrachtet werden. (BRADE, W., 2006; WÜNSCHIERS, 2019; GRAW, 2020)

Im tierzüchterischen Sinne ist die **Selektion** die gezielte Auswahl der besten Zuchttiere als Eltern der nächsten Generation, wobei die Züchter entscheiden, ob und wie viele Nachkommen die Tiere haben werden und wie lange sie als Eltern in der Zuchtpopulation genutzt werden (WEISS, 2011; WILLAM UND SIMIANER, 2017).

Bei der **Reinzucht** werden Tiere innerhalb einer Population (Rasse, Linie) unter weitgehender Vermeidung von Verwandtenpaarungen gepaart (BAUMUNG, 2005; BRADE, W., 2006; WILLAM UND SIMIANER, 2017).

Unter **Kreuzungszucht** versteht man üblicherweise die Paarung von Individuen verschiedener Linien, Rassen oder Populationen (BAUMUNG, 2005).

**Inzucht** ist die Paarung von Tieren, die untereinander näher verwandt sind als der Durchschnitt der Population, der sie angehören (WILLAM UND SIMIANER, 2017). Eine Inzuchtpaarung liegt vor, wenn die Eltern mindestens einen gemeinsamen Vorfahren haben (BRADE, W., 2006). Der **Inzuchtkoeffizient**, ein Maß für die Inzucht, wird definiert als die Wahrscheinlichkeit, dass zwei Allele an einem gegebenen Locus durch Abstammung identisch sind, bzw. als der wahrscheinliche Anteil der Loci eines Individuums, die Gene enthalten, die durch Abstammung identisch sind (FEDDERSEN, 2020). **Inzuchtdepressionen** entstehen durch fortgesetzte Inzucht und bezeichnen das Absinken des mittleren phänotypischen Wertes bei Merkmalen, insbesondere solcher, die die Reproduktion oder Effizienz betreffen (FALCONER, 1984). Sie treten auf, wenn durch die zunehmende Homozygotie rezessive Gene zusammentreffen (BRADE, W., 2006).

**Heterosis** liegt vor, wenn Kreuzungsnachkommen in ihren Leistungen vom Mittel der Elternpopulationen systematisch abweichen. Heterosis ist definiert als die Abweichung der durchschnittlichen Nachkommenleistung vom Durchschnitt der Elternpopulationen. Da diese sich auf ein ganzes Paarungssystem bezieht, ist sie als Populationsparameter zu interpretieren. (BAUMUNG, 2005; WILLAM UND SIMIANER, 2017).

FALCONER (1984) sieht in der Heterosis das Gegenteil der Inzuchtdepression, da sich bei der Kreuzung Merkmale verbessern, die während der Reinzucht durch die Inzucht reduziert wurden. Demzufolge ist die Zucht zur Ausnutzung der Heterosiseffekte prädestiniert für Merkmale der Reproduktion, Gesundheit und Effizienz, also Merkmale mit einer niedrigen Heritabilität.

## 2.2 Leistungsparameter der Milchrindzucht

### 2.2.1 Fruchtbarkeitsleistungen

Die **Geschlechtsreife** (Pubertät) ist das Entwicklungsstadium von der Ausbildung der sekundären Geschlechtsorgane und -merkmale bis zur Erlangung der Fortpflanzungsfähigkeit. Sie ist beim männlichen Tier durch die Ausbildung befruchtungsfähiger Spermien, des ersten Ejakulats, Libido und Deckvermögen gekennzeichnet. Bei geschlechtsreifen weiblichen Tieren werden Eizellen ovuliert und ein regelmäßiger Brunstzyklus beginnt, sodass das Tier potentiell fertil ist. Der Eintritt der Geschlechtsreife wird hormonell gesteuert, ist tierart- und rassespezifisch und wird durch Lebendmasse und Kondition, aber auch von den Haltungsbedingungen beeinflusst. (SCHWARK UND FAHR, 1976; STEWART et al., 1980; FERRELL, 1983; SCHWARK, 1989; GELDERMANN et al., 2005; WILLAM UND SIMIANER, 2017; SCHULDT UND DINSE, 2020)

Die **Zuchtreife** ist dann erreicht, wenn ein Tier für den züchterischen Einsatz körperlich ausreichend entwickelt ist. Das zuchtreife männliche Tier produziert eine ausreichende Menge Ejakulat mit vielen befruchtungsfähigen Spermien, während das Ejakulat zum Zeitpunkt der Geschlechtsreife noch mengenmäßig geringer und weniger konzentriert ist. Die Zuchtreife ist beim weiblichen Tier gegeben, wenn die Skelettentwicklung so weit fortgeschritten ist, dass genügend Platz für das fötale Wachstum der Nachkommen vorhanden und damit das Risiko einer Schweregeburt reduziert ist. Beim Rind richtet sich die Zuchtreife in erster Linie nach Körpermasse und Kondition, deren Entwicklung wesentlich durch die Aufzuchtintensität beeinflusst wird. (ROSSOW, 2002; GELDERMANN et al., 2005; SUTTER, 2006; WILLAM UND SIMIANER, 2017; SCHULDT UND DINSE, 2020)

Eine **Färse** ist ein weibliches Jungrind ab der ersten Besamung (ADR, 2017).

Eine **Erstbesamung (EB)** ist die erste Besamung einer Färse oder einer Kuh nach der Kalbung. Als EB gilt weiterhin jede Besamung, deren Differenz zur vorangegangenen Besamung größer als 224 Tage ist (minimale Trächtigkeitsdauer 210 Tage + minimale Rastzeit 15 Tage = 225 Tage). Mit jeder Erstbesamung beginnt ein Besamungszyklus. (ROSSOW UND JÄCKEL, 2004; ADR, 2017)

Der Beginn der reproduktiven Phase entspricht dem Erreichen der Zuchtreife und der ersten Belegung, dem sogenannten **Erstbelegungs-** oder **Erstbesamungsalter (EBA)**. Es wird ermittelt als Differenz zwischen dem Erstbesamungsdatum und dem Geburtsdatum. (ADR, 2017)

Nach einer erfolgreichen Trächtigkeit kommt es zur Geburt der ersten Nachkommen. Dieses Alter der weiblichen Tiere wird beim Rind als **Erstkalbealter (EKA)** bezeichnet. (ADR, 2017; WILLAM UND SIMIANER, 2017)

Das Intervall (Anzahl Tage) von einer Geburt bis zur nächsten wird **Zwischenkalbezeit (ZKZ)** genannt (WILLAM UND SIMIANER, 2017).

### 2.2.2 Milchleistungsmerkmale

Die quantitative **Milchleistung** beschreibt, welche Menge Milch, Fett und Protein von einer Kuh während einer Laktation erzeugt wird. International ist für Vergleichszwecke und mathematisch-statistische Analysen mit 305 Tagen eine **Standard-** oder **305-Tage-Laktation** definiert. Sie umfasst die Milchmenge (MM), den durchschnittlichen Fettgehalt und die Fettmenge sowie den durchschnittlichen Proteingehalt und die Proteinmenge der ersten 305 Tage einer Laktation und kann auf der Grundlage der Leistung innerhalb der ersten 100 Tage hochgerechnet werden. Die Leistungen mehrerer Laktationen werden im Laktationsdurchschnitt zusammengefasst. Die Leistungen aller Laktationen einer Kuh summieren sich zur **Lebensleistung**, die in kg MM angegeben wird. (SCHWARK, 1989; WILLAM UND SIMIANER, 2017)

Die Effektivität der Milchleistungen lässt sich bezogen auf die Melktage (**Laktationseffektivität, LaEff**, Leistung je Melktag = Lebensleistung in kg MM/Anzahl Melktage im Leben), auf die Nutzungstage (**Nutzungseffektivität, NuEff**, Leistung je Nutzungstag = Lebensleistung in kg MM/Nutzungsdauer in Tagen) sowie auf die Lebensstage (**Lebenseffektivität, LEff**, Leistung je Lebenstag = Lebensleistung/Anzahl Lebensstage (inkl. Aufzucht)) berechnen. Mit diesen Kennzahlen wird die Effizienz des Tiereinsatzes charakterisiert. (WANGLER et al., 2009)

### 2.2.3 Gesundheitsmerkmale

Das **Abgangsalter** von Tieren wird in Jahren angegeben und umfasst die Lebenszeit eines Tieres, die in engem Zusammenhang mit der Nutzungsdauer steht. Bei Milchkühen hat die Nutzungsdauer einen entscheidenden Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Milchviehhaltung, weshalb die Zucht auf langlebige und hochleistende Milchkühe von entscheidender Bedeutung ist. (PUNSMANN UND DISTL, 2017)

Die **Abgangsursachen** für Milchrinder werden zumeist nach dem Standardschlüssel der ADR ausgewiesen (ADR, 2017).

Die **Nutzungsdauer (ND)** wird als Parameter der Milchleistung verwendet und beschreibt die Dauer (in Tagen, Monaten oder Jahren) von der ersten Abkalbung bis zum Ausscheiden des Tieres aus dem Bestand. Eine entscheidende Voraussetzung für eine lange ND ist die optimale Aufzucht der Milchrinder. (ROSSOW, 2002; WILLAM UND SIMIANER, 2017; SCHULDT UND DINSE, 2020).

Die **Zellzahl**, auch **Somatischer Zellgehalt** oder **Anzahl Somatischer Zellen (SZ je ml Milch)** kennzeichnet die Eutergesundheit und ist für züchterische Entscheidungen als Hilfsmerkmal geeignet, weil sie im Rahmen der Milchleistungsprüfung (MLP) bestimmt werden kann und eng mit dem Auftreten von Mastitiden korreliert (WILLAM UND SIMIANER, 2017). Der somatische Zellgehalt ist definiert als die Anzahl somatischer Zellen je ml Milch (ADR, 2017). Der Gehalt an somatischen Zellen pro ml Milch kann in absoluten Zahlen dargestellt werden (z.B. 250.000) oder er wird zur Erreichung einer Normalverteilung logarithmisch transformiert. International ist es üblich die Zellzahl, in diesen Linear Somatic Cell Score (SCS) umzuwandeln. In gesunden Euterviervierteln sind keine pathologischen Veränderungen sicht- oder tastbar und deren Milch weist keine pathogenen Mikroorganismen und einen normalen Zellgehalt auf. Bezüglich des Milchzellgehaltes werden bis zu 100 Tsd. Somatische Zellen pro ml Milch auf Einzeltierebene als physiologischer Normalbereich definiert, der Zellgehalt der Sammelmilch kennzeichnet die Gesundheit einer Herde (Tabelle 1). In einer eutergesunden Herde gehören zu einem beliebigen Untersuchungszeitpunkt mindestens 2/3 zur Zellzahlklasse < 100 Tsd. pro ml Milch und nicht mehr als 2 % zur Klasse > 400 Tsd. pro ml Milch. (WOLTER et al., 2002)

*Tabelle 1: Zellgehalt der Herdensammelmilch als Monitor der Mastitissituation*

Milchzellzahl in Tsd. Zellen ml/Milch	Kategorien der Eutergesundheit
< 125	gesund
126 bis 250	verdächtig
> 250	krank

QUELLE: WOLTER ET AL. (2002)

Nach MÖCKLINGHOFF-WICKE UND ZIEGER (2005) hat eine eutergesunde Herde eine mittlere Zellzahl von  $\leq 150$  Tsd. Zellen pro ml Milch, denn bei einem höheren Zellgehalt gehen 5 % Milchleistung verloren, bei über 350 Tsd. sogar 10 %. Den Grenzwert von 100 Tsd. Zellen pro ml Milch geben STEENBECK (2016) sowie WEERDA UND VEAUTHIER (2020) an, um zwischen euterkrank und -gesund zu unterscheiden (Tabelle 2).

Der Milchkontroll- und Rinderzuchtverband Mecklenburg-Vorpommern klassifiziert die Eutergesundheit nach den Grenzwerten 100.000 somatische Zellen je ml Milch für eutergesunde Tiere und 700.000 für problematische Tiere, sowie nach der Milchgütegrenze von 400.000, bei deren Überschreitung der Kaufpreis lt. "Rohmilchgüteverordnung vom 11. Januar 2021 (BGBl. I S. 47)" um mindestens 1 Cent je Kilogramm für den betreffenden Kalendermonat zu mindern ist. (AUGUSTIN, 2021)

Ab einem Zellgehalt von mehr als 200 Tsd. Zellen/ml muss davon ausgegangen werden, dass bereits ein großer Anteil der Kühe von einer subklinischen Mastitis betroffen ist. Der Bereich zwischen 100 und 200 Tsd. Zellen/ml kann als Grenzbereich angesehen werden. Ein Wert über 400 Tsd. Zellen/ml im Mittel der letzten drei Kontrollen führt zur Nichtabnahme durch die Molkerei. Kühe mit > 700 Tsd. Zellen/ml in drei aufeinanderfolgenden MLP werden als „Tiere mit schlechten Heilungsaussichten“ gekennzeichnet und sollten langfristig die Herde verlassen. (KRÖMKER UND FRIEDRICH, 2012; STEENBECK, 2016; WEERDA UND VEAUTHIER, 2020)



**Tabelle 2: Definition der Zellzahlklassen in der Milchleistungsprüfung**

Klassen: Zellen/ml Milch	Definition
≤ 100.000	eutergesund
> 100.000 und ≤ 200.000	Grenzbereich zwischen gesund und subklinisch
> 200.000 und ≤ 400.000	subklinische Mastitis
> 400.000	krank, erheblicher Eintrag in Herdensammelmilch, Milchgütegrenze
> 700.000	euterkrankte Tiere, bei 3 aufeinanderfolgenden MLP: chronisch Mastitis mit schlechten Heilungsaussichten

QUELLEN: STEENBECK (2016); AUGUSTIN (2021)

## 2.3 Zuchtmethoden

Die Zuchtmethoden Reinzucht und Kreuzungszucht (Tabelle 3) basieren auf der Ausnutzung additiv genetischer und nicht-additiv genetischer Allelwirkungen (Dominanz und Überdominanz) sowie auf der systematischen Nutzung genetischer Unterschiede in den Leistungen zwischen verschiedenen Populationen. (WILLAM UND SIMIANER, 2017)

**Tabelle 3: Zuchtmethoden**

### Ausnutzung additiver Allelwirkungen

In offenen Populationen

- Reinzucht
- Veredelungszucht
- Verdrängungszucht
- Kombinationszucht

In geschlossenen Populationen

- Inzucht
- Linienzucht
- Erhaltungszucht

### Ausnutzung nicht-additiver Allelwirkungen

Kontinuierliche Kreuzungszucht

- Rotationskreuzung
- Wechselkreuzung
- Drei-Wege-Rotation

Diskontinuierliche Kreuzungszucht

- Einfach-Kreuzung
- Mehrfach-Kreuzung
- Drei-Wege-Kreuzung
- Vier-Wege-Kreuzung
- Rückkreuzung

QUELLE: NACH WILLAM UND SIMIANER (2017)

### 2.3.1 Zuchtmethoden zur Ausnutzung additiver Allelwirkungen

#### 2.3.1.1 Zucht in offenen Populationen

**Reinzucht** ist eine relativ einfache und sichere Zuchtmethode, weil sie von Generation zu Generation überwiegend leistungsstabile Nachkommen bzw. keine durch Rekombinationsverluste verursachten Einbrüche im Leistungsniveau erwarten lässt. Sie ist die am häufigsten angewendete Zuchtmethode und war die Voraussetzung für die Entstehung der heutigen Nutztierassen. Von den Züchtern der Rassen werden **Herdbücher** geführt, in denen Zuchttiere mit ihrer Abstammung und den Leistungen eingetragen werden. Bei der systematischen Anpaarung von Tieren aus verschiedenen Populationen handelt es sich um **Kreuzungszucht**-Methoden. Ziel ist es, die unterschiedlichen Leistungsveranlagungen der Tiere zu kombinieren und neben diesen Kombinations-effekten auch Kreuzungseffekte, die sogenannte **Heterosis** (Kapitel 2.1), auszunutzen. Voraussetzung für die Kreuzungszucht ist die Reinzucht der Kreuzungspartner. (WILLEKE, 2006; WILLAM UND SIMIANER, 2017)

Wenn sich der Markt kurzfristig ändert oder die additiv-genetische Varianz begrenzt ist, können Tiere aus fremden Populationen eingekreuzt werden. Bei der **Veredelungszucht bzw. -kreuzung** werden ausgewählte weibliche Tiere einer Population zeitlich befristet mit männlichen Tieren aus einer anderen Population angepaart. Dabei soll die Ausgangspopulation in ihren wesentlichen Eigenschaften erhalten bleiben, nur bestimmte erwünschte Merkmale werden importiert. Ein Beispiel aus der Rinderzucht ist die Veredlung von Simmentalern mit ausgesuchten Red-Holstein-Bullen. Ziel der **Verdrängungszucht bzw. -kreuzung** ist die kontinuierliche Verdrängung des Genpools

einer bodenständigen Population durch den Genpool einer neuen Population. Jüngstes Beispiel in der Rinderzucht ist die Verdrängung des Schwarzbunten Milchrindes (SMR) durch Holsteinrinder in den Ostdeutschen Bundesländern in den 90er Jahren des vorigen Jahrhunderts. Bei der **Kombinationszucht bzw. -kreuzung** werden neue Rassen aus verschiedenen Ausgangsrassen gezüchtet, wie z. B. das SMR, einer Kreuzung aus dem Schwarzbunten Niederungsrind, Jersey und Holstein Friesian (BAUMUNG, 2005). In der Fleischrindzucht hat sich eine Kreuzung aus fleischbetonten Simmentalern und Charolais etabliert, die seit 1993 unter der Rassebezeichnung Uckermärker geführt wird (BRADE, W., 2006; WILLEKE, 2006; FREYER et al., 2008; MARTIN et al., 2008; WILLAM UND SIMIANER, 2017; RZB, 2020).

### 2.3.1.2 Zucht in geschlossenen Populationen

**Inzucht** kann als intensive Form der Reinzucht gesehen werden und ermöglicht bei strenger Selektion eine relativ rasche genetische Verankerung erwünschter Eigenschaften sowie Sicherheit in der Vererbung. Zur schnellen Konsolidierung einer Rasse wird die Inzucht befristet angewendet. Die Inzucht hat in der praktischen Tierzucht als Zuchtmethod wegen der Gefahr von Inzuchtdepressionen keine Bedeutung. Eine langsame Form der Inzucht ist die **Linienzucht**, ein Mittelweg zwischen systematischer Inzucht und Reinzucht. In der aktuellen Rinderzucht steht sie nicht mehr im Vordergrund. Die **Erhaltungszucht** wird bei gefährdeten und vom Aussterben bedrohten Nutztierassen mit dem Ziel angewendet, den Genpool der entsprechenden Population zu erhalten (WILLAM UND SIMIANER, 2017). Diese Rassen werden jährlich in der „Roten Liste“ gefährdeter Nutztierassen von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung veröffentlicht. Aktuell gehören dazu u.a. das Deutsche Schwarzbunte Niederungsrind sowie Braun- und Rotvieh Alter Zuchttrichtung (BLE, 2020).

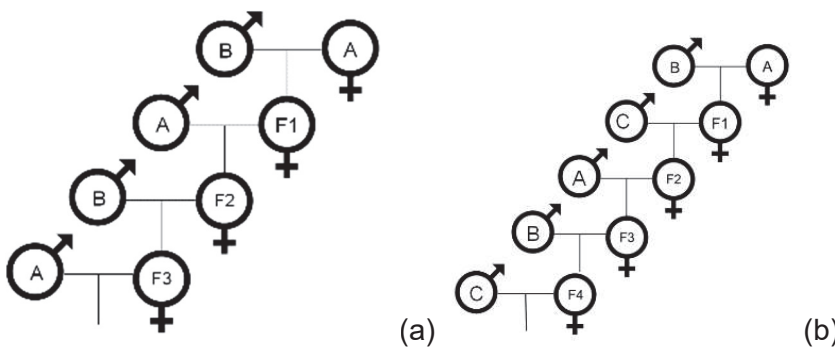
### 2.3.2 Ausnutzung nicht-additiver Allelwirkungen

Bei diesen Kreuzungsverfahren entstehen inhomogene Mischpopulationen mit Kreuzungsprodukten, die in jeder Generation unterschiedliche Genanteile der Ausgangsrassen aufweisen (BREM, 1997; WILLAM UND SIMIANER, 2017).

#### 2.3.2.1 Kontinuierliche Kreuzungszucht

Bei der kontinuierlichen Kreuzungszucht ist in der Regel das weibliche Tier ein Kreuzungstier und das männliche reinrassig, wodurch die Genanteile von Generation zu Generation schwanken (BAUMUNG, 2005). Auch für diese Zuchtmethod müssen reinrassige Ausgangspopulationen zur Verfügung stehen (WILLAM UND SIMIANER, 2017).

Bei der **Wechselkreuzung** oder Criss-cross (Abbildungen 3 (a)) werden die weiblichen Kreuzungstiere abwechselnd mit Vätern zweier Ausgangsrassen angepaart. Bei den **Rotationskreuzungen** (Abbildungen 3 (b)) kommen weitere Ausgangsrassen dazu, sodass rotierend Väter aus drei oder mehr Rassen mit weiblichen Tieren gekreuzt werden. Als Väter werden die Rassen eingesetzt, deren Gentanteil in den Müttern am geringsten ist. (BREM, 1997; SWALVE, 2004; WILLAM UND SIMIANER, 2017)



Abbildungen 3 (a), (b): (a) Wechselkreuzung und (b) Drei-Wege-Rotation

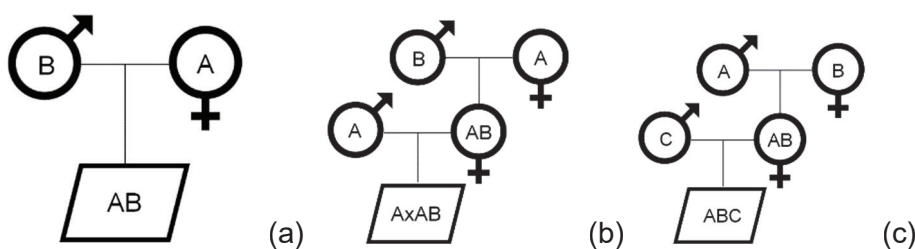
NACH BREM (1997) UND WILLAM UND SIMIANER (2017)

### 2.3.2.2 Diskontinuierliche Kreuzungszucht oder Terminalkreuzungen

Bei der diskontinuierlichen Kreuzungszucht ändert sich die Strategie mit jeder Generation. Die Kreuzungstiere enthalten einen bestimmten Genanteil der Ausgangspopulation und sind nicht für die Weiterzucht bestimmt. In der Rinderzucht kommen diese Zuchtverfahren nur für die Erzeugung von Mastrindern aus Milch- (Mütter) und Fleischrindrassen (Väter) zum Einsatz. (WILLAM UND SIMIANER, 2017)

Die organisatorisch einfachste Methode ist die **Einfach-Kreuzung** (Abbildungen 4 (a), auch Gebrauchskreuzung, F1-Gebrauchskreuzung, Zwei-Wege-Kreuzung, Zwei-Rassen-Kreuzung oder Zwei-Linien-Kreuzung), bei der zwei komplementär veranlagte Populationen (Rassen, Linien) für den Gebrauch von Nutztieren kombiniert werden, mit denen keine Weiterzucht erfolgt. Hierbei werden die maternalen und paternalen Effekte sowie die individuelle Heterosis genutzt. Ein Beispiel aus der praktischen Rinderzucht ist die Anpaarung der Rassen Weißblaue Belgiern (WBB) oder Uckermärker an Milchkühe mit geringer Milchleistung für die Erzeugung von Masttieren. (BREM, 1997; WILLAM UND SIMIANER, 2017).

Bei der **Rückkreuzung** werden die weiblichen F1-Kreuzungstiere wieder mit einer der beiden Ausgangsrassen angepaart (Abbildungen 4 (b), WILLAM UND SIMIANER (2017)). In der praktischen Rinderzucht werden weibliche Kreuzungstiere aus DH und einer anderen Milch- oder Zweinutzungsrasse (F1) mit Spermia von DH-Vätern besamt. Die R1-Tiere aus diesen Rückkreuzungen werden für die Milchproduktion aufgezogen und mit DH angepaart oder wieder gekreuzt.



Abbildungen 4 (a), (b) (c): (a) Einfach-Kreuzung, (b) Rückkreuzung und (c) Dreirassen-Kreuzung

NACH BREM (1997) UND WILLAM UND SIMIANER (2017)

Werden die weiblichen F1-Kreuzungen mit einer weiteren Rasse gekreuzt, erfolgt eine **Dreirasenkreuzung** (Abbildungen 4 (c), (BREM, 1997; WILLAM UND SIMIANER, 2017)). In der praktischen Rinderzucht sind dies die Kreuzungen aus dem ProCross-Programm, das im Kapitel 2.5.3.5 beschrieben wird.

In der vorliegenden Schrift werden Rassenkreuzungen mit DH untersucht, deren Anteile der Ausgangsrassen in den Generationen der Kreuzungen sich aus diesen Kreuzungsschemata berechnen lassen (Tabelle 4).

**Tabelle 4: Rassenanteile (in %) bei der Kreuzung mit DH und zwei weiteren Ausgangsrassen nach Kreuzungsverfahren**

Generation	Kreuzungsschema	Genanteile in %		
		DH	Rasse B	Rasse C
<b>Kreuzung mit 2 Rassen</b>				
<b>Einfach-Kreuzung</b>				
F1	B x DH	50,00 %	50,00 %	
<b>Rückkreuzung</b>				
R1	DH x F1	75,00 %	25,00 %	
R2	DH x R1	87,50 %	12,50 %	
R3	DH x R2	93,75 %	6,25 %	
<b>Wechselkreuzung</b>				
F2	DH x F1	75,00 %	25,00 %	
F3	B x F2	37,50 %	62,50 %	
F4	DH x F3	68,75 %	31,25 %	
<b>Kreuzung mit 3 Rassen</b>				
<b>3-Rassen-Kreuzung</b>				
F2	C x F1	25,00 %	25,00 %	50,00 %
<b>Rückkreuzung</b>				
R1	DH x F2	62,50 %	12,50 %	25,00 %
R2	DH x R1	81,25 %	6,25 %	12,50 %
R3	DH x R2	90,63 %	3,13 %	6,25 %
<b>Rotationskreuzung</b>				
F3	DH x F2	62,50 %	12,50 %	25,00 %
F4	B x F3	31,25 %	56,25 %	12,50 %
F5	C x F4	15,63 %	28,13 %	56,25 %
F6	DH x F5	57,81 %	14,06 %	28,13 %

DH = Deutsche Holsteins, F = Filialgeneration, R = rückgekreuzte Generation  
 QUELLE: NACH (WILLAM UND SIMIANER, 2017)

## 2.4 Rinderrassen

Im Folgenden werden Rassen vorgestellt, die in Kreuzungsprogrammen mit Deutschen Holsteins von Interesse sind. Die hier beschriebenen Rinderrassen können, wie in Tabelle 5, nach Zucht- und Nutzungsrichtungen eingeteilt werden, was sich in der Leistungszucht durchgesetzt hat (KRÄUßLICH, 1997).

**Tabelle 5: Zuordnung ausgewählter Milch- und Zweinutzungsrassen nach Zucht- und Nutzungsrichtung**

- Milchrindrassen
  - Holstein Friesian bzw. Holstein
  - Skandinavische Rotbunte
  - Jersey
- Zweinutzungsrassen, Milch und Fleisch
  - Fleckvieh (Simmentaler) ohne Einkreuzung rotbunter Holsteins
  - Braunvieh ohne Einkreuzung mit Brown Swiss
  - Normande

QUELLE: ERGÄNZT NACH Kräußlich (1997)

## 2.4.1 Milchrindrassen

### 2.4.1.1 Holstein Friesian, Holstein

In den futterwüchsigen Marsch- und Niederungsgebieten entlang der Nordseeküste von den Niederlanden bis Dänemark wurde das Deutsche Schwarzbunte Niederungsrind (DSN) gezüchtet. Durch Einkreuzung von englischen Shorthorn setzte sich die schwarz-weiße Farbe bei den ursprünglich vorwiegend rot-weißen Rindern durch. (GROTHE, 1993; SAMBRAUS, 2011; BRADE, W. UND BRADE, 2013)

Deutsche Aussiedler nahmen im 17. Jahrhundert ihre friesischen und holsteinischen schwarz-weißen milchreichen Landschläge mit in die neue Heimat. In den USA und Kanada wurde aus den importierten Tieren eine Rasse mit sehr hoher Milchleistung, aber geringem Fettgehalt der Milch, gezüchtet, deren erster Zuchtverband sich 1871 gründete. Erst über den Umweg Kanada und USA gelangte das nun Holstein-Friesian (HF) genannte Rind nach Deutschland, wo das erste Herdbuch 1876 entstand. Diese neue Zuchtrichtung setzte sich in den 1960er Jahren in der Bundesrepublik Deutschland gegen das Schwarzbunte Niederungsrind durch. Zu Beginn der 1980er Jahre wurde die Farbrichtung Red Holstein stark in die Population der deutschen Rotbunten eingekreuzt. Die Verdrängungskreuzung mit HF in den westlichen Bundesländern wurde nach 1989 auch im Osten Deutschlands umfassend praktiziert. Seit Ende der 70er Jahre wird die Rasse international in den Herdbuchorganisationen als **Holstein-Friesian (HF)** geführt, obwohl die Züchter in den USA und Kanada sich dazu entschieden, den Namensteil „Friesian“ aufzugeben und nur von **Holstein (HO)** zu sprechen. (GROTHE, 1993; BRADE, W. UND BRADE, 2013; ELFRICH UND ROESICKE, 2015)

**Deutsche Holsteins (DH)** sind großrahmige, hochbeinige, flach bemuskelte Rinder in den Farbrichtungen schwarzbunt und rotbunt und haben in der Regel weiße Euter, eine weiße Schwanzspitze und weiße Beine unterhalb der Fußwurzelgelenke. Ein EKA zwischen 25 und 28 Monaten hat sich als positiv für die spätere Entwicklung der Kuh und ihrer Milchleistung erwiesen. (BLE, 2022a)

Die Schwarzbunten Holsteins stellen den größten Rasseblock in Deutschland, sie sind über das gesamte Bundesgebiet verbreitet, vorwiegend jedoch im Norden und Westen (SCHICHTL, 2007).

Zuchtziel der DH ist die wirtschaftliche Leistungskuh in milchbetontem Typ mit einer hohen Lebensleistung, die durch stabile Gesundheit, Robustheit und gute Fruchtbarkeit viele Laktationen nutzbar ist und über ein entsprechendes Entwicklungspotenzial mit hohem Futteraufnahmevermögen und optimaler Futtermittelverwertung verfügt. (BRS, 2021a)

*Tabelle 6: Durchschnittsleistungen aller Deutsche Holsteins-MLP-Kühe 2016*

	Schwarzbunte	Rotbunte
Milchleistung, kg/Jahr	9.224	8.271
Fett, %	4,04	4,20
Eiweiß, %	3,39	3,44

MLP = Milchleistungsprüfung,

QUELLE: ADR (2016) ZIT. BEI (BLE, 2022A)



*Abbildung 5: Bulle Foreman (geb. 17.04.2020) und eine Halbschwester, Rasse Deutsche Holsteins*

QUELLE: KELEKI UND SCHULZE (2022)

### 2.4.1.2 Scandinavian Red Holstein, Nordic Red Cattle

Die nordischen Länder haben die weltweit größte Population roter Milchkühe, etwa 273.000 Kühe, darunter Finnische Ayrshire (135.000), Swedish Red Breed (SRB, 104.000) und Danish Red (34.000), die zu einem gemeinsamen Zuchtwertschätzsystem gehören, in die auch Holsteins einbezogen werden (ISO-TOURU et al., 2016; GUILLENEA et al., 2022; NAV, 2022).

Die Zuchtgeschichte der skandinavischen Rassen ist nicht einheitlich, weshalb unter der Bezeichnung Nordic Red Cattle (RDC) eine genetisch sehr heterogene Rasse zusammengefasst wird. So umfasst die nordische Milchviehpopulation vier Milchrassen: HO, RDC, Jersey (JER) und Finn-cattle (FIC). HO und RDC sind die wichtigsten Milchrassen, von denen HO-Kühe in Dänemark und Schweden sowie RDC-Kühe in Finnland vorherrschen. Herden mit JER-Kühen gibt es nur in Dänemark und Südschweden, einheimische FIC-Kühe nur in Finnland. Kreuzungen werden bei allen Haupttrassen angewendet, sowohl zwischen verschiedenen Rassestämmen als auch zwischen Rassen. Letzteres gilt insbesondere für die dänische RDC-Population, bei der es sich um eine synthetische Rasse aus dem Old Red Danish Cattle, Swedish Red Breed, Brown Swiss und Red Holstein handelt. (LIDAUER et al., 2014)

#### Swedish Red Breed, Schwedische Rotbunte (SRB)

Swedish Red Breed oder Schwedische Rotbunte (SRB, auch Swedish Red and White, Svensk Röd, Vit Boskap) ist eine mittelgroße Milchrindrasse, die in Schweden aus einer Kreuzung zwischen Shorthorn im Milchtyp und Scottish Ayrshire entstanden ist. Die Rasse wird weltweit erfolgreich für Kreuzungen mit Holsteins zur Verbesserung von Fruchtbarkeit, Kalbung und Eutergesundheit verwendet. Die in Schweden weit verbreitete Rasse ist rot mit weißen Markierungen. Kühe wiegen etwa 550 kg und geben in einem Jahr etwa 7.500 kg Milch. SRB ist eine widerstandsfähige Rinderrasse und wird auch zur Fleischproduktion verwendet. (ERIKSSON, 2003; STAFF, 2021)

Die Zuchtziele für Milchkühe in den nordischen Ländern beinhalten seit relativ langer Zeit funktionale Merkmale, sowohl für die nordischen roten Ayrshire-Rassen (einschließlich SRB) als auch für Holsteins (BERGLUND, 2008). Das Zuchtprogramm der SRB beinhaltet eine starke Gewichtung auf Gesundheit, Kalbeverlauf und Reproduktionsleistungen. Die Totgeburtenrate der Färsen liegt bei 3,6% und bei multiparen Kühen beträgt sie 2,5%. Das Zuchtziel hat auch zu einer niedrigen Sterblichkeitsrate von SRB im Vergleich zu Schwedischen Holsteins beigetragen. (JÖNSSON, 2015; CRV, 2021)

In Untersuchungen von BIEBER et al. (2020) erreichten SRB-Kühe unter ökologischen Produktionsbedingungen im Landesdurchschnitt die zweithöchsten Leistungen nach Swedish Holstein (Tabelle 7).

*Tabelle 7: Durchschnittsleistungen von SRB-Kühen unter ökologischen Produktionsbedingungen*

	Swedish Red Breed
Milchleistung, kg/Jahr	8.283
Fett, %	4,33
Eiweiß, %	3,46

QUELLE: BIEBER ET AL. (2020)



*Abbildung 6: Bulle und Kuh der Rasse Swedish Red*

QUELLE: (STAFF, 2021; K.I. SAMEN, 2022)

### Viking Red (VR)

Von der Zuchtorganisation Viking Genetics (VG) wird die rotbunte skandinavische Rasse Viking Red (VR) bezeichnet und als Kreuzungspartner im Zuchtprogramm ProCross (Kapitel 2.5.3.5) in der Rotationskreuzung beworben. Etwa 200 Tsd. Kühe in Dänemark, Schweden und Finnland, die von der Nordic Cattle Genetic Evaluation (NAV), einer Partnerorganisation von VG, geprüft wurden, erreichten eine jährliche Milchleistung von 9.562 kg bei einem Fettgehalt von 4,35 % und einem Eiweißgehalt von 3,5 %. Neben einer hohen Milchleistung zeichnet die Kühe ein hohes genetisches Niveau für Gesundheits- und Fortpflanzungsmerkmale aus. (VIKINGGENETICS, 2020)

Die Rasse VR entstand aus der Kombinationskreuzung von Swedish Red, finnischen Ayrshire und Danish Red, einer aus dem alten Anglerind gezüchteten Rasse (GEH, 2016; HAZEL LOESCHKE UND HEINS, 2019).

### Norwegian Red (NRF)

Die Milchleistung der Rasse Norwegian Red (NRF) überstieg im Jahr 2020 12 Tsd. kg, die leistungsstärksten Kühe erreichten mehr als 16 Tsd. kg. Der durchschnittliche Fett- und Eiweißanteil in der Milch, bezogen auf die gesamte Kuhpopulation aller Laktationen, betrug im Jahr 2020 4,3 % Fett und 3,5 % Eiweiß. Hervorzuheben sind die Gesundheits- und Fruchtbarkeitsleistungen, auf die das Zuchtprogramm der Rasse seit 1978 ausgerichtet ist. Die Rasse wird als langlebig beschrieben. 2020 wurden nur 2 % Schwer- und 3 % Totgeburten registriert. Die Häufigkeit von Mastitiden und anderen Erkrankungen ist bei den NRF-Kühen und -Färsen sehr niedrig. Ein hoher Anteil der Bullen ist genetisch hornlos. NRF-Kühe sind mittelrahmig, adulte Kühe wiegen ca. 610 kg. (BURNSIDE, 2007a; OTTEN, 2007; GENO, 2021b)

NRF, mit 270.000 Kühen die Rasse mit der größten Population in Skandinavien, unterscheidet sich in der Zuchtstrategie von den SRB, da in Norwegen mehr Wert auf Gesundheit und Fruchtbarkeit gelegt wurde als in Schweden. Dadurch ist sie die einzige Rasse mit positivem genetischem Trend für Milchleistung, Gesundheit und Fruchtbarkeit gleichzeitig. (TIMMERMANS, 2007)



Abbildung 7: Bulle und Kuh der Rasse Norwegian Red

QUELLE: (GENO, 2021B)

### 2.4.1.3 Jersey

Ursprünglich stammt die Rasse von der Kanalinsel Jersey und ist schon seit dem 18. Jahrhundert wegen ihrer fettreichen Milch bekannt (SAMBRAUS, 2011).

**Jersey (JER)** sind eine kleinrahmige, zartgliedrige Rinderrasse. Die Fellfarbe schwankt von gelb(braun) bis cremefarben über hellrot bis hin zu fast schwarz. Das Flotzmaul ist dunkel und stets hell gesäumt, auffallend sind die großen dunklen Augen ("Rehaugen"). Die Hörner sind geschwungen mit schwarzen Spitzen. Es handelt sich um eine einseitige Milchrasse, die sich durch eine gute Persistenz der Milchleistung auszeichnet, zusätzlich sind diese Tiere leichtkalbig und langlebig. Die frühreifen Jerseys erbringen im Verhältnis zum Körpergewicht die höchsten Herdenleistungen aller Rinderrassen in Milch, Fett und Eiweiß. (ELFRICH UND ROESICKE, 2015; MÜLLER, 2018; BLE, 2022a)

JER-Kühe zeigen bei höheren Temperaturen geringere Leistungseinbußen als HF, sind dementsprechend unempfindlicher gegenüber Hitzestress (WEST, 2003). Kühe der Rasse JER sollen über ein korrektes Fundament mit besten Klauen verfügen und haben ein gesundes, gut melkbares Euter, das in Qualität und Funktionsfähigkeit hohe Tagesleistungen über viele Laktationen ermöglicht (ELFRICH UND ROESICKE, 2015).

Das Zuchtziel der **Deutschen Jersey** ist auf die Erzeugung eines frühreifen und robusten Milchrindes mit einem Lebendgewicht von mehr als 400 kg und einer Milchmengenleistung von 7.000 kg (305 Tage Leistung), 6,00 % Fett und 4,25 % Eiweiß bei einer Kreuzbeinhöhe von 125 – 133 cm ausgerichtet (RINDERALLIANZ GMBH UND MRV, 2021b).

*Tabelle 8: Durchschnittsleistungen aller Jersey-MLP-Kühe 2016*

	Jersey
Milchleistung, kg/Jahr	6:428
Fett, %	5,42
Eiweiß, %	3,98

MLP = Milchleistungsprüfung,

QUELLE: ADR (2016) ZIT. BEI (BLE, 2022A)



*Abbildung 8: Bulle und Kuh der Rasse Jersey*

QUELLE: (VDJ, 2022)

## 2.4.2 Milchbetonte Zweinutzungsrasen

### 2.4.2.1 Fleckvieh oder Simmentaler

In den rot- und falbgescheckten Schlägen des Berner Oberlandes sehen KÜNZI UND STRANZINGER (1993) die Basis für die ersten Herdbücher der Simmentaler. Bei Ausgrabungen in Bern wurde anhand von Knochenfunden nachgewiesen, dass bereits um das 3. bis 5. Jahrhundert in dieser Gegend Rinder gehalten wurden, die hinsichtlich des Skeletbaus dem Simmentaler Rind ähnlich waren (WENGER, 1972).

Das gescheckte Haarkleid dieser mittel- bis großrahmigen Rasse weist alle Farbstufungen vom dunklen Rotbraun bis zum hellen Gelb auf weißem Grund auf. Ein wichtiges Rassekennzeichen bildet der weiße Kopf, wobei Augenringe bzw. Pigmente im Augenbereich vorkommen können. Die Rasse ist genetisch hornlos. (BLE, 2022a)

Vorteile der Simmentaler Kühe sind der sehr geringe Zellgehalt der Milch im Vergleich mit allen anderen Rassen bei einer mittleren Lebensleistung von 30.000 kg, extrem flache Laktationskurven und eine regelmäßige Fruchtbarkeit über mindestens vier Laktationen, und das bei gleichzeitiger bester Bemuskelung (GRUPP, 2001a, b, 2003). Die optimale Simmentaler Kuh zeichnet sich auch während der Laktationsspitze durch ihre starke Vorhand sowie durch Gesundheit und Stabilität im Fundament aufgrund der starken Keulen- und Rückenbemuskelung aus (DIEPOLD, 2019). Die männlichen Kälber eignen sich hervorragend zur Mast (BRÄHMIG, 2011).

Die Zucht der Simmentaler hat eine über 150-jährige Tradition. Die **Deutschen Fleckvieh (FV) oder Simmentaler (SI)**, eine fitnessstarke und leistungsbereite Doppelnutzungsrasse, werden vorrangig im Süden der Bundesrepublik gezüchtet, sie macht derzeit 27 % des deutschen Rinderbestandes aus. Das Zuchtziel ist auf eine nachhaltige Verbesserung der Wirtschaftlichkeit in der Milchproduktion unter ausgewogener Berücksichtigung der Fleischleistungs- und vor allem der Fitnessmerkmale ausgerichtet. Die Verbreitung des Hornlosgens wird sowohl in der Mutterkuhhaltung als auch in der Milchproduktion angestrebt. Adulte FV-Kühe erreichen eine Kreuzbeinhöhe von 140 – 150 cm und einen Brustumfang von 210 – 240 cm bei einem Gewicht von 650 – 850 kg. Mit



durchschnittlich weniger als 180 Tsd. somatischen Zellen je ml Milch weisen sie eine herausragende Eutergesundheit auf. (ASR, 2022; BMEL, 2022).

*Tabelle 9: Durchschnittsleistungen der Fleckviehkühe*

	Fleckvieh
Milchleistung, kg/Jahr	7.400
Fett, %	4,2
Eiweiß, %	3,5

MLP = Milchleistungsprüfung,  
 QUELLE: (BLE, 2021)



*Abbildung 9: Bulle und Kuh der Rasse Fleckvieh im Zweinutzungstyp*

QUELLE: (AID, 1996; ASR, 2022)

In Frankreich setzt sich die Population aus dem Simmental française und dem **Montbéliarde (MON)**, auch Montbéliard) zusammen (BRADE, W., 2006).

MON werden seit dem 19. Jahrhundert in Frankreich für die Käseherstellung gezüchtet, weshalb die Milch ein hervorragendes Fett-Eiweiß-Verhältnis aufweist. Ursprungszuchtgebiet waren die ostfranzösischen Berge der Region Franche-Comté, bevor sich die Rasse in allen französischen Hochlandgebieten ausbreitete. Das raue Klima der Berge förderte die Anpassungsfähigkeit, sodass die Rasse mit den kältesten und heißesten Wetterbedingungen zurechtkommt. Derzeit stellt sie den zweitgrößten Anteil des französischen Rinderbestandes. Als Zweinutzungsrasse verfügt sie über eine gute Fleischqualität mit geringem Fettgehalt und einer hohen Schlachtausbeute. Aufgrund ihrer Milchqualitäten und der funktionellen Merkmale (Fruchtbarkeit, Langlebigkeit, hohe Adaptionfähigkeit) werden MON-Rinder in zahlreiche Länder exportiert. Bei Einkreuzung verbessern MON die Milch- und Fleischleistungen sowie Fitness und Fruchtbarkeit. Das Zuchtziel beinhaltet einen hohen Milchfett- und Proteinertrag aus Grundfutter, eine gute Mastitisresistenz und ein relativ niedriges Fett-Eiweiß-Verhältnis mit hoher Persistenz. Die ideale Beckenstruktur, abfallendes Becken mit hohem Schwanzansatz, macht die MON zur fruchtbarsten Rasse mit einer ausgeprägten Leichtkalbigkeit. Ein Erstbesamungserfolg von 55 % wird angestrebt. Das solide Fundament und die Euterqualität sollen langlebige Kühe mit mehreren Laktationen garantieren. (FCE, 2015; CRV, 2021)

2014 wurden in Frankreich ca. 627 Tsd. MON-Kühe in 19,7 Tsd. Farmen gehalten. 435,5 Tsd. Kühe standen in der MLP, 26,6 Tsd. im Herdbuch. Adulte Kühe wiegen 650 – 800 kg bei einer Kreuzbeinhöhe von 145 – 150 cm. Jungbullen erreichen Schlachtkörpermassen von 350 – 380 kg, adulte Bullen werden 1.000 – 1.200 kg schwer. (FCE, 2015)

KOÇ (2011) verglich Leistungen der Rassen MON mit HF unter mediterranen Bedingungen. MON-Kühe hatten signifikant niedrigere 305-Tage-Milchleistungen als HF-Kühe ( $5.956,5 \pm 84,73$  vs.  $6.655,3 \pm 109,57$  kg MM), aber höhere Milchinhaltsstoffe (Fett-, Proteingehalt:  $3,55 \pm 0,07$  %,  $2,93 \pm 0,04$  % vs.  $3,26 \pm 0,10$  %,  $2,85 \pm 0,06$  %). Die bessere Eutergesundheit der MON-Kühe zeigte sich im Gehalt an somatischen Zellen (138 Tsd. vs. 199 Tsd. Zellen/ml Milch). Das EKA der MON-Färsen lag mit 31,7 Monaten im Durchschnitt über dem der HF mit 30,3 Monaten, die ZKZ war mit 392 Tagen im Mittel niedriger als die der HF (400 Tage).

**Tabelle 10: Durchschnittsleistungen aller Montbéliarde-MLP-Kühe 2014**

	Montbéliarde
Milchleistung, kg/Jahr	8.278
Fett, %	3,84
Eiweiß, %	3,44

MLP = Milchleistungsprüfung

QUELLE: (FCE, 2015)


**Abbildung 10: Bulle und Kuh der Rasse Montbéliarde**

QUELLE: (FCE, 2015)

#### 2.4.2.2 Braunvieh, Brown Swiss

Vorläufer des Brown Swiss, das Kurzhorn- oder Langstirnrind kamen aus dem Kaukasus und Vorderasien in die Zentralschweiz. Dort wurden die Rinder mit dem Alemannenvieh vermischt und breiteten sich bis nach Tirol aus. (ENGELER, 1947; ELFRICH UND ROESICKE, 2015)

In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurden einige wenige Stiere und Kühe in die USA exportiert, wo sie die Basis für die Zucht der Brown Swiss bildeten (KÜNZI UND STRANZINGER, 1993).

Das europäische Brown Swiss wurde seit 1966 durch Einkreuzung von Stieren aus Nordamerika gezielt zu einer milchbetonten Zweinutzungsrasse (Braunvieh) mit einer Leistung von 8.000 bis 10.000 kg Milch mit 4,18 % Fett und 3,57 % Eiweiß im Jahr umgezüchtet. Adulte Kühe weisen eine Kreuzbeinhöhe von ca. 142 – 154 cm bei einem Gewicht von über 600 kg auf. Mastfähigkeit und Schlachtkörperqualität genügen den wirtschaftlichen Anforderungen extensiver und intensiver Rindermastverfahren. (ELFRICH UND ROESICKE, 2015; BRADE, W., 2019a; BRS, 2021c)

Das **Deutsche Braunvieh (BV)** ist eine milchbetonte Zweinutzungsrasse, die in Süddeutschland vor allem im Alpen- und Voralpenland verbreitet ist (BRS, 2021c; ADB, 2023). In Bayern macht die Rasse mehr als 10 % der Milchkuhpopulation aus (ETTLE, 2017). Die Zucht erfolgt gemeinsam mit Österreich (BRADE, W., 2006).

Die einheitlich braunen bis graubraunen Rinder mit schwarzem, hell eingefasstem Flotzmaul und hell gesäumten Augen, tragen helle Hörner mit dunkler Spitze. Neben der Milchleistung bei hohen Eiweißgehalten und einem ausgezeichneten Euter wird auf hohe Fruchtbarkeit, Langlebigkeit, Eutergesundheit, ein gesundes Fundament sowie gute Masteigenschaften der Bullenkälber geachtet. Die Arbeitsgemeinschaft Braunvieh Deutschland kennzeichnet das Profil der Rasse mit 8.000 – 9.000 kg Milch mit einem Fett- und Eiweiß-Gehalt von insgesamt 7 – 8 %. (BLE, 2022a; ADB, 2023)

Die Lebensleistung von Braunvieh-Kühen betrug in Untersuchungen von PUNSMANN et al. (2018b) im Mittel 22.127 kg Milch, 924 kg Fett und 789 kg Eiweiß bei einer Lebens effektivität von 8,34 kg Milch, 0,35 kg Fett und 0,30 kg Eiweiß je Lebenstag.

**Tabelle 11: Durchschnittsleistungen aller Braunvieh-MLP-Kühe 2016**

	Braunvieh
Milchleistung, kg/Jahr	7.531
Fett, %	4,26
Eiweiß, %	3,60

MLP = Milchleistungsprüfung,

QUELLE: ADR (2016) ZIT. BEI (BLE, 2022A)



Abbildung 11: Bulle und Kuh der Rasse Braunvieh

QUELLE: (RBW, 2021)

### 2.4.2.3 Normande

Die französische milchbetonte Zweinutzungsrasse **Normande (NO, Normande Cattle)** steht für Milch mit hohen Inhaltsstoffen, Widerstandskraft gegen Stoffwechsel- und Eutererkrankungen sowie eine gute Funktionalität (Fundamente, Euter, Fruchtbarkeit). Sie zeichnet sich durch hohe Fleischleistungen mit hervorragenden Fleischeigenschaften sowie einen ruhigen Charakter aus. Die durchschnittliche Milchleistung liegt bei 7.400 kg mit 4,1 – 4,6 % Fett und 3,7 % Eiweiß. Die Rinder wirken gedungen, haben rotbraune bis schwarze Flecken auf weißem Grund, typisch ist ein breiter, heller Kopf, die Augen sind von einem dunklen Fleck umgeben. Im Durchschnitt wiegt eine NO-Kuh zwischen 650 und 750 kg, ist etwa 145 cm hoch und hat eine Brusttiefe von 75 cm. Ursprungszuchtgebiete sind die Normandie und die Bretagne. Die Rasse wird wegen des hohen Anteils an Kappa-Casein für die Kreuzung mit Holstein empfohlen. (SERVAIS, 2011; R&S VERTRIEBS GMBH, 2020; SPANRING UND GASTEGGER, 2020; TWOPLUS, 2020)



Abbildung 12: Bulle und Kuh der Rasse Normande

QUELLE: (VALREN, 2017; R&S VERTRIEBS GMBH, 2020)

## 2.5 Kreuzungen in der Milchrindzucht

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. Sehr oft wurde in Reinzuchtphasen formalistischen Kriterien auf Kosten des Zuchtfortschritts bei wirtschaftlichen Merkmalen ein Übergewicht eingeräumt. (LEDERER, 2005)

In der Milchrindzucht ist die Reinzucht das beherrschende Zuchtverfahren. Die Gründe hierfür sind biologischer Natur: Milchkühe haben eine nur sehr niedrige Reproduktionsrate, ein langes Generationsintervall und das Einzeltier hat einen relativ hohen Wert, da üblicherweise das Produktionstier auch das Zuchttier ist. Hinzu kommt, dass mit der Rasse Holstein eine Hochleistungsrasse existiert, für die Kreuzungspartner mit ähnlichem Leistungsniveau nur schwer zu finden sind. (SWALVE et al., 2008)

Gründe für die Kreuzungszucht können Eigenschaften sein, die bei Reinzucht nur schwer oder gar nicht vereinbar sind, in diesem Fall werden Kombinationseffekte genutzt. Stellungseffekte kennzeichnen die Bedeutung, welche Population die Vater- bzw. Muttertiere stellt. (BAUMUNG, 2005)

Systematische Kreuzungen des Deutschen Schwarzbunten Rindes (DSR) begannen schon 1920 und wurden nach 1960 mit der Züchtung des Schwarzbunten Milchrindes der DDR (SMR) fortgeführt. Die durchschnittliche Milchleistung sank in der F1-Generation (JER x DSR = Genotyp

(GT) 18) von 3.664 kg auf 3.310 kg. In der F2-Generation (HF x GT 18) stieg der Durchschnitt auf 3.596 kg. (FREYER et al., 2008; BRADE, W., 2014)

Die Vermeidung der Inzuchtdepressionen spricht für die Kreuzungszucht. Die Züchtung neuer synthetischer Rasse ist jedoch langwierig. Da Neuzüchtungen eine höhere genetische Variation aufweisen, muss eine höhere Selektionsgrenze erreicht werden als die der reinen Rassen, aus denen sie stammt. Die Homozygotie erwünschter Merkmale erfordert eine über viele Jahre dauernde Selektion. Es erscheint deshalb sinnvoll, Kreuzungssysteme zu etablieren, ähnlich der Verfahren in der Hybridschweinezucht. Um Heterosiseffekte nutzen zu können, müssen die Ausgangsrassen oder Reinzuchtlinien dabei dauerhaft auf additiv-genetischer Basis verbessert werden. In der Produktionsstufe sind eine konstante genetische Zusammensetzung und die Möglichkeit einer eigenen Remontierung zu sichern. (HILL, 1971)

In der Rinderzucht stand zu Beginn der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts die Nutzung additiv-genetischer Effekte im Vordergrund, um ganz bestimmte Leistungs- und Exterieurmerkmale zu verbessern. So wurde die europäische Brown Swiss- Population für eine schnelle Anpassung an die Anforderungen des Marktes mit Brown Swiss aus Nordamerika veredelt. In der Milchrindzucht begann eine Verdrängung der europäischen Schwarzbunten im Zweinutzungstyp durch die stark milchbetonten Holstein Friesian aus den USA und Kanada. Gründe dafür sind die geringen Leistungen der Rückkreuzungen, hohe Preise für die Kreuzungen auf dem Zuchttiermarkt und nicht zuletzt das professionelle Marketing der amerikanischen Besamungsstationen. (LEDERER, 2005)

Grundsätzlich gibt es zwei wesentliche Motive, Kreuzungszuchtprogramme einzuführen: der Import von Eigenschaften, die in der eigenen Rasse nicht oder kaum vorhanden sind, und das Ausnutzen des Heterosis-Effekts. Kreuzungszucht ist jedoch nicht geeignet, Probleme im Management oder in der Fütterung zu lösen. (BAUMUNG, 2005; ZOLLITSCH et al., 2016)

In tropischen Ländern werden Kreuzungen durchgeführt, um Widerstandsfähigkeit, Hitzetoleranz, Krankheitstoleranz und/oder Resistenz und Umweltsanpassungsfähigkeit einheimischer Rinder mit überlegener Milchleistung und schnelleren Wachstumsraten gemäßigter Rassen zu kombinieren und negative Auswirkungen von Inzuchtdepressionen im Nutztiersektor zu minimieren. Kreuzungen bieten die Chance, hochproduktive Rinder zu züchten, müssen jedoch kontrolliert erfolgen, um einheimische, angepasste Rassen zu erhalten. (MEKONNEN et al., 2020)

RINELL UND HERINGSTAD (2018) erhoben Daten von Kreuzungen aus Norwegian Red (NRF) und israelischen Holstein, um zu sehen, wie sich Töchter verhalten, wenn sie unter anderen Umweltbedingungen aufgezogen werden als ihre Väter. Im Fokus standen insbesondere Gesundheit und Fruchtbarkeit. Im Ergebnis zeigten die Kreuzungskühe eine bessere Fruchtbarkeit und eine geringere Anfälligkeit für postpartale Störungen.

Kreuzung verbessert bei Milchkühen somit nicht nur produktive und physiologische Reaktionen, sie können auch die Auswirkungen von umweltbedingtem Hitzestress verringern (HERNÁNDEZ RIVERA et al., 2019).

In den vergangenen 40 Jahren entwickelten sich die Holsteins wegen ihres überlegenen Milchtrages weltweit zur führenden Rasse. Die Selektion auf hohe Milchleistungen und großen Rahmen für eine hohe Futteraufnahmekapazität steht im Antagonismus zu Fruchtbarkeit und Gesundheit, was zu einem starken Rückgang der funktionalen Merkmale führte. In den letzten Jahren wurden zwar Anstrengungen unternommen, um die Selektion in der HO-Rasse auf diese funktionellen Merkmale zu erhöhen, die geringe Heritabilität erschwert jedoch die Zucht. Ein weiteres Problem ist die Inzucht, die in den USA mit der Etablierung der genomischen Selektion auf über 8% anstieg, somit auf ein höheres Niveau als bei der Verpaarung von Cousins 1. Grades. Von 2014 bis 2018 stieg der Inzuchtgrad jährlich um 0,35%. Heterosiseffekte stehen Inzuchtdepressionen antagonistisch gegenüber, was bei der Kreuzung verschiedener Rassen genutzt werden kann. Dies setzt jedoch voraus, dass die jeweils ranghöchsten Vererber in der Kreuzung eingesetzt werden, um die Frequenz und damit Vererbungssicherheit der erwünschten Gene zu erhöhen. (HAZEL LOESCHKE UND HEINS, 2019)

Die World Holstein Friesian Federation (WHFF) veröffentlichte 2020 Daten zum Anstieg der Inzucht seit 1980. Durchschnittliche Inzuchtkoeffizienten der HO von jeweils 10 Geburtsjahrgängen der 12 größten Populationen, in den USA und Australien sind in Tabelle 12 ausgewiesen.

**Tabelle 12: Mittlere Inzuchtkoeffizienten von Holsteinpopulationen (mindestens 87 % HO-Genanteil) der Geburtsjahrgänge 1980 bis 2009 nach Zuchtgebieten**

Geburtsjahrgänge	Mittlerer Inzuchtkoeffizient		
	12 größte Populationen	USA	Australien
1980 – 1989	0,11	0,19	-
1990 – 1999	0,19	0,19	0,14
2000 – 2009	0,10	0,11	0,11
2010 – 2019	0,19	0,26	0,04

QUELLE: WHFF (2020)

Von 2010 bis 2019 stieg das Niveau der Inzucht in allen Herden der WHFF von 2,5 auf 8,5 %. Der stärkste Anstieg ist in Italien, den USA und Kanada mit 0,25 bis 0,26 % pro Jahr zu verzeichnen, was als „problematisch“ eingestuft wird, aber unter dem Wert liegt, den HAZEL LOESCHKE UND HEINS (2019) für die USA angeben. In Deutschland stieg der Inzuchtgrad der DH im gleichen Zeitraum moderat um 0,15 % pro Jahr und in den 12 größten Populationen um 0,19 %. Nach einer Empfehlung der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) sollte die Inzucht nicht mehr als 1 % innerhalb von vier Jahren betragen. Der Inzuchtgrad wird deshalb von den Mitgliedszuchtorganisationen der WHFF aus 26 Ländern alle vier Jahre für weibliche Rinder mit mindestens 87 % Holsteingenanteilen abgefragt, um gegebenenfalls korrigierend eingreifen zu können. (FEDDERSEN, 2020)

Der COUNCIL ON DAIRY CATTLE BREEDING (CDCB) veröffentlicht regelmäßig Informationen über die schrittweise Veränderung der genetischen Basis, die im Abstand von fünf Jahren stattfindet. Die Zuchtwertschätzung von Bullen und Kühen im April 2020 spiegelt die jüngste genetische Basisanpassung wider. Die Holsteinzucht der USA weist 2019 einen Inzuchtgrad von 8,09 % auf, was um 1,8 %-Punkt über dem maximal empfohlenen Wert von 6,25 % liegt. Von 2000 bis 2019 stieg die jährliche Zunahme der Inzucht von +0,12 % auf +0,4 %, was zum Teil auf die Nutzung der genomischen Zuchtwertschätzung zurückzuführen ist, die eine frühe und sichere Selektion der besten Bullen ermöglicht. Zuchtunternehmen führen als Argument für einen unproblematischen hohen Inzuchtgrad von 10 % und mehr an, dass die meisten rezessiven Gene eliminiert werden, die Inzuchtdepression verursachen. Zudem könnten zufällige Mutationen der Rasse HO kontinuierlich zu einer hohen genetischen Vielfalt führen. (HANSEN, 2020)

Eine Rotationskreuzung mit 2 bis 4 Rassen ermöglicht neben der Senkung des Inzuchtgrades die Nutzung von Heterosiseffekten, wenn jeweils an die weiblichen Nachkommen reinrassige Bullen angepaart werden. Der Anteil des Heterosiseffekts, der bei der Kreuzungszucht gesehen werden kann, variiert stark mit der Anzahl der Rassen, die in die Rotation einbezogen werden. Voraussetzung ist in jedem Fall, dass die Kreuzungspartner nicht miteinander verwandt sind. Der durchschnittliche Prozentsatz des Heterosiseffekts während der ersten vier Generationen von 2-, 3- und 4-Rassen-Kreuzungs-Systemen beträgt 72 %, 91 % bzw. 97 %, was bedeutet, dass ein Wechsel von zwei zu drei Rassen den durchschnittlichen Prozentsatz des Heterosiseffekts um 19 % ansteigen lässt, wogegen das Hinzufügen einer 4. Rasse nur eine zusätzliche Steigerung von 6 % bringt (Tabelle 13). Erfolgt die Kreuzung mit drei Rassen in einem festgelegten Rotationssystem, bleibt der Heterosiseffekt bei 86 %, bei vier Rassen bei 93 %. Mehr als drei Rassen zu finden, die für eine bestimmte Umgebung oder für ein bestimmtes Managementsystem passend sind, ist jedoch schwierig. Da bei 2-Rassen-Kreuzungen im Verlauf der Generationen der Heterosiseffekt niedriger ist als bei 3- und 4-Rassen-Kreuzungen (Tabelle 13), sind drei Rassen für die meisten Kreuzungszucht-Systeme wahrscheinlich die optimale Anzahl in einer fixen Rotation. (LÓPEZ-VILLALOBOS, 1998; HEINS et al., 2006)

**Tabelle 13: Heterosiseffekt für Generationen von Kreuzungszuchtprogrammen bei der Nutzung von 2, 3 und 4 nicht miteinander verwandten Rassen**

Generation	Heterosiseffekt in %		
	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

QUELLE: HEINS ET AL. (2006)

In Neuseeland werden Kreuzungseffekte, die auf die Milchleistung und vor allem auf Fruchtbarkeit und Nutzungsdauer ausgerichtet sind, durch einen hohen Anteil an Kreuzungskühen (Rotationskreuzung Jersey x Holsteins) erreicht (BUCKLEY et al., 2014; BRADE, W., 2021).

Effiziente Zuchtprogramme erfordern eine bestimmte Populationsgröße. Einige zahlenmäßig kleine Rassen könnten wegen ihrer funktionalen Eigenschaften interessante Kreuzungspartner für Hochleistungsrassen mit dem Ziel sein, Heterosis zu nutzen. Ein Simulationsmodell zeigte, dass die Implementierung eines genomischen Rotationskreuzungsschemas eine attraktive Option sein kann, um eine zahlenmäßig kleine Rasse, wie z.B. die Angler, zu fördern. (STOCK et al., 2021; STOCK, 2022)

Ergebnisse aus Übersee können jedoch nicht einfach nach Mitteleuropa übertragen werden. Eine Anwendung von Kreuzungsprogrammen setzt die Prüfung der Leistungsfähigkeit unter den Bedingungen der hiesigen Produktion voraus. (SWALVE, 2004; SWALVE et al., 2008)

Rassenkreuzungen bieten die Chance, eine kurzfristige Reduzierung des Inzuchtniveaus in der Holsteinzucht zu erreichen und gleichzeitig eine Verbesserung der Stressempfindlichkeit, Fruchtbarkeit und Nutzungsdauer sicherzustellen (BRADE, W., 2019a).

Beim Milchrind ist die Kreuzungszucht nur dann sinnvoll, wenn Merkmale wie Fruchtbarkeit und Nutzungsdauer im Vordergrund stehen. Es kommen dafür aber nur Rassen in Frage, die dem Ausgangsbestand in der Leistungsveranlagung nicht zu weit nachstehen. Ansonsten können mögliche Heterosiseffekte die Verluste im Milchleistungsniveau aufgrund additiv-genetischer Unterschiede nicht kompensieren. Als Kreuzungspartner müssen Vererber ausgewählt werden, die zu den in den jeweiligen Merkmalen besten ihrer Population zählen, was ein etabliertes Zuchtprogramm voraussetzt. (SWALVE, 2004; SWALVE et al., 2008; ZOLLITSCH et al., 2016)

Der additive genetische Wert eines Kreuzungspartners müsste nach MCALLISTER et al. (1994) in der Milchleistung mindestens 90 % des Wertes der Holsteins betragen. Nach damaligem Stand erreichte nur die Rasse Ayrshire dieses Niveau.

MCALLISTER (2002) sieht Rassen als Kreuzungspartner, die Leistungsniveaus von  $\geq 75\%$  der Holsteins erreichen. Hinzukommen müssen Leistungen, in denen sie den Holsteins deutlich überlegen sind, z.B. die Fitness. Der Autor empfiehlt Kombinationen von Zwei-, Drei- und Vierrassenkreuzungen, um Mischpopulationen zu erzeugen. Diese können hohe Leistungen erreichen, erfordern jedoch einen hohen Ressourceneinsatz.

Kreuzungen können das Einkommen von Milchviehbetrieben erheblich steigern, insbesondere in Managementsystemen, die ein hohes Maß an funktionellen Merkmalen erfordern. Durch Verbesserung der funktionalen Merkmale und eine Erhöhung der Langlebigkeit kann bei 3-Rassen-Kreuzungen ein Heterosiseffekt von mindestens 10 % bezogen auf den Gesamtwert der Leistungen erwartet werden. Voraussetzung für einen dauerhaften Nutzen der Kreuzung ist, dass der genetische Zugewinn innerhalb der Elternrassen nicht reduziert wird. Solange der Kreuzungskuhbestand weniger als 50 % des Gesamtbestandes ausmacht und Jungbullen durch Kreuzungsnachkommen getestet werden können, kann diese Voraussetzung erfüllt werden. (SØRENSEN et al., 2008)

### 2.5.1 Kreuzungszuchtprogramme in der Milchrindzucht

Bei der Bezeichnung der Rassenkreuzungen werden die Väter, mit denen die Kühe angepaart werden, jeweils zuerst genannt, z.B. Kreuzungen von Fleckvieh-Bullen mit Deutschen Holstein-Kühen: FV x DH.

Zuchtentscheidungen wirken immer langfristig und lassen sich häufig erst nach mehreren Generationen als richtig oder falsch beurteilen (ZOLLITSCH et al., 2016).

Die stetige Zunahme von Kreuzungstieren in Milchvieh haltenden Betrieben veranlasste MERTENS et al. (2011) eine ökonomische Bewertung durchzuführen. Ökonomische Vorteile zeigten sich aufgrund von Heterosiseffekten bei der F1-Generation gegenüber der Rasse HF. Die kalkulierte Bewertung der folgenden Generationen konnte nicht durch Daten aus der Praxis validiert werden, deutet jedoch einen Rückgang wegen der schwächeren Heterosiseffekte an. Das ökonomische Ergebnis wird nicht nur von den Unterschieden der Ausgangsrassen und Kreuzungsstufen beeinflusst, sondern auch von der Leistungsvariation innerhalb der Rassen, die vor allem auch managementbedingt zwischen den Herden stark schwankt. Beim Einsatz von skandinavischem Rotvieh wird vorbehaltlich einer höheren Belastbarkeit der Daten der höchste ökonomische Effekt in der F1-Generation erreicht.

SCHAEFFER et al. (2011) verglichen die Leistungen reinrassiger Holsteins mit Kreuzungen (Norwegian Red, Swedish Red, Brown Swiss, Jersey). In der 305-Tage-Leistung dominierten erwartungsgemäß die Holstein-Kühe, aber in den Fett- und Eiweißleistungen waren die Kreuzungen überlegen. Hinsichtlich der somatischen Zellen und der Melkbarkeit, aber auch des Temperaments gab es keine signifikanten Unterschiede. Kreuzungskühe zeigten in der Fruchtbarkeit die durch Heterosis bedingten hohen Leistungen (Rastzeit, Totgeburtenrate bzw. Kalbeverlauf).

In Untersuchungen von HEINS et al. (2007) wurden die Milchleistungen von verschiedenen 2-Rassen-Kreuzungen aus Holstein (HO) und Brown Swiss BV, Normande (NO), Montbéliarde (MON), Skandinavischem Rotvieh (SRB) den Leistungen von 3-Rassen-Kreuzungen – BV x (MON x HO), MON x (SRB x HO), SRB x (NO x HO) – gegenübergestellt. Die Milchleistungsmerkmale der verschiedenen 2- und 3-Rassen-Kreuzungen wichen statistisch nicht signifikant voneinander ab, mit Ausnahme der Kreuzungen mit NO-Einfluss, die signifikant niedriger waren. Die 3-Rassen-Kreuzungen mit 50 % MON-Genanteilen hatten tendenziell die höchsten Milchinhaltsstoffe, weshalb die an den Untersuchungen beteiligten Landwirte mit diesen Kreuzungen in ihren Herden weiter züchten wollten.

Seit etwa 10 Jahren werden auch gekreuzte Bullen auf dem Zuchtmarkt nachgefragt. Dabei spielt die Heterosis auf der männlichen Seite die entscheidende Rolle. Gekreuzte Bullen erreichen hohe Trächtigkeitsraten und hohe Sicherheiten in der Vererbung z.B. von Milchinhaltsstoffen und Exterieur. Sie passen jedoch eher zum Einsatz in großen Herden, in denen Gebrauchskreuzungen unter Nutzung eines 50%igen Hybrideffektes in der Fruchtbarkeit durchgeführt werden. Spitzenbullen aus der Kreuzung von 75 % HO und 25 % JER kommen dafür verstärkt unter anderem in Neuseeland zum Einsatz. Diese Strategie ist jedoch nicht unumstritten, da der Heterosiseffekt beim Einsatz in Zuchtprogrammen im Vergleich zum Einsatz reiner Rassen sinkt. Weitere Probleme werden bei der Zucht mit Kreuzungsbullen in einer Ausbreitung von gekreuzten Nachkommen und deren Heterogenität gesehen. (DEBERGH, 2012)

In Dänemark, Finnland und Schweden begann der Zuchtverband Nordisk Avlsvaerdi Vurdering (Nordic Cattle Genetic Evaluation, NAV) im Dezember 2021 mit der Berechnung genomischer Zuchtwerte (gZW) für gekreuzte Milchkühe mit Genanteilen der Rassen RDC, JER, HO und MON. Genotypisierte Kreuzungskühe erhalten die gZW für nahezu dieselben Merkmale wie reinrassige Kühe, einschließlich aller Unterindizes der Leistungs-, Exterieur- und Euterindizes. Allerdings werden in die Zuchtwertschätzung keine Eigenleistungen der Kreuzungsnachkommen einbezogen, sodass die Zuchtwerte ausschließlich auf genomischen Informationen basieren. Ziel ist die Schätzung der Eignung der reinrassigen Bullen für den Einsatz im Kreuzungsprogramm. (FOGH et al., 2021)

## 2.5.2 Zweirassenkreuzungen mit Holsteins

### 2.5.2.1 *Holstein, Deutsches Fleckvieh*

Da das Fleckvieh in Doppelnutzung (FV) in Deutschland die zweitwichtigste Rinderrasse sind, wurden Kreuzungen mit Deutschen Holsteins (DH) in ihrer Leistungsfähigkeit untersucht. Männliche Kreuzungen aus FV x DH eignen sich hervorragend zur Mast. Weibliche F1-Tiere sind den DH in der Fruchtbarkeit überlegen (ZKZ 1. zur 2. Abkalbung: 374,3 Tage vs. 394,4 Tage), in der Milchleistung jedoch unterlegen (6.728,8 kg vs. 7.037,8 kg MM in 305 Tagen der 1. Laktation). (BRADE, W., 2019a)

In den Mengeneigenschaften sind F1-Kreuzungstiere (FV x DH) den FV, aber nicht den DH überlegen. Die Heterosiseffekte betragen 19,75 kg für Fett, 16,7 kg für Eiweiß und 276 kg für die (unkorrigierte) Milchmenge, jeweils bezogen auf eine komplette Laktation. Bei einem Genanteil von 50 % SI ist ein leicht positiver Heterosiseffekt zu erwarten. (NOLTE, 2019)

Kühe aus einem Wechselkreuzungsprogramm FV x DH zeigten keine Unterschiede im EKA, jedoch wurden Güt-, Rast- und Zwischenkalbezeiten mit steigendem Simmentaler-Genanteil verkürzt. F1-Kühe (FV x DH) lagen in der ND um 16 % über dem Durchschnitt der reinrassigen DH- und FV-Kühe. Im Hinblick auf Gesundheitsstatus sowie Erkrankungsanfälligkeit und –häufigkeit war kein Einfluss eines erhöhten FV-Genanteils festzustellen. Die erwartete Minderleistung in der Milchmenge (-2.200 kg MM Lebensleistung) wurde nicht durch bessere Fruchtbarkeitsleistungen ausgeglichen. (DIEPOLD, 2019)

### 2.5.2.2 *Holstein, Jersey*

Die Überlegenheit in der Nutzungsdauer und eine bessere Fruchtbarkeit der Jersey (JER) empfehlen die Rasse als Kreuzungspartner für HF. Hinzu kommt eine ausreichende genetische Distanz der Rassen, die Heterosiseffekte ermöglicht. In einem Kreuzungsversuch wurden über Embryonenimporte amerikanische JER-Vatertiere erzeugt und an schwarzbunte Holsteins angepaart. In den ersten 90 Tagen entsprach die Milchleistung den reinrassigen Holsteins (2.122 kg vs. 2.391 kg Milch). Die Vorzüge der Kreuzungen zeigten sich insbesondere im leichteren Kalbeverlauf, auch der Anteil Totgeburten war deutlich geringer (4,9 % vs. 10,9 %). (BRADE, E. et al., 2007)

MALTECCA et al. (2006) berichten von einer möglichen besseren Kälbergesundheit durch eine Verbesserung des Kalbeverlaufs und damit einem Absenken der Verlustraten in HO-Herden durch die Einkreuzung von JER. In den Atemwegserkrankungen wurden keine Unterschiede von JER x HO-Kälbern vs. HO-Kälbern festgestellt, die Anzahl der Tage mit Durchfall waren im Alter von 7 Tagen bei den Kreuzungen tendenziell niedriger.

In Nordirland und Neuseeland zeigten JER-Kreuzungskühe bei niedrigem und mittlerem Krafffutterangebot überlegene Fruchtbarkeitsleistungen, in Neuseeland zusätzlich Heterosiseffekte in der Produktivität. (BUCKLEY et al., 2014; MCCLEARN et al., 2020)

Australische Untersuchungen empfehlen Kreuzungen aus HF und JER wegen der hohen Fruchtbarkeit (Trächtigkeitsraten aus Erstbesamung 52 %, Trächtigkeitsraten von 68 % vs. 42 %, 54 % bei HF) für die saisonale Abkalbung (AULDIST et al., 2007).

In Argentinien werden Amerikanische Holsteins mit Kanadischen JER und der den JER ähnlichen Rasse Guernsey gekreuzt (LITWIN UND MANCUSO, 2014).

### 2.5.2.3 *Holstein, Nordic Red Cattle, Norwegian Red*

CLASEN et al. (2019) werteten Daten von 103.307 reinen HO-Kühen und 14.832 F1-Kreuzungen (Nordic Red Cattle (NRF)-Väter und HO-Mütter) aus. In der 1. Laktation waren die Kreuzungen in der Milchmengenleistung den HO überlegen, jedoch nicht in der Eiweißmenge. In der 1. und 2. Laktation zeigten die Kreuzungen eine bessere Eutergesundheit (bis zu 15 % weniger Mastitiden), Fruchtbarkeit und Gesundheit (Totgeburten, Verluste). Diese Ergebnisse bestätigten sich unabhängig vom Niveau der Herden hinsichtlich der durchschnittlichen Milchproduktion.

In einer Studie von BUCKLEY et al. (2014) wurden Datenanalysen zu Fruchtbarkeitsleistungen und Nutzungsdauer aus Irland, Neuseeland und den Vereinigten Staaten überprüft. NRF eigneten sich



am besten für die saisonale Produktion mit Weidehaltung. Die hohe Fruchtbarkeit und Lebensdauer dieser Rasse bestätigte sich auch bei Kreuzungen aus NRF x HF.

In dem „Two-way rotational crossbreeding program“ der norwegischen Zuchtorganisation Geno werden HO und NRF abwechselnd gekreuzt. Die Kreuzungstiere zeichnen sich durch eine hervorragende Fruchtbarkeit, Leichtkalbigkeit und Lebensdauer aus, produzieren die gleichen hohen Fett- und Eiweißmengen wie die HO und sind widerstandsfähig gegenüber Euter- und Gliedmaßenkrankungen. (GENO, 2021a)

#### 2.5.2.4 *Holstein, Montbéliarde, Normande*

Kreuzungskühe aus HO x Montbéliarde (MON) hatten im Vergleich zu HO-Kühen eine verbesserte Uterusgesundheit, möglicherweise eine Folge von Heterosis und/oder Rassenkomplementarität sowie von einem geringeren Rückgang der Futteraufnahme während der letzten Tage der Trächtigkeit (MENDONÇA et al., 2014).

HEINS et al. (2010) untersuchten das Kalbeverhalten von HO-Kühen im Vergleich mit Kreuzungen (MON x HO) in zwei Herden in Minnesota. Kreuzungen aus MON x HO (n = 138) hatten mit durchschnittlich 48,3 kg signifikant schwerere Kälber als reinrassige HO (n = 277, 43,3 kg) und dadurch einen tendenziell, aber nicht signifikant höheren Anteil Schweregeburten (9,4 vs. 5,9 %); die Totgeburtenrate lag mit 4,3 vs. 4,1 % auf gleichem Niveau.

In Untersuchungen von HAZEL LOESCHKE et al. (2013) wurden bei F1-Kreuzungen aus MON und HO in den ersten 150 Tagen der 1. Laktation signifikant höhere Konditionswerte (body condition score (BCS) nach EDMONSON et al. (1989) 3,30 vs. 2,74) und Lebendmassen (551 vs. 528 kg) ermittelt, obwohl sich die Kühe nicht in der Trockenmasseaufnahme unterschieden. Die Autoren vermuten, dass sich die höhere, aber nicht zu hohe Kondition der Kreuzungen positiv auf die Fruchtbarkeit auswirkte, da sie früher wieder tragend wurden als die HO.

Im weiteren Verlauf der Untersuchungen zeigten MON x HO-Kreuzungskühe von der 1. bis zur 5. Laktation hinsichtlich der Fett- und Eiweiß-Produktion keine Unterschiede gegenüber reinen HO-Kühen. Der Erstbesamungserfolg war insgesamt um 21 % höher als bei den HO. Die Kreuzungen hatten eine höhere Lebensmasse (611 vs. 572 kg), im Rahmen waren sie den HO ähnlich, die Kondition wurde als „besser“ beurteilt (BCS 3,36 vs. 2,87). (HAZEL LOESCHKE et al., 2014)

Kreuzungen aus HO mit MON in 1.137 Herden und mit Normande (NO) in 1.033 Herden wurden hinsichtlich Inzucht und Rassenunterschieden mit reinrassigen Holstein, Normande und Montbéliarde verglichen. In diesen Herden machten Kreuzungskühe etwa 13 % der Gesamtzahl der erfassten Tiere aus. Für alle Merkmale (Milch-, Fett- und Eiweißmenge, Gehalt an Somatischen Zellen, Trächtigkeitsraten, Günstzeit) wurden in der F1-Generation günstige Heterosiseffekte gefunden, bei Rückkreuzungen gingen diese zurück. (DEZETTER et al., 2015)

F1-Kreuzungen von HO mit den Rassen NO, MON und Scandinavian Red (SRB) kalbten signifikant häufiger ein zweites, drittes und viertes Mal, hatten ein um durchschnittlich 300 bis 400 Tage höheres Lebensalter und erreichten signifikant höhere Gesamt-Fett- und Proteinnengen als reinrassige HO. Auch hinsichtlich der Rentabilität waren die Kreuzungen überlegen. Die niedrigsten Schwer- und Totgeburtenraten bei Färsen und Kühen wurden für die Kreuzungen aus SRB-Vätern mit HO-Müttern ausgewiesen, die jeweils höchsten für die HO, die Differenzen der Mittelwerte waren signifikant (Färsen: 5,5 bzw. 7,7 % vs. 16,4 bzw. 15,1 %, Kühe: 2,1 bzw. 4,7 % vs. 8,4 bzw. 12,7 %). Ein Vergleich von Kreuzungen mit HO-Bullen und Müttern der verschiedenen Rassen ergab die gleiche Überlegenheit der Rassenkombination HO x SRB. (HEINS et al., 2007; HEINS et al., 2012)

#### 2.5.2.5 *Holstein, Braunvieh, Brown Swiss*

Als Gründe für die Auswahl der Rasse Braunvieh (BV) als Kreuzungspartner für HF führt BRADE, W. (2019a) eine bemerkenswerte Milchleistungsveranlagung, den hohen Milcheiweißgehalt verbunden mit einer vorzüglichen Eiweißzusammensetzung sowie die vergleichsweise hohen Lebensleistungen an. Geringere ZKZ bei den F1-Kreuzungen werden als Beleg für eine bessere Fruchtbarkeit gewertet. (BRADE, W., 2019a)

Kreuzungen BV x HF erreichten in der 1. Laktation eine geringere Milchleistung als HF-Vergleichstiere, aber eine höhere Fett- und Eiweißproduktion. (DECHOW et al., 2007; BRADE, W., 2019a)

### 2.5.2.6 TwoPlus

Das Zuchtprogramm TwoPlus führt die Rasse Holstein (HO) mit den höchsten Milchleistungen und Norwegisches Rotvieh (NRF), eine Rasse mit niedrigen Erzeugerkosten, in einer Rotationskreuzung zusammen (Abbildung 13). Dabei werden F1-Färsen aus der Kreuzung NRF x HO mit reinrassigen HO-Bullen gepaart und deren Nachzucht (F2) mit reinrassigen NRF-Bullen. Das Kreuzungsprogramm eliminiert Auswirkungen des steigenden Inzuchtgrades durch die Reinzucht von HO und verbessert die Fruchtbarkeit bei gleichbleibender Produktionsleistung (Tabelle 14). Die Kreuzungsherden werden durch die Rotation zunehmend homogener, die Gefahr von Inzuchtdepressionen wird niedrig gehalten und der Heterosiseffekt entspricht dauerhaft 67% des Effektes der ersten Generation. Kreuzungen aus NRF und HO haben gleiche Fett- und Eiweißmengenleistungen wie reinrassige HO, sind leichtkalbig mit niedrigeren Totgeburtenraten und stabil gegenüber Stoffwechsel- und Eutererkrankungen. Adulte Kreuzungen erreichen ähnliche Lebendmassen, aber eine höhere Kondition als HO. (BERRY et al., 2007; BUCKLEY et al., 2007; BURNSIDE, 2007b, a; GLOVER et al., 2010)

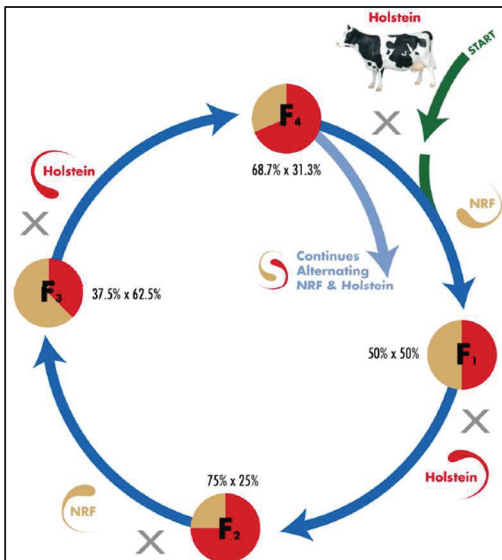


Abbildung 13: Rotationsschema des Zuchtprogramms TwoPlus

QUELLE: (BURNSIDE, 2007B)

Tabelle 14: Fruchtbarkeitsleistungen der Rassen Holstein (HO) und Norwegian Red (NRF) und Differenzen zwischen Kreuzungen NRF x HO und HO

Parameter	Holstein, HO	Norwegian Red, NRF	NRF x HO
Anzahl Kühe	3.600	419	697
Non-return-Rate in %	76,6	81,8	+5,2
Trächtigkeitsdauer in Tagen	279	277	-2
Erstkalbealter In Tagen	485	478	-7
Totgeburtenrate in %			
1. Kalbung	14,5	9,2	-5,3
2. Kalbung	5,9	1,6	-4,3
Leistung in der 1. Laktation			
305-Tag Milchmenge in kg	9.882	9.521	-361
305- Tage Fettmenge in kg	332	334	+2
305-Tage Eiweißmenge in kg	294	291	-3

HO = Holstein, NRF = Norwegian Red

QUELLE: (GLOVER ET AL., 2010)

## 2.5.3 Dreirassenkreuzungen mit Holsteins

### 2.5.3.1 *Holstein, Montbéliarde, Scandinavian Red*

Die 3-Rassenkreuzung erfolgte mit den F1-Tieren aus der unter Kapitel 2.5.2 beschriebenen 2-Rassenkreuzung. In der 305-Tage-Leistung der 1. Laktation waren die Kreuzungen mit 25 % HO-Genanteilen den F1-Kreuzungen (50 % HO) im Durchschnitt überlegen, jedoch wurden keine statistisch gesicherten Unterschiede ermittelt (9.314 vs. 9.189 kg MM). (HEINS et al., 2007)

### 2.5.3.2 *Holstein, Jersey, Scandinavian Red*

#### **Holstein, Jersey, Norwegian Red**

MCCLEARN et al. (2020) sehen in weidebasierten Produktionssystemen für HF-Herden bei der Kreuzung mit JER positive Effekte hinsichtlich der Effektivität der Milchleistung. HO-Herden mit schlechten Reproduktionsleistungen und niedrigen Milchinhaltstoffen profitieren von Kreuzungen mit JER. Für Kühe aus der 3-Wege-Kreuzung von HO, JER und Norwegian Red (NRF) wurden im Vergleich der Genotypen die höchsten Milchinhaltstoffe ausgewiesen und für HO die höchste Gesamtmilchleistung. Für Herden mit hohen Fruchtbarkeitsleistungen empfehlen die Autoren die Kreuzung mit JER oder eine Dreifachkreuzung jedoch nicht.

Mit hohen Fruchtbarkeitsleistungen, insbesondere der Leichtkalbigkeit, erhöhten Fett- und Eiweißgehalten sowie einer hohen Futtereffizienz wirbt die Zuchtorganisation GENO (2021a) für die 3-Rassen-Rotationszucht mit NRF x HO x JER.

#### **Danish Holstein, Danish Red, Danish Jersey**

Um den Einfluss auf die Nutzungsdauer zu prüfen, verglichen CLASEN et al. (2017) Dänische Holstein mit deren Kreuzungen, die über eine systematische Rotationskreuzung mit Danish Red und Danish Jersey erzeugt wurden. Von der 1. bis zur 5. Laktation wurde von den Kreuzungen die jeweils höchste Anzahl Tage von der Kalbung bis zum Abgang notiert. Daten von 73.741 Kühen belegen den Heterosiseffekt hinsichtlich der Gesundheit, weshalb Kreuzungen als effizientes Instrument zur Verbesserung der Langlebigkeit dänischer Milchkühe eingeschätzt werden.

### 2.5.3.3 *Holstein, Montbéliarde, Jersey*

3-Rassenkreuzungen aus MON x (JER x HO) waren am 150. Tag post partum (p.p.) kleiner aber schwerer als reinrassige HO (Kreuzbeinhöhe 138 cm, Lebendmasse 537 kg vs. 141 cm, 528 kg), der BCS dementsprechend signifikant höher (3,29 vs. 2,74). Die 305-Tage Milchleistung der Kreuzungen war jedoch signifikant niedriger (8.735 vs. 9.200 kg MM). (HAZEL LOESCHKE et al., 2013)

### 2.5.3.4 *VikingGoldenCross*

VikingGoldenCross ist ein 3-Rassen-Rotationskreuzungsprogramm, das Viking Holstein, Viking Red und Viking Jersey kombiniert. Die Kreuzungskühe sind gesund, fruchtbar und für lange Laufwege und damit für die Weidehaltung geeignet. Das Konzept ist in Neuseeland, Australien, Großbritannien, Irland und anderen Ländern etabliert und eignet sich besonders für Herden mit saisonalen Abkalbungen. (VIKINGGENETICS, 2023)

### 2.5.3.5 *ProCROSS*

ProCROSS (PRCR) ist ein Züchtungsprogramm von Coopex Montbéliarde, einem französischen Besamungszentrum, und VikingGenetics, einer Zuchtgenossenschaft von 20.000 Landwirten aus Dänemark, Schweden und Finnland. In diesem Zuchtprogramm erfolgt eine Rotationskreuzung mit den Rassen Holstein (HO), Montbéliarde (MON) und Viking Red (VR) oder Swedish Red Breed (SRB) (Abbildung 14, Abbildung 15, Abbildung 17). In der ersten Generation werden HO-Kühe mit MON belegt, die F1-Kühe werden mit VR gedeckt. In der dritten Generation erfolgt wiederum die Besamung mit HO. Färsen werden vorzugsweise mit VR angepaart, um kleinere Kälber zu erzeugen. Ansonsten spielt die Reihenfolge eine untergeordnete Rolle. Ein wichtiges Argument für die Kreuzungen ist die Verbesserung der Fitness von Holsteinkühen über die Nutzung des Heterosiseffektes. Positive Einflüsse werden auch für Milchleistung und Futterverzehr erwartet. Neben der Heterosis werden Kombinationseffekte genutzt und Inzuchtdepressionen vermieden. Es ist davon

auszugehen, dass der Grad der Heterosis im Rotationsverlauf ab der 4. Generation auf dem Niveau von 86 % bleibt (Abbildung 16). Die Rasse HO wird wegen der hohen Milchleistung im Zuchtprogramm eingesetzt, MON zeichnet sich durch Robustheit und eine gute Körperkondition aus. Dies wird kombiniert mit der Leichtkalbigkeit, Gesundheit und Langlebigkeit der VR. ProCROSS wird in Skandinavien und Frankreich in 500 bzw. 400 Betrieben umgesetzt, in Deutschland in 100 Betrieben. (SERVAIS, 2012; PETER UND MEILI, 2020; VIKINGGENETICS, 2021)

Eine Arbeitsgruppe der Universität Minnesota begann 2008 mit einer 10-jährigen Studie zu dem Kreuzungsprogramm ProCross. Die Untersuchungen wurden in Hochleistungsherden mit einem Ausgangsbestand von 3.550 HO-Färsen durchgeführt, von denen 150 als reinrassige HO weitergezüchtet wurden. In jeder Herde wurden mindestens 100 HO paritätisch entweder mit Spitzenbulln der Rassen VR oder MON angepaart, um ein 3-Rassen-Rotationsprogramm in beide Richtungen zu initiieren. Dem Schema der Rotationskreuzung entsprechend wurden für die Belegung der F2-Kühe HO-Bullen eingesetzt (Abbildung 15). (HEINS et al., 2010; HAZEL LOESCHKE et al., 2013, 2014; HAZEL LOESCHKE et al., 2017b, a; HAZEL LOESCHKE UND HEINS, 2019; SHONKAMARTIN; HAZEL LOESCHKE; et al., 2019; HAZEL et al., 2020b, a; HAZEL LOESCHKE et al., 2021)

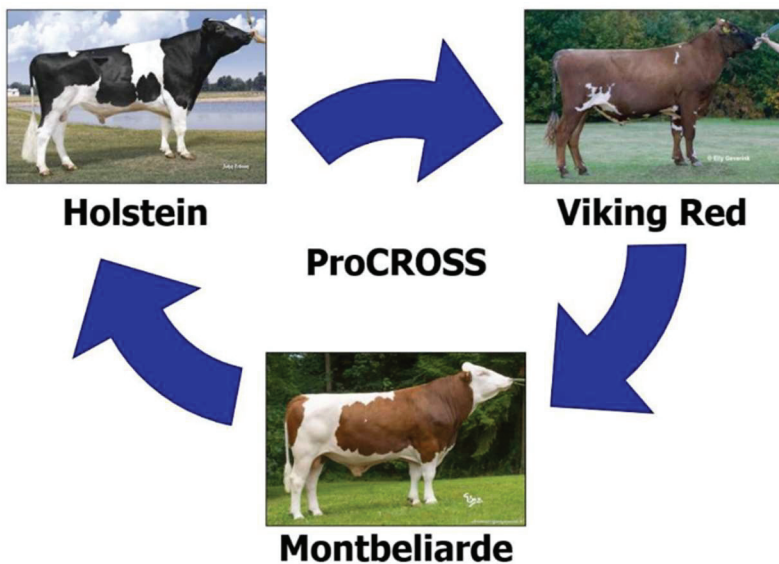


Abbildung 14: Rassen im Rotations-Kreuzungsschema von ProCROSS

QUELLE: HAZEL LOESCHKE UND HEINS (2019)

Als Motivation für die Durchführung des Kreuzungszuchtprogramms mit den drei Rassen wird die Überlegenheit der 2-Rassenkreuzungen aus MON x HO und VR x HO in Fruchtbarkeit, Gesundheit und Milchhaltsstoffen gegenüber reinrassigen Holsteins angegeben. Die F1-Kühe kalbten von Ende 2010 bis Anfang 2014 zum ersten Mal. Für alle Genotypen wurden gleiche EKA (23,7 bis 23,9 Monate) und ähnliche Kalbeverläufe ausgewiesen. In der Totgeburtenrate zeigte sich jedoch die bessere Vitalität der Kreuzungen (MON/VR x HO 5 % vs. HO 9 %). Der Erstbesamungserfolg der Kreuzungskühe war in der 1. Laktation 7 % höher als bei den HO-Kühen. Wegen geringerer Verluste kalbten 71 % der Kreuzungen das zweite Mal, von den HO waren es 63 %. In der 305-Tage-Milchleistung lagen die MON x HO auf gleichem Niveau wie die HO (10.954 vs. 10.970 kg MM), VR x HO mit 10.537 kg MM signifikant darunter. In der Zellzahl gab es keine signifikanten Unterschiede. Die F1-Kreuzungen erreichten jedoch eine um 96 bis 219 Tage längere Lebensdauer als HO und waren dadurch in der Lebensleistung um durchschnittlich 1.174. bis 8.118 kg MM überlegen (Tabelle 15). (HAZEL LOESCHKE et al., 2017b, a; HAZEL et al., 2020a; HAZEL LOESCHKE et al., 2021)

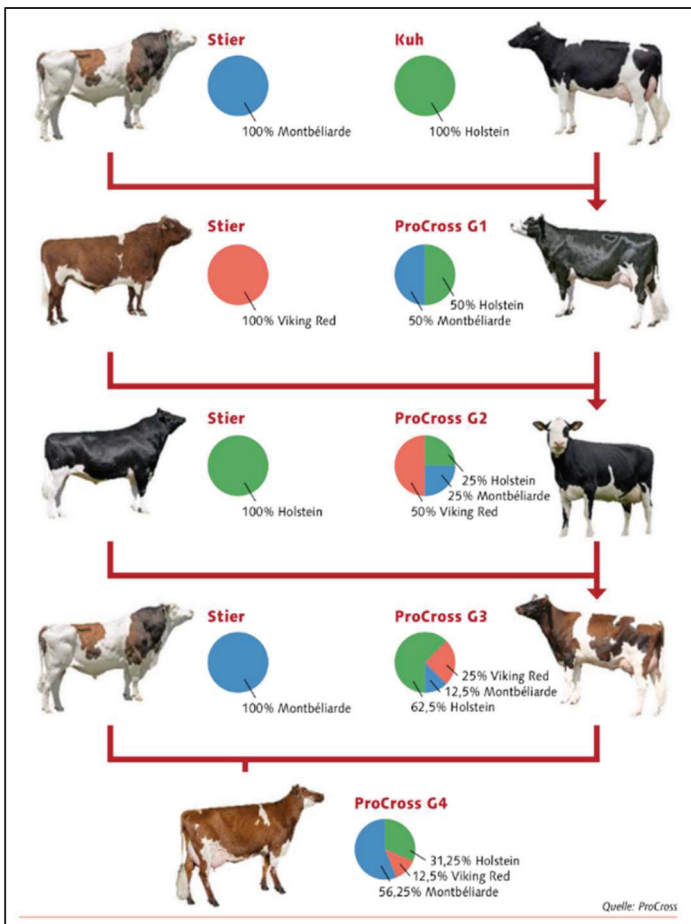


Abbildung 15: Anteile der Rassen im Kreuzungsschema von ProCROSS

QUELLE: (PETER UND MEILI, 2020)

Tabelle 15: Lebensalter und -leistungen von F1-Kreuzungskühen aus Montbéliarde und Viking Red mit Holsteins im Vergleich mit Holstein-Kühen

Merkmal	HO n = 640	MON x HO n = 358	VR x HO n = 376
Lebensstage	886	1.105	982
Milchmenge in kg	32.774	40.892	33.948
Fett in kg	1.199	1.521	1.310
Protein in kg	1.002	1.289	1.087

HO = Holstein, MON = Montbéliarde, VR = Viking Red,

QUELLE: HAZEL LOESCHKE ET AL. (2021)

SHONKA-MARTIN (2019); HAZEL LOESCHKE et al. (2019) verglichen Kreuzungskühe aus dem ProCROSS-Rotationsprogramm mit reinrassigen HO-Kühen hinsichtlich Trockenmasseaufnahme, Körpergewicht, Rahmen, Körperkondition (BCS) und Leistung während der ersten 150 Tage der ersten, zweiten und dritten Laktation. Die Kühe erhielten zweimal täglich dieselbe Totale Mischration und waren in Freilandställen untergebracht. Die mittlere Widerristhöhe der Kreuzungskühe war 3,5 cm geringer als die der HO, in der mittleren Kreuzbeinhöhe wurden jedoch keine Unterschiede festgestellt (145,2 vs. 146,4 cm). Der mittlere BCS war bei multiparen ProCROSS-Kühen mit 3,25 höher als bei HO-Kühen (3,06). Die niedrigere Trockenmasseaufnahme der ProCROSS-Kühe (3.360 kg vs. 3.592 kg vom 1. bis 150. Laktationstag) führte zu geringeren Futterkosten bei annähernd gleicher Fett- und Proteinmenge (445 kg vs. 441 kg).

In Tabelle 16 sind Leistungsmerkmale der ProCross-3-Rassenkreuzungen im Vergleich mit HO aufgeführt. Alle 3-Rassen-Kreuzungskühe waren kleinrahmiger und höher konditioniert als die HO-Kühe. In der Euterform unterschieden sich die Genotypen hinsichtlich der Strichbreite hinten,

die zugunsten der Kreuzungen bewertet wurde. Die Trächtigkeitsdauer ist bei der Rasse MON um drei bis vier Tage länger als bei HO, weshalb sie erwartungsgemäß auch bei Kreuzungen mit MON-Genanteilen erhöht ist. Die Kreuzungen kalbten das erste Mal signifikant früher als die HO-Färsen. Erwartungsgemäß waren auch die Totgeburtenraten bei den Kreuzungen um etwa die Hälfte niedriger und der Erstbesamungserfolg in allen Laktationen signifikant höher als bei den HO. Während der 1. Laktation hatten die sieben untersuchten Herden für alle Rassetypen relativ niedrige Gesundheitsbehandlungskosten. Unterschiede zwischen den Genotypen zeigten sich jedoch in der 2. und 3. Laktation, in denen die ProCROSS-Kreuzungen durchschnittlich 14 bis 25 % weniger Gesamtkosten für Behandlungen benötigten. Von allen Genotypen wurden relativ geringe Verluste in der 1. Laktation registriert. Das Abgangsgeschehen der ProCROSS-Kreuzungen war jedoch ab der 2. Laktation signifikant niedriger als bei den HO-Kühen. Ein signifikant höherer Anteil ProCROSS-Kühe erreichte eine Nutzungsdauer von mindestens 45 Monaten und damit eine längere Lebensdauer, die jedoch nicht statistisch gesichert werden konnte. Aufgrund ihrer längeren Lebensdauer hatten die 3-Rassen-Kreuzungen eine höhere Lebensleistung hinsichtlich der Fett- und Proteinproduktion, obwohl die HO in der Milchmenge der ersten drei Laktationen den Kreuzungen überlegen waren. (HAZEL LOESCHKE UND HEINS, 2019)

*Tabelle 16: Leistungsvergleich zwischen Holstein-Kühen und Kühen aus dem ProCROSS-Kreuzungsprogramm nach väterlicher Abstammung*

Parameter	HO	Differenz für ProCROSS	
		Vater MON	Vater VR
Anzahl Färsen	1.073	462	505
Erstkalbealter in Monaten	23,2	-0,3**	-0,5***
Anzahl Kühe	1.124	458	515
Trächtigkeitsdauer in Tagen	276	+4***	+3***
1. Trächtigkeit	278	+3***	+2***
2. / 3. Trächtigkeit			
Totgeburtenrate in %	9	4***	5**
1. Kalbung	3	1	0
2. / 3. Kalbung			
Erstbesamungserfolg in %	43	+9***	+8***
1. Laktation	35	o.a.	+12**
2. Laktation	35	+7	+13**
3. Laktation			
Anzahl Kühe	1.186	502	537
Gesamtgesundheitskosten in \$			
1. Laktation	43	-12***	-7*
2. Laktation	68	-21***	-20***
3. Laktation	92	-25***	-14***
Abgänge bis zur 1. Laktation, in %	13,3	-2	-3*
Anteil Kühe $\geq$ 45 Monate ND, in %	18,0	+15,3***	+6***
Anzahl Kühe	250	117	109
Lebensleistung Milchmenge in kg	31.819	+4.015	+2.963
Lebensdauer, in Tagen	850	+176**	+117

ND = Nutzungsdauer, HO = Holstein, MON = Montbéliarde, VR = Viking Red, o.a. = ohne Angabe, Signifikanz gegenüber HO mit \*  $p \leq 0,10$ ; \*\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*\*  $p \leq 0,01$ ,

QUELLE: NACH HAZEL LOESCHKE UND HEINS (2019); HAZEL LOESCHKE ET AL. (2021)

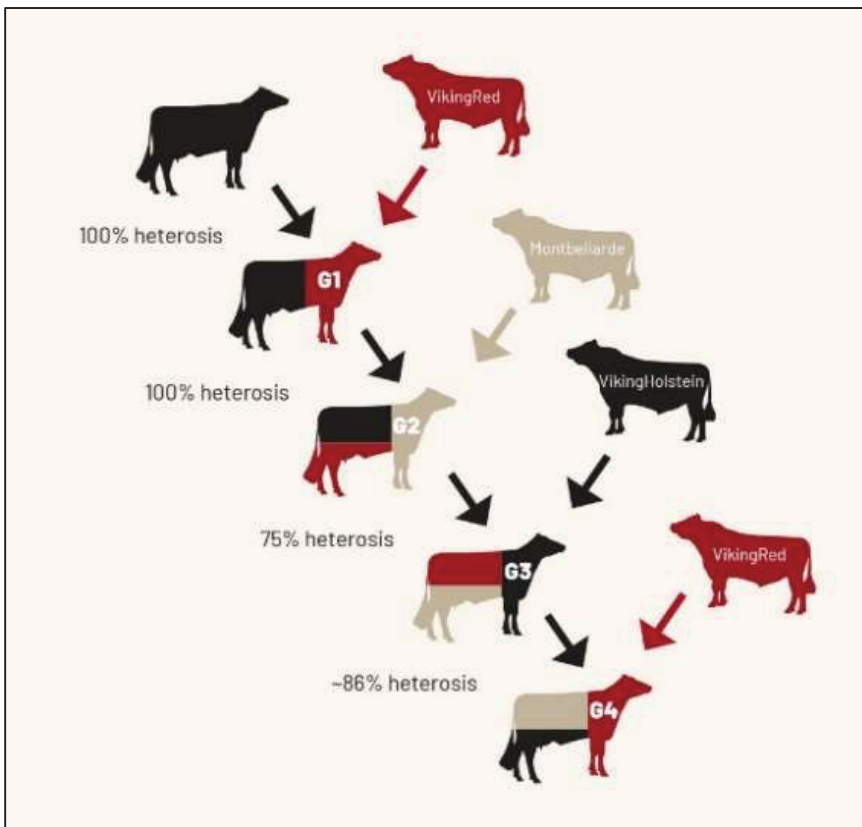


Abbildung 16: Kreuzungsschema des Zuchtprogramms ProCROSS mit Heterosiseffekten in den Generationen

QUELLE: VIKINGGENETICS (2021)



Abbildung 17: Vier Generationen ProCross-Kühe einer Herde der Universität Minnesota, Väter der Kühe (von links nach rechts): Montbéliarde (Micmac), Holstein (Clover), Viking Red (SRB, Peterslund), Montbéliarde (Urbaniste)

QUELLE: HAZEL LOESCHKE UND HEINS (2019)

## 3 Material und Methoden

Die Untersuchungen zu Leistungen und Gesundheit von Kreuzungen mit Deutschen Holsteins wurden in Zusammenarbeit mit vier landwirtschaftlichen Unternehmen in Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg durchgeführt, die Betriebe A, B und C mit konventioneller und Betrieb D mit ökologischer Wirtschaftsweise.

### 3.1 Untersuchungsgegenstand

Alle Kreuzungen wurden in erster Generation mit Kühen der Rasse Deutsche Holsteins durchgeführt. Bei der Angabe des Genotyps der Kreuzungen und der Kreuzungsschemata werden jeweils die Väter zuerst benannt.

In Tabelle A1 sind Tierbestände zum Ende des Jahres 2020 (Betriebe A, B, D) bzw. 2015 (Betrieb C) sowie die Anteile der Kreuzungen in den Herden aller untersuchten Jahrgänge ausgewiesen. Die größte Herde stand im Betrieb D mit 613 weiblichen Rindern ab 6 Lebensmonate, gefolgt von Betrieb C (626) sowie B (340) und A (298). Der durchschnittliche Anteil Kreuzungen machte 11 % (A und B), 18 % (C) sowie 41 % (D) des weiblichen Rinderbestandes aus.

Im Untersuchungszeitraum standen bei den Milchleistungsprüfungen (MLP) in den Betrieben A und C etwa 2/3 aller geprüften Kühe in der 1. und 2. Laktation (65,8 % und 69,4 %, Tabelle A2), in den Betrieben B und D waren es etwa die Hälfte der MLP-Kühe (47,7 und 52,8 %). Kühe mit mehr als 3 Laktationen wurden zu 15,9 % (Betrieb A) und 14,2 % (Betrieb C) in den MLP ausgewertet, in Betrieb B waren es 34,2 % und in Betrieb D 29,8 %.

### 3.2 Datenerfassung, -bearbeitung, -auswertung und Darstellung der Ergebnisse

Abstammungen und Leistungsdaten (Gesundheit, Fruchtbarkeit, Milchleistungen) wurden mit den Managementprogrammen Herde und HerdePlus der dsp-Agrosoft GmbH unter Bereitstellung der Datenbanken der vier Untersuchungsbetriebe erhoben.

Die Kreuzungen erfolgten mit Kühen der Rasse Deutsche Holsteins (DH) und einer weiteren Rasse als 2-Rassen-Kreuzung (F1) oder Rückkreuzungen (F2, F3). 3-Rassen-Kreuzungen wurden als Kombinations- oder Rückkreuzung durchgeführt (F2, F3, F4, Tabelle A3). In den Betrieben kamen die Rassen Monbéliarde (MON, Betriebe A, B), Jersey (JER, Betriebe C, D), Braunvieh (BV, Betriebe A, C, D) und Schwedische Rotbunte (SRB, Betriebe A, B, C, D) als Kreuzungspartner zum Einsatz. Der Genotyp MON50SRB25 (MON x (SRB x DH)) wird unter der Bezeichnung ProCROSS (PRCR) gesondert untersucht, weil diese Genkombination vom Zuchtverband CRV international beworben wird. Wegen der hohen Diversität werden alle anderen Varianten der Genotypen mit Anteilen von DH und 2 weiteren Rassen zusammengefasst und unter der Bezeichnung „3-Rassen-Kreuzung“ bzw. „3-Rassen“ betrachtet. Deren Genanteile sind in der Tabelle A3 aufgeführt.

Eine Gruppierung der Genotypen erfolgt nach der angepaarten Rasse, die nach den DH den größten Anteil ausmacht. Die in Tabelle A3 aufgeführten Kreuzungen werden mit den Deutsche Holsteins im Genotypenvergleich der gesamten Stichprobe verglichen. Minima und Maxima der Geburtsjahre sowie die Anzahl der ausgewerteten Genotypen in den Betrieben sind in den Tabellen A4 und A5 aufgelistet.

In die Auswertung wurden nur weibliche Tiere einbezogen, die mit reinrassigen Bullen angepaart wurden. Zuchtwerte ausgewählter Vererber (synonym: Bullen, Väter) mit einer hohen Anzahl 50 %er Töchter in der Gesamtstichprobe sind, soweit vorhanden, in Tabelle A6 aufgelistet. Diese und weitere Bullen kamen auch in den Ahnen-Generationen zum Einsatz. Die vollständigen Pedigrees der reinrassigen DH und der Kreuzungen liegen bis zur 5. Generation vor, werden jedoch wegen des großen Umfangs an Daten nicht ausgewiesen.

In Tabelle 17 sind die Parameter definiert, mit denen die Leistungen der Genotypen verglichen werden. Es wurden nur Daten von Parametern erfasst, von denen eine abgeschlossene Lebensleistung der Tiere in ausreichender Anzahl vorliegt (Tabellen A7, A8).



Die Eutergesundheit wurde anhand der Somatischen Zellzahlen der Geburtsjahrgänge 2005 bis 2017 (Betriebe A, B, C) und 2007 bis 2021 (Betrieb D) von allen Kühen erfasst, von denen in der Stichprobe mindestens 20 Datensätze aus der Milchleistungsprüfung vorlagen.

Leistungen bei sinkendem Genanteil einer Rasse durch Rückkreuzung mit DH werden am Beispiel MON, SRB und BV dargestellt, bei den SRB-Kreuzungen zusätzlich die F1-Rückkreuzung mit SRB (Tabellen A9 bis A11). Der Stichprobenumfang umfasst bei dem Vergleich der MON-Kreuzungen nur Daten aus Betrieb A, bei den BV-Kreuzungen nur aus Betrieb B und bei den SRB-Kreuzungen aus allen Betrieben.

Am Beispiel der Parameter Erstkalbealter und Lebenseffektivität wird untersucht, ob überwiegend die Rasse des Vaters die Leistungen der Töchter beeinflusst oder dessen Genetik bzw. der Zuchtwert, unabhängig von seiner Rasse. Dafür wurden Kreuzungen mit 50 % Genanteilen der Rassen MON, JER, BV und SRB sowie die in beiden Parametern der vorliegenden Untersuchungen jeweils besten 10 Bullen mit den leistungsstärksten Töchtern untereinander und vs. reinrassigen DH auf signifikante Differenzen getestet (Tabellen A12 bis A15).

Mit dem Programm Excel 2016 und 2019 MSO von Microsoft (Version 2207) wurden die Daten statistisch aufbereitet und in Diagrammen und Tabellen dargestellt.

Die Unterschiede in den Leistungsparametern zwischen den Deutschen Holsteins, die in allen Betrieben und Jahrgängen vertreten sind, und deren Kreuzungen wurden im Rahmen von gemischten linearen Modellen, auch hierarchische Modelle oder Mehrebenenmodelle genannt, untersucht. Dabei wurde der Jahrgang der Tiere als Kontrollvariable in die statistischen Modelle mit einbezogen. Im Unterschied zu linearen Regressionen oder Kovarianzanalysen wird in gemischten linearen Modellen berücksichtigt, dass zwischen den Leistungen der Tiere des gleichen Betriebes eine durch Fütterungs- und Haltungsbedingungen verursachte Abhängigkeit besteht. Diese zwei-Ebenen-Struktur (Betrieb: übergeordnete Ebene, Tier: untergeordnete Ebene) wird in den verwendeten Modellen berücksichtigt. Bei der Berechnung der gleichen Parameter mit unterschiedlichen Stichproben aus der Grundgesamtheit ergeben sich dadurch bei gleichem Genotyp unterschiedliche Tierzahlen und Werte.

Signifikanzen sind gekennzeichnet mit signifikant  $p < 0,05$ ; hochsignifikant  $p < 0,01$ ; höchstsignifikant  $p < 0,001$ .

**Tabelle 17: Abkürzungen und Definitionen der in der Auswertung verwendeten Parameter**

Parameter	Abk.	Definition
Lebenstage	LT	Tage von Geburt bis Abgang
Nutzungstage	NT	Tage von 1. Kalbung bis Abgang
Melktage	MT	Tage, die eine Kuh gemolken wird
<b>Fruchtbarkeit</b>		
Erstbesamungsalter	EBA	Alter zur 1. Belegung in Monaten
Erstkalbealter	EKA	Alter zur 1. Kalbung in Monaten
Zwischenkalbezeit	ZKZ	Intervall zwischen 2 Kalbungen in Tagen
<b>Gesundheit</b>		
Abgangsalter	ND	Intervall Geburt – Abgang in Monaten oder Jahren
Nutzungsdauer		Intervall 1. Kalbung bis Abgang in Jahren
Anzahl Laktationen		Anzahl begonnener Laktationen
Abgangsgründe		lt. ADR-Schlüssel
Melkbarkeit		schlechte Melkbarkeit
Klauen+Gliedermaßen		Erkrankungen des Bewegungsapparates
geringe Leistung		unzureichende Milchleistung
Unfruchtbarkeit		Nichtträchtigkeit trotz Belegung
Stoffwechselkrankheit		Störungen des Stoffwechsels
sonstiges		sonstige Gründe und Krankheiten
Somatischer Zellgehalt	SZ	Anzahl somatischer Zellen in Tsd. je ml Milch, Hinweis auf die Eutergesundheit
Klassen, in Tsd./ml		lt. Eutergesundheitsbericht (MLP)
≤ 100	< 100	eutergesund
> 100 und ≤ 200	100-200	Subklinische Mastitis
> 200 und ≤ 400	200-400	deutlicher Leistungsabfall
> 400	> 400	Gefährdung der Lieferfähigkeit der Milch
<b>Milchleistung</b>		
Milchmenge	MM	Gemolkene Milch, in kg
Laktationseffektivität	LaEff	kg MM je Melktag bzw. je Laktationstag
Nutzungseffektivität	NEff	kg MM je Nutzungstag
Lebenseffektivität	LEff	kg MM je Lebenstag

Abk. = Abkürzung, h = Stunden, p. n. = postnatal, lt. = laut, Tsd. = Tausend, MLP = Milchleistungsprüfung

QUELLEN: WANGLER UND HARMS (2009); STEENBECK (2016); ADR (2017); MSD (2018)

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Leistungen der Herden in den Untersuchungsbetrieben

Das Leistungsniveau der Herden wird in den Betrieben A, B und D anhand des Kalenderjahres 2020 dargestellt (Tabelle 18). Von Betrieb C liegen Daten von Januar bis Dezember des Jahres 2015 vor. Die größte Herde stand in Betrieb C mit 374 Milchkühen, gefolgt von Betrieb D mit 329 Kühen sowie B und A mit 236 bzw. 232 Milchkühen (Tabelle A1).

Das durchschnittliche Alter zur ersten Zuchtnutzung (Erstbesamungsalter, EBA) liegt bei den Herden der Betriebe A, B und C zwischen 15,0 und 15,7 Monaten, das Erstkalbealter (EKA) zwischen 25,1 und 25,4 Monaten. In Betrieb D werden die Färsen im Durchschnitt mit 19,0 Monaten das erste Mal belegt und kalben dementsprechend erst mit 27,6 Monaten im Mittel das erste Mal ab.

In der Zwischenkalbezeit (ZKZ) gibt es keine Unterschiede zwischen den Herden der Untersuchungsbetriebe (403 bis 410 Tage).

Hinsichtlich des Milchleistungsniveaus waren die Betriebe A und C mit 30.847 bis 33.258 kg Milchmenge (MM) Lebensleistung pro Kuh vergleichbar. Betrieb B erreicht in diesem Parameter mit 36.242 kg MM pro Kuh den höchsten Wert, Betrieb D mit 19.093 kg mit Abstand den niedrigsten. In der Effektivität der Milchleistung liegen die Betriebe A und C mit 17,2 und 16,9 kg MM je Lebenstag (LT), 30,3 und 28,3 kg MM je Nutzungstag (NT) sowie 33,3 und 33,0 kg MM je Melk- bzw. Laktationstag (MT) vor dem Betrieb B mit 16,0 kg MM je LT, 24,9 kg MM je NT und 28,8 kg MM je MT. Der Betrieb D schneidet in allen Parametern der Effektivität am schlechtesten ab (10,4 kg MM je LT, 19,2 kg MM je NT, 22,3 kg MM je MT).

Auch in der Nutzungsdauer (ND) werden mit 2,8 und 3,0 Jahren sowie 3,0 und 3,2 Laktationen ähnliche Durchschnittswerte der Betriebe A und C ausgewiesen. In Betrieb B werden die Kühe im Durchschnitt 4,9 Jahre und 3,8 Laktationen genutzt, in Betrieb D nur 2,5 Jahre und 2,8 Laktationen.

Analog zur ND lag der Mittelwert im Abgangsalter der Herde des Betriebes C im Jahr 2020 mit 6,2 deutlich über den Durchschnitten der Herden in den Betrieben A, B und D (A 4,7 Jahre, B 5,2 Jahre, D 4,8 Jahre).

Bei den Abgangsgründen fällt der hohe Anteil „sonstiger Gründe und Krankheiten“ in den Betrieben B und D mit 23 und 22 % sowie in Betrieb C mit 26 % auf, in Betrieb A wurden nur 4 % der Abgänge dieser Kategorie zugeordnet. Dagegen erfolgten 47 % der Merzungen des Betriebes A wegen „geringer Leistungen“ und 30 % wegen „schlechter Melkbarkeit“, diese Kategorien wurde in den drei anderen Betrieben zu 3, 8, 10 oder 28 % genannt. Unfruchtbarkeit war bei 4 % der Abgänge in Betrieb A der Grund der Merzung, in Betrieb B bei 15 % und in den Betrieben C und D bei 30 bzw. 23 %. Abgänge wegen „Stoffwechselerkrankungen“ machten in allen Betrieben 1 bis 6 % der Gründe aus.

Die Eutergesundheit wird anhand der Anzahl Somatischer Zellen (SZ) je ml Milch untersucht, die im Eutergesundheitsbericht der Milchleistungsprüfung (MLP) ausgewiesen wird. Im Jahresmittel sind es in den Betrieben A und D 277,1 bzw. 273,5 Tsd. SZ je ml Milch. Diese Herden erreichten mit 47,8 bzw. 48,9 % der Herde den höchsten Anteil eutergesunder Kühe, d.h. mit durchschnittlich < 100 Tsd. SZ je ml Milch. Die Lieferfähigkeit der Milch war im Mittel bei 15,0 bzw. 14,0 % der Kühe gefährdet (> 400 Tsd. SZ je ml Milch). In den Betrieben B und C wurden durchschnittlich 362,6 bzw. 319,4 Tsd. SZ je ml Milch ermittelt, 39,8 bzw. 37,0 % der geprüften Kühe waren eutergesund, 22,8 bzw. 18,7 % hatten > 400 Tsd. SZ je ml Milch.

**Tabelle 18: Mittlere Milch-, Fruchtbarkeits- und Gesundheitsparameter der Herden in den Untersuchungsbetrieben im letzten vollständig auswertbaren Jahr (Januar bis Dezember)**

Parameter	Betrieb Jahr	A 2020 (n = 232)	B 2020 (n = 236)	C 2015 (n = 374)	D 2020 (n = 329)
<b>Fruchtbarkeitsleistungen</b>					
Erstbesamungsalter, Monate		15,3	15,0	15,7	19,0
Erstkalbealter, Monate		25,1	25,3	25,4	27,4
Zwischenkalbezeit, Tage		403	406	405	410
<b>Milchleistung</b>					
Lebensleistung, kg MM		30.847	36.242	33.258	19.093
Lebenseffektivität, kg MM je LT		17,2	16,0	16,9	10,4
Nutzungseffektivität, kg MM je NT		30,3	24,9	28,3	19,2
Laktationseffektivität, kg MM je MT		33,3	28,8	33,0	22,3
<b>Gesundheit</b>					
Abgangsalter, Jahre		4,7	6,2	5,2	4,8
Nutzungsdauer, Jahre		2,8	4,9	3,0	2,5
Anzahl Laktationen		3,0	3,8	3,2	2,8
Anteil Abgänge nach Abgangsgrund, %					
Alter		1	10	-	-
geringe Leistung		47	-	8	28
Unfruchtbarkeit		4	15	30	23
Eutererkrankungen		-	18	15	22
Melkbarkeit		30	10	-	3
Klauen und Gliedmaßen		10	8	16	2
sonstige Gründe und Krankheiten		4	23	26	22
Stoffwechselerkrankungen		2	3	6	1
Somatische Zellen, Tsd. je ml Milch		277,1	362,6	319,4	273,5
Anteil, % < 100 Tsd.		47,8	39,8	37,0	48,9
Anteil, % > 400 Tsd.		15,0	22,8	18,7	14,0

LT = Lebenstag, NT = Nutzungstag, MT = Melktag, MM = Milchmenge

## 4.2 Leistungsvergleich Deutsche Holsteins (DH) vs. Kreuzungen mit 50 %- DH-Genanteilen

Kreuzungen mit 50 %-MON-Genanteilen werden früher zur Zucht zugelassen als DH und ihre Kreuzungen mit JER, BV und SRB, dementsprechend sind sowohl das mittlere Erstbesamungsalter (EBA) als auch das mittlere Erstkalbealter (EKA) niedriger, jedoch wegen der großen Streuung der Daten nicht signifikant (Abbildung 18, Tabelle 19; Tabelle A7). 15,1 bzw. 25,8 Monate stehen 16,4 und 16,5 bzw. 26,1; 26,2 und 26,3 Monaten der BV50, SRB50 und DH gegenüber. Die höchsten Mittelwerte in EBA und EKA werden für die JER50 mit 18,1 bzw. 28,8 Monaten im Mittel angegeben, absolute Maximalwerte jedoch für die DH mit 36,4 bzw. 43,8 Monaten.

Die höchsten mittleren Zwischenkalbezeiten (ZKZ) werden mit 418,3 Tagen für die DH ausgewiesen, gefolgt von JER50 (375,4 Tage), MON50 (381,8 Tage) sowie BV50 und SRB50 (395,9 und 392,3 Tage). Auch die ZKZ ist ein Parameter mit einer hohen Streuung innerhalb der Genotypen. Dennoch sind die Differenzen zwischen den DH vs. JER50, BV50 und SRB50 signifikant, die Differenz zwischen MON50 und DH nähert sich der Signifikanzgrenze.

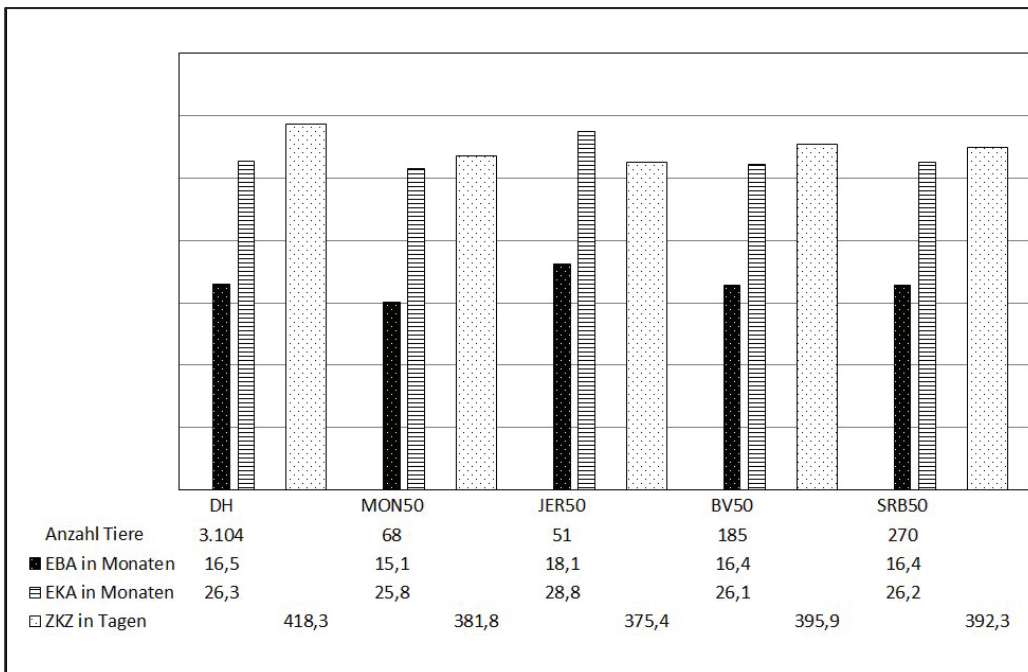


Abbildung 18: Fruchtbarkeitsleistungen der Deutschen Holsteins (DH) vs. MON50, JER50, BV50 und SRB50

MON = Montbéliarde, JER = Jersey, BV = Braunvieh, SRB = Schwedische Rotbunte, EBA = Erstbesamungsalter, EKA = Erstkalbealter, ZKZ = Zwischenkalbezeit

Tabelle 19: Signifikanz der Fruchtbarkeitsleistungen der Deutschen Holsteins (DH) vs. MON50 vs. JER50 vs. BV50 vs. SRB50

Genotyp	Signifikanz bei $p < 0,05$			
	DH	JER50	BV50	SRB50
Erstbesamungsalter in Monaten				
MON50	0,101	0,338	0,743	0,556
JER50	0,591		0,412	0,523
BV50	0,690			0,792
SRB50	0,879			
Erstkalbealter in Monaten				
MON50	0,978	0,372	0,778	0,931
JER50	0,290		0,199	0,798
BV50	0,697			0,250
SRB50	0,883			
Zwischenkalbezeit in Tagen				
MON50	0,051	0,379	0,929	0,708
JER50	0,002		0,318	0,679
BV50	0,001			0,438
SRB50	0,000			

DH = Deutsche Holsteins, MON = Montbéliarde, BV = Braunvieh, SRB = Schwedische Rotbunte, Zahlen im Genotyp geben den Genanteil in % an

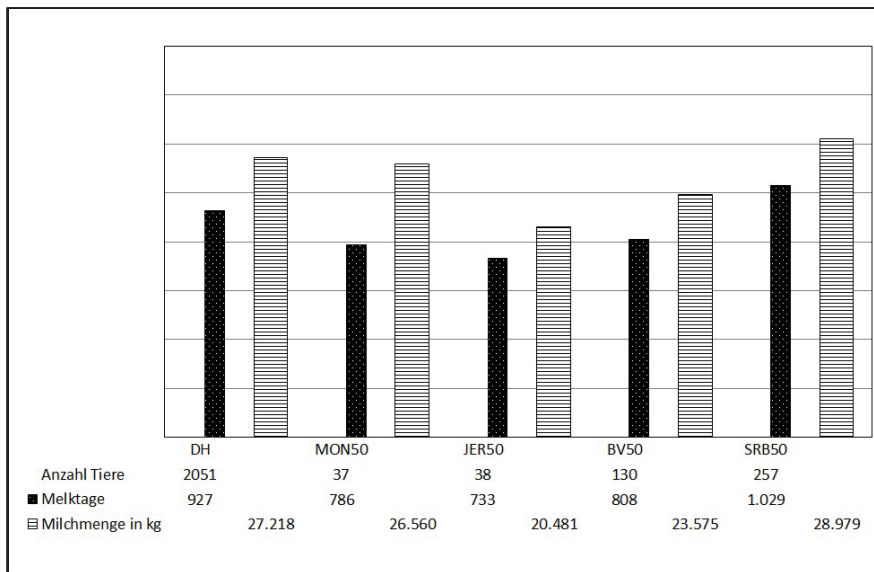


Abbildung 19: Milchleistungen der Deutschen Holsteins (DH) vs. MON50, JER50, BV50 und SRB50

MON = Montbéliarde, JER = Jersey, BV = Braunvieh, SRB = Schwedische Rotbunte

Tabelle 20: Signifikanz der Milchleistungen der Deutschen Holsteins (DH) vs. MON50 vs. JER50 vs. BV50 vs. SRB50

Genotyp	Signifikanz bei $p < 0,05$			
	DH	JER50	BV50	SRB50
Anzahl Melktage				
MON50	0,653	0,962	0,975	0,500
JER50	0,611		0,978	0,403
BV50	0,538			0,490
SRB50	0,718			
Milchmenge (MM) in kg				
MON50	0,818	0,878	0,752	0,755
JER50	0,665		0,881	0,429
BV50	0,446			0,633
SRB50	0,891			

DH = Deutsche Holsteins, MON = Montbéliarde, BV = Braunvieh, SRB = Schwedische Rotbunte, Zahlen im Genotyp geben den Genanteil in % an

Die höchsten durchschnittlichen Lebensleistungen erzielen die Kreuzungen mit 50 % SRB-Genanteilen (SRB50) mit 28.979 kg Milchmenge (MM) in 1.029 Melktagen (MT), mehr als 100.000 l MM erreichen jedoch nur einzelne Kühe der Rasse DH (Abbildung 19, Tabelle A7). Mit 27.218 kg MM und 927 MT im Durchschnitt folgen die reinrassigen DH in der Lebensleistung, MON50 liegen mit 26.560 kg MM und 786 MT auf dem 3. Platz. BV50 geben im Durchschnitt 23.575 kg MM, werden aber mit 808 MT im Mittel länger gemolken als MON50 und JER50. Die geringste mittlere MM (20.481 kg) wird von den JER50 in 733 MT gemolken, dies ist auch der niedrigste Mittelwert der MT. Die Differenzen sind nicht signifikant (Tabelle 20).

Die Effektivität der Milchleistung wird mit den Parametern Laktationseffektivität (LaEff) in kg MM je MT, Nutzungseffektivität (NEff) in kg MM je Nutzungstag (NT) und Lebensleistungseffektivität (LEff) in kg MM je Lebenstag (LT) dargestellt (Abbildung 20, Tabelle 21, Tabelle A7).

In der Effektivität der Milchleistung schneiden die MON50-Kreuzungen in allen drei Parametern am besten ab, jedoch nicht signifikant (30,8 kg MM je MT; 27,3 kg MM je NT; 13,4 kg MM je LT). Auf dem 2. Platz folgen DH (28,1 kg MM je MT; 24,7 kg MM je NT; 12,9 kg MM je LT). JER50 und SRB50 liegen in LaEff und NEff auf gleichem Niveau (27,4 und 27,0 kg MM je MT; 23,3 und 23,7 kg MM je NT), BV50 ca. 1 kg MM je MT und NT darunter (26,0 kg MM je MT; 22,4 kg MM je NT),

die geringe LaEff ist vs. DH signifikant mit  $p < 0,05$ . In der LEff gleichen die BV50- und SRB50-Kreuzungen den DH (12,1 und 12,5 kg MM je LT), hier schneiden die JER50-Kreuzungen mit 10,6 kg MM je LT am schlechtesten ab.

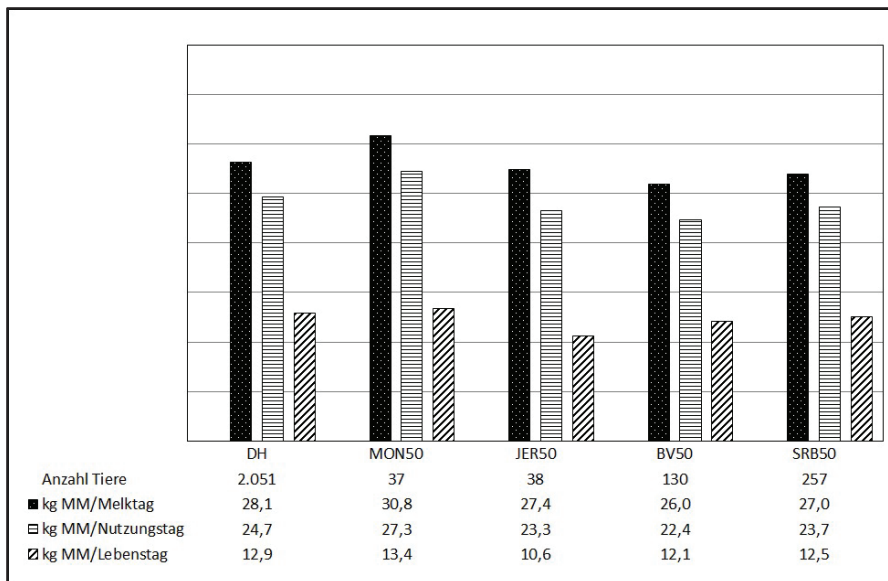


Abbildung 20: Effektivität der Milchleistung der Deutschen Holsteins (DH) vs. MON50, JER50, BV50 und SRB50

MON = Montbéliarde, JER = Jersey, BV = Braunvieh, SRB = Schwedische Rotbunte, MM = Milchmenge

Tabelle 21: Signifikanz Effektivität der Milchleistungen der Deutschen Holsteins (DH) vs. MON50 vs. JER50 vs. BV50 vs. SRB50

Genotyp	Signifikanz bei $p < 0,05$			
	DH	JER50	BV50	SRB50
Laktationseffektivität in kg MM je Melktag				
MON50	0,752	0,717	0,125	0,363
JER50	0,419		0,218	0,252
BV50	0,022			0,663
SRB50	0,106			
Nutzungseffektivität in kg MM je Nutzungstag				
MON50	0,932	0,142	0,254	0,223
JER50	0,067		0,442	0,940
BV50	0,135			0,433
SRB50	0,136			
Lebenseffektivität in kg MM je Lebenstag				
MON50	0,719	0,948	0,792	0,993
JER50	0,658		0,837	0,706
BV50	0,385			0,929
SRB50	0,596			

DH = Deutsche Holsteins, MON = Montbéliarde, BV = Braunvieh, SRB = Schwedische Rotbunte, Zahlen im Genotyp geben den Genanteil in % an

Von 73,0 bis 80,6 % der untersuchten Tiere wurde eine 1. Kalbung erfasst, somit sind 19,4 bis 27,0 % der untersuchten Färsen abgegangen (Tabelle 22). Eine Ausnahme bilden die JER50-Kreuzungen, hier waren es nur 5,3 % Abgänge bis zum EKA.

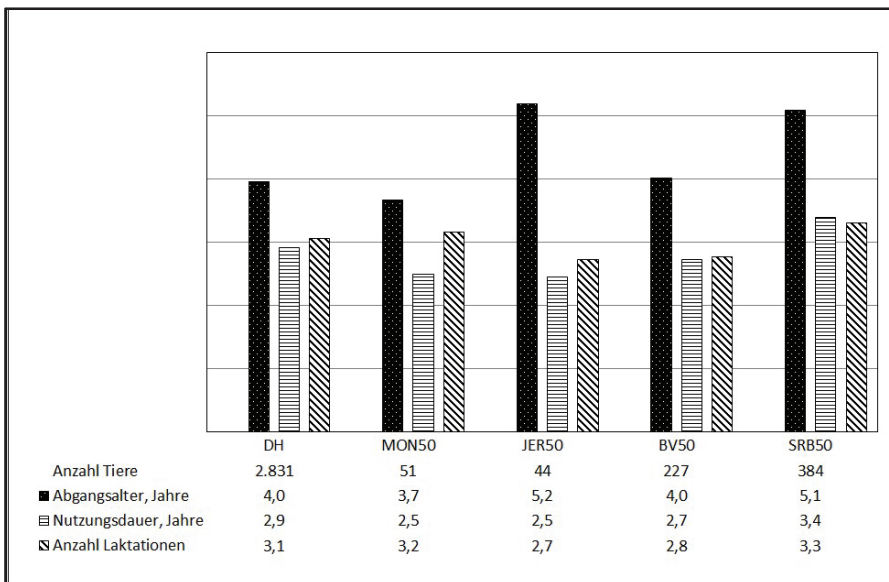
**Tabelle 22: Anteil Abgänge bis zur 1. Kalbung**

Genotyp	Anzahl Tiere gesamt	Anzahl Tiere zum EKA	Anteil Tiere mit 1. Kalbung in %
DH	3.782	2.917	77,1
MON50	74	54	73,0
JER50	57	54	94,7
BV50	260	206	79,2
SRB50	434	350	80,6

DH = Deutsche Holsteins, MON = Montbéliarde, BV = Braunvieh, SRB = Schwedische Rotbunte, Zahlen im Genotyp geben den Genanteil in % an, n = Anzahl Tiere

Die Kühe mit der längsten Lebensdauer wurden in dieser Auswertung von der Rasse DH mit 13,5 Jahren erfasst (Tabelle A7), im Durchschnitt erreichen jedoch die JER50- und SRB50-Kreuzungskühe das höchste Alter beim Abgang aus den Herden (5,2 und 5,1 Jahre, Abbildung 21, Tabelle A7). DH und BV50 folgen mit 4,0 Jahren und MON50 mit 3,7 Jahren im Mittel.

Durch die späte Zuchtnutzung sinken Nutzungsdauer (ND) und Anzahl begonnener Laktationen bei den JER50 (2,5 Jahre ND, 2,7 Laktationen) auf das Niveau der BV50 (2,7 Jahre ND, 2,8 Laktationen). In der ND und der Anzahl Laktationen schneiden die SRB50-Kreuzungen (3,4 Jahre ND, 3,3 Laktationen) vor DH (2,9 Jahre ND, 3,1 Laktationen), BV50 (2,7 Jahre ND, 2,8 Laktationen) und MON50 (2,5 Jahre ND, 3,2 Laktationen) am besten ab. Die Differenzen zwischen Parametern des Alters und der Nutzung sind nicht signifikant (Tabelle 23).



**Abbildung 21: Alter und Nutzungsdauer bei Abgang sowie Anzahl Laktationen der Deutschen Holsteins (DH) vs. MON50, SRB50, BV50 und JER50**

MON = Montbéliarde, SRB = Schwedische Rotbunte, BV = Braunvieh, JER = Jersey



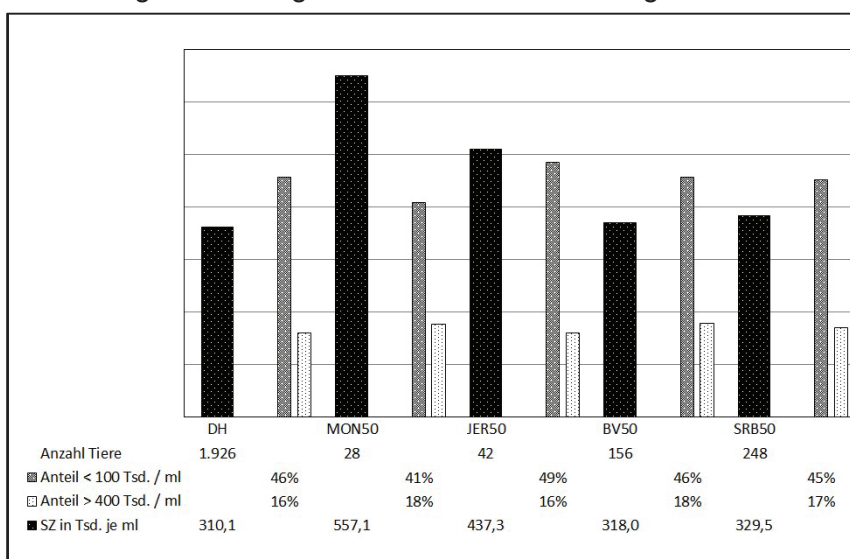
**Tabelle 23: Signifikanz der Parameter Alter und Nutzungsdauer bei Abgang sowie Anzahl Laktationen der Deutschen Holsteins (DH) vs. MON50 vs. JER50 vs. BV50 vs. SRB50**

Genotyp	Signifikanz bei $p < 0,05$			
	DH	JER50	BV50	SRB50
<b>Abgangsalter in Jahren</b>				
MON50	0,997	0,135	0,562	0,241
JER50	0,052		0,173	0,509
BV50	0,396			0,423
SRB50	0,118			
<b>Nutzungsdauer in Jahren</b>				
MON50	0,745	0,761	0,998	0,506
JER50	0,450		0,696	0,431
BV50	0,679			0,298
SRB50	0,612			
<b>Anzahl begonnene Laktationen</b>				
MON50	0,574	0,662	0,344	0,642
JER50	0,979		0,618	0,465
BV50	0,481			0,921

DH = Deutsche Holsteins, MON = Montbéliarde, BV = Braunvieh, SRB = Schwedische Rotbunte, Zahlen im Genotyp geben den Genanteil in % an

Um die Gesundheit von DH und ihren Kreuzungen zu vergleichen, werden die Gehalte an Soma-tischen Zellen (SZ) hinsichtlich der durchschnittlichen Summe in Tsd. je ml Milch sowie die Anteile an den Klassen „eutergesund“ bzw.  $< 100$  Tsd. SZ je ml Milch und „Gefährdung der Lieferfähigkeit der Milch“ bzw.  $> 400$  Tsd. SZ je ml Milch aus den Milchleistungsprüfungen (MLP) untersucht (Abbildung 22, Tabelle 24, Tabelle A7). Im Mittel liegen DH, BV50 und SRB50 auf gleichem Niveau (310,1 bis 329,5 Tsd. SZ je ml Milch), für JER50 wurden über 100 Tsd. SZ mehr im Durchschnitt ermittelt, für die MON50-Kühe der höchste Mittelwert von 557,1 Tsd. SZ je ml Milch.

Bei den Anteilen an den Klassen werden die besten Werte von JER50 erreicht, von diesen Kreuzungen sind im Durchschnitt 49 % der Kühe eutergesund, von durchschnittlich 16 % ist die Lieferfähigkeit der Milch gefährdet ( $> 400$  Tsd. SZ je ml Milch). DH, BV50 und SRB50 liegen auf ähnlichem Niveau, am schlechtesten schneiden auch hier die MON50-Kreuzungen in der Eutergesundheit ab. Signifikanzen gibt es in dieser Auswertung nicht.



**Abbildung 22: Gehalt an Soma-tischen Zellen je ml Milch der Deutschen Holsteins (DH) vs. MON50, JER50, BV50 und SRB50**

MON = Montbéliarde, JER = Jersey, BV = Braunvieh, SRB = Schwedische Rotbunte, Tsd. = Tausend

**Tabelle 24: Signifikanz des Gehaltes an Somatischen Zellen je ml Milch der Deutschen Holsteins (DH) vs. MON50 vs. JER50 vs. BV50 vs. SRB50**

Genotyp	Signifikanz bei $p < 0,05$			
	DH	JER50	BV50	SRB50
Gehalt an somatischen Zellen, Summe in Tausend je ml Milch				
MON50	0,201	0,680	0,206	0,268
JER50	0,860		0,354	0,757
BV50	0,860			0,506
SRB50	0,861			
Gehalt an somatischen Zellen, Anteil < 100 Tausend je ml Milch				
MON50	0,096	0,576	0,147	0,280
JER50	0,246		0,278	0,440
BV50	0,986			0,660
SRB50	0,330			
Gehalt an somatischen Zellen, Anteil > 400 Tausend je ml Milch				
MON50	0,612	0,236	0,696	0,770
JER50	0,057		0,087	0,882
BV50	0,918			0,093
SRB50	0,775			

DH = Deutsche Holsteins, MON = Montbéliarde, BV = Braunvieh, SRB = Schwedische Rotbunte, Zahlen im Genotyp geben den Genanteil in % an

Von 3.500 Tieren sind in den Betrieben die Abgangsgründe benannt worden, davon gehören 693 zu den 2-Rassenkreuzungen und 2.807 sind DH (Tabelle 25). Von bis zu etwa einem Drittel der gesamten Stichprobe sind dies „sonstige Abgangsgründe“ (DH: 32,0 %; MON50: 17,6 %; JER50: 20,5 %; BV50: 32,3 %; SRB50: 37,9 %), die hier nicht in die Auswertung hinsichtlich des Genotyps einbezogen werden. In den Betrieben wurden für alle Tiere zwischen 15,0 bis 44,4 % „sonstige Gründe“ angegeben.

Bei DH werden geringe Leistungen (17,3 %) und Unfruchtbarkeit (17,2 %) als häufigste Abgangsursachen angegeben, an dritter Stelle folgt die ungenügende Melkbarkeit (11,1 %). Euterkrankheiten (7,9 %) rangieren erst an 5. Stelle nach den Erkrankungen der Klauen und Gliedmaßen (8,6 %). MON50 gehen zu 39,2 % wegen schlechter Melkbarkeit ab, mit 17,6 % folgen Abgänge wegen geringer Leistungen. Hohes Alter, Unfruchtbarkeit und Erkrankungen der Bewegungsorgane folgen mit je 7,8 %. Die häufigsten Abgangsgründe sind bei BV50 Unfruchtbarkeit und Eutererkrankungen (17,7 und 15,9 %), gefolgt von geringen Leistungen (14,2 %). Unfruchtbarkeit und geringe Leistungen sind die am häufigsten genannten Abgangsgründe der JER50, bei SRB50 geringe Leistungen, Eutererkrankungen und Unfruchtbarkeit, jeweils in der genannten Reihenfolge. Wegen Stoffwechselerkrankungen gehen bei fast allen Genotypen 2,8 bis 4,5 % ab, bei den MON50 wurde dieser Grund nicht vermerkt. Wegen Melkbarkeit und aus Altersgründen wurden keine JER50-Kühe gemerzt. Aus Altersgründen gehen von DH, BV50 und SRB50 nur 0,4 bis 3,1 % ab, bei MON50 sind es 7,8 %.

Tabelle 25: Abgangsgründe der Deutschen Holsteins (DH) vs. MON50 vs. JER50 vs. BV50 vs. SRB50

Genotyp	n	Anteil Abgänge nach Abgangsgründen							
Betrieb		Alter	Euterkrankheiten	geringe Leistung	Klauen und Gliedmaßen	Melkbarkeit	Stoffwechsel	Unfruchtbarkeit	sonstige
DH A, B, C, D	2.807	3,1%	7,9%	17,3%	8,6%	11,1%	2,8%	17,2%	32,0%
MON50 A, B	51	7,8%	2,0%	17,6%	7,8%	39,2%	0,0%	7,8%	17,6%
JER50 C, D	44	0,0%	18,2%	25,0%	2,3%	0,0%	4,5%	29,5%	20,5%
BV50 A, C, D	226	0,4%	15,9%	14,2%	10,6%	4,9%	4,0%	17,7%	32,3%
SRB50 A, B, C, D	372	1,9%	13,2%	16,9%	8,3%	6,2%	3,2%	12,4%	37,9%

DH = Deutsche Holsteins, MON = Montbéliarde, BV = Braunvieh, SRB = Schwedische Rotbunte, Zahlen im Genotyp geben den Genanteil in % an, n = Anzahl abgegangene Tiere

### 4.3 Leistungsvergleich Deutsche Holsteins (DH) vs. Kreuzungen unterschiedlicher Genotypen

Im Folgenden werden DH mit „Allen Kreuzungen“, Kreuzungen mit > 75 % DH-Genanteilen (DH > 75), dem ProCROSS-Genotyp (PRCR, MON x (SRB x DH)) sowie Kreuzungen aus DH und 2 weiteren Rassen mit unterschiedlichen Genanteilen (3-Rassen-Kreuzungen, 3-Rassen) verglichen (Tabellen A3, A4).

Die durchschnittlichen EBA und EKA aller hier untersuchten Genotypen sind mit 15,6 bis 17,1 und 25,6 bis 26,9 Monaten recht hoch (Abbildung 23, Tabelle 26, Tabelle A7). DH-Färsen werden mit 16,5 Monaten im Durchschnitt zur Zucht zugelassen und kalben mit durchschnittlich 26,3 Monaten und damit etwas früher als Kreuzungen mit > 75 %-DH-Genanteil (26,9 Monate) und etwas später als „Alle Kreuzungen“ (26,1 Monate). Obwohl die Differenzen im EKA relativ gering sind, sind sie mit  $p < 0,001$  hoch signifikant. In der ZKZ wurden größere Differenzen der Mittelwerte berechnet. Die 418,3 Tage ZKZ der DH sind signifikant vs. Allen Kreuzungen (389,8 Tage,  $p < 0,05$ ) und den 3-Rassen-Kreuzungen (387,0 Tage,  $p < 0,001$ ). Die niedrigste mittlere ZKZ wird für die PRCR-Kreuzungen mit 371,8 Tagen ausgewiesen.

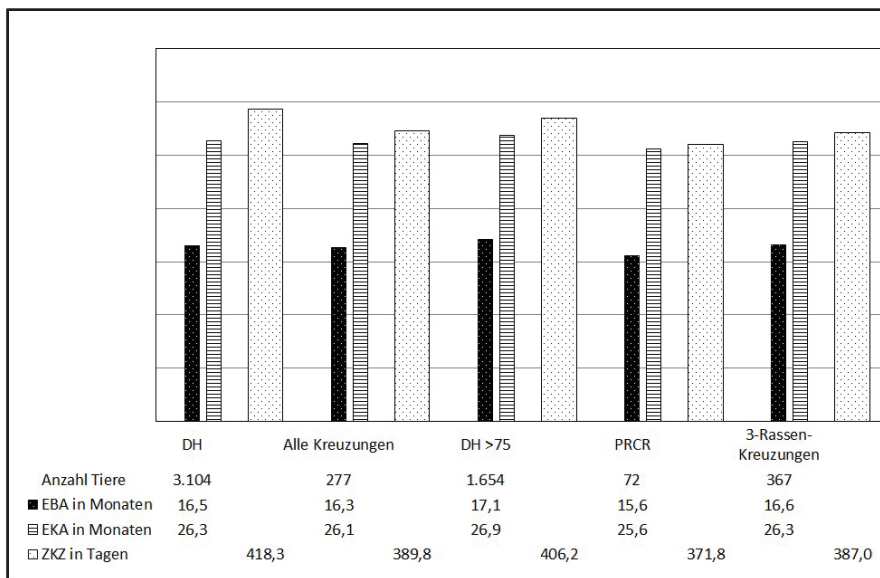


Abbildung 23: Fruchtbarkeitsleistungen der Deutschen Holsteins (DH) vs. „Alle Kreuzungen“, DH > 75, ProCROSS (PRCR) und 3-Rassen-Kreuzungen

EBA = Erstbesamungsalter, EKA = Erstkalbealter, ZKZ = Zwischenkalbezeit

Tabelle 26: Signifikanz der Fruchtbarkeitsleistungen der Deutschen Holsteins (DH) vs. „Alle Kreuzungen“, DH > 75, ProCROSS und 3-Rassen-Kreuzungen

Parameter	Signifikanz DH vs. bei $p < 0,05$			
	Alle Kreuzungen	DH > 75%	ProCROSS	3-Rassen
EBA in Tagen	0,113	0,436	0,381	0,840
EKA in Monaten	0,001	0,001	0,400	0,727
ZKZ in Tagen	0,049	0,558	0,122	0,000

EBA = Erstbesamungsalter, EKA = Erstkalbealter, ZKZ = Zwischenkalbezeit, DH = Deutsche Holsteins

Im Vergleich der Lebensmilchleistungen werden die höchsten Mittelwerte für die reinrassigen DH ausgewiesen (927 MT, 27.218 kg MM), gegenüber DH > 75 ist die Anzahl der MT signifikant höher, gegenüber den 3-Rassen-Kreuzungen die Milchmenge (Abbildung 24, Tabelle 27, Tabelle A7). DH > 75 liegt mit 534 MT und 13.266. kg MM deutlich unter den Vergleichsgenotypen. PRCR erreichten ähnlich hohe mittlere MT wie die anderen 3-Rassen-Kreuzungen (761 vs. 722 MT), erbrachten jedoch höhere Lebensleistungen hinsichtlich der MM (23.668 vs. 19.354 kg).

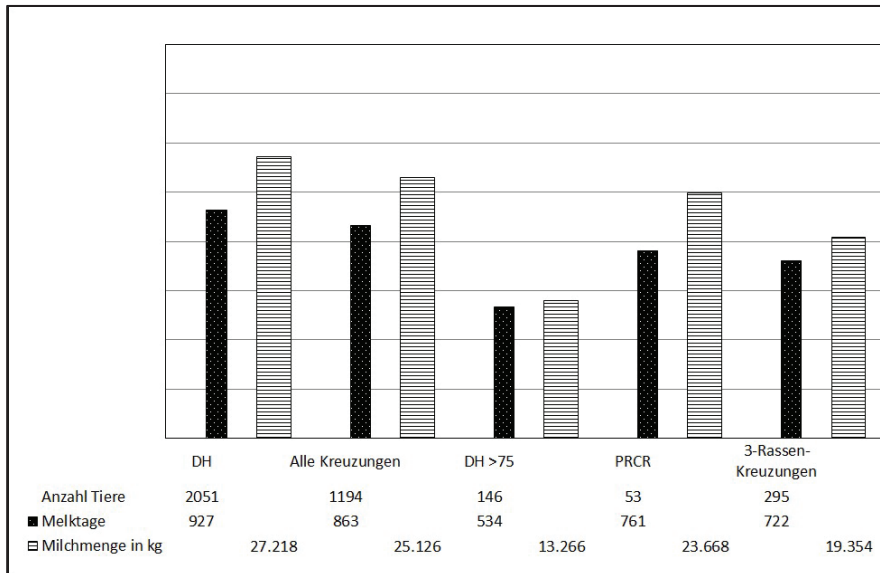


Abbildung 24: Milchleistungen der Deutschen Holsteins (DH) vs. „Alle Kreuzungen“, DH > 75, ProCROSS (PRCR) und 3-Rassen-Kreuzungen

Tabelle 27: Signifikanz der Milchleistungen der Deutschen Holsteins (DH) vs. „Alle Kreuzungen“, DH > 75, ProCROSS und 3-Rassen-Kreuzungen

Parameter	Signifikanz DH vs. bei $p < 0,05$			
	Alle Kreuzungen	DH > 75%	ProCROSS	3-Rassen
Melktage	0,885	0,035	0,749	0,195
Milchmenge in kg	0,772	0,191	0,432	0,009

DH = Deutsche Holsteins

In der Effektivität der Milchleistung liegen die DH signifikant vor den 3-Rassen-Kreuzungen ( $p < 0,05$ , Abbildung 25, Tabelle 28, Tabelle A7). In LaEff und LEff sind die DH mit dem Genotyp PRCR auf gleichem Niveau (28,1 vs. 28,4 kg MM je MT, 12,9 vs. 12,1 kg MM je LT). In der NEff ist der Genotyp PRCR den DH signifikant überlegen (25,2 vs. 24,7 kg MM je NT,  $p < 0,001$ ). Am schlechtesten schneiden in allen Werten die DH > 75 ab.

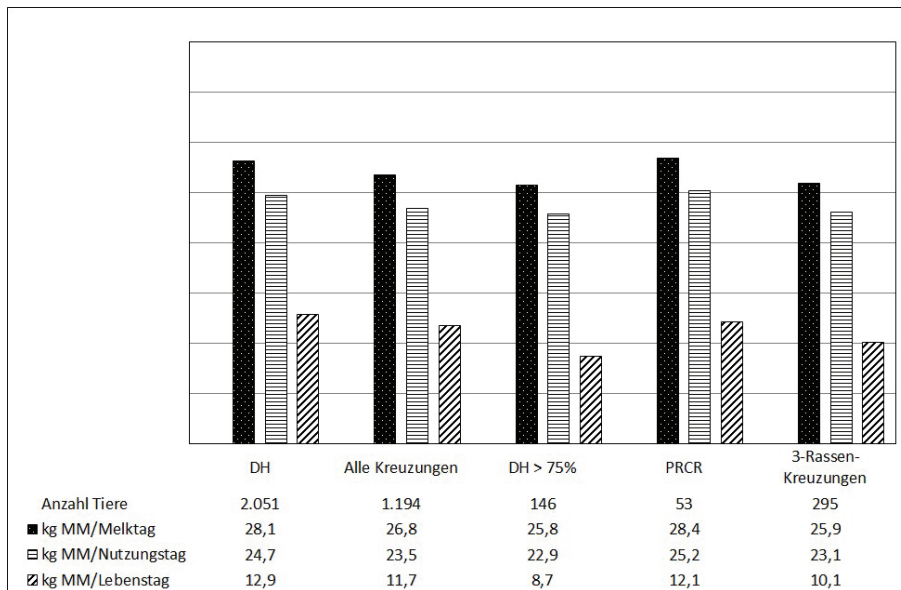


Abbildung 25: Effektivität der Milchleistungen der Deutschen Holsteins (DH) vs. „Alle Kreuzungen“, DH > 75, ProCROSS (PRCR) und 3-Rassen-Kreuzungen

MM = Milchmenge

Tabelle 28: Signifikanz der Effektivität der Milchleistungen der Deutschen Holsteins (DH) vs. „Alle Kreuzungen“, DH > 75, ProCROSS und 3-Rassen-Kreuzungen

Parameter	Signifikanz DH vs. bei $p < 0,05$			
	Alle Kreuzungen	DH > 75%	ProCROSS	3-Rassen
MM je Melktag	0,000	0,001	0,096	0,000
MM je Nutzungstag	0,069	0,000	0,000	0,042
MM je Lebenstag	0,175	0,001	0,199	0,000

MM = Milchmenge in kg, DH = Deutsche Holsteins

Im Abgangsalter sind DH und „Alle Kreuzungen“ vergleichbar (4,0 bzw. 3,9 Jahre, Abbildung 26, Tabelle 29, Tabelle A7), gefolgt von PRCR und den anderen 3-Rassen-Kreuzungen (3,7 und 3,4 Jahre). Analog gestalten sich die Mittelwerte der ND. In der Anzahl Laktationen liegen die PRCR auf dem Niveau „Alle Kreuzungen“ (2,9 Laktationen), die anderen 3-Rassen-Kreuzungen jedoch darunter (2,6 Laktationen). Mit 2,6 Jahren im Mittel gingen die DH > 75 am frühesten ab, erreichten die niedrigste ND (1,5 Jahre) und die geringste Anzahl Laktationen (2,4).

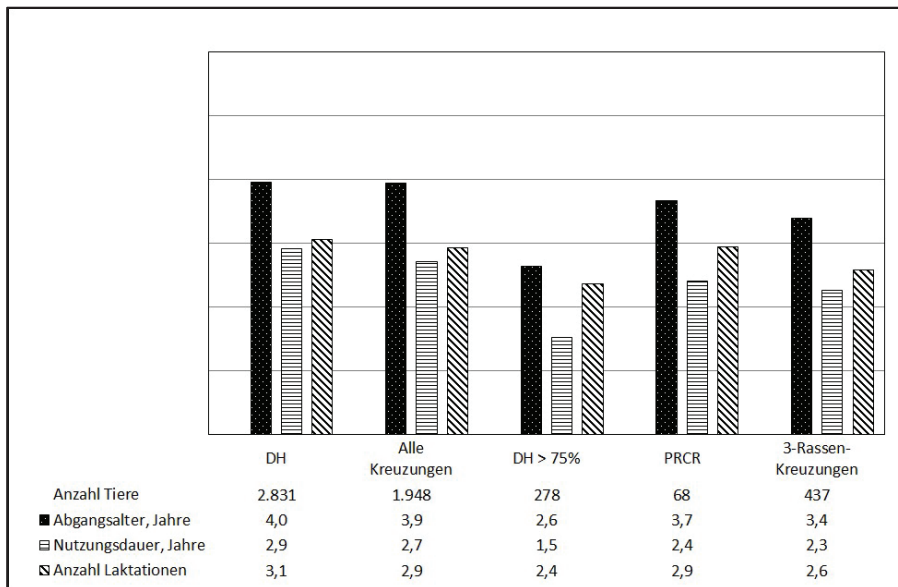


Abbildung 26: Alter und Nutzungsdauer bei Abgang sowie Anzahl Laktationen der Deutschen Holsteins (DH) vs. „Alle Kreuzungen“, DH > 75, ProCROSS (PRCR) und 3-Rassen-Kreuzungen

Tabelle 29: Signifikanz von Alter und Nutzungsdauer bei Abgang sowie Anzahl Laktationen der Deutschen Holsteins (DH) vs. „Alle Kreuzungen“, DH > 75, ProCROSS und 3-Rassen-Kreuzungen

Parameter	Signifikanz DH vs. bei $p < 0,05$			
	Alle Kreuzungen	DH > 75%	ProCROSS	3-Rassen
Abgangsalter, Jahre	0,207	0,867	0,450	0,791
Nutzungsdauer, Jahre	0,901	0,002	0,932	0,190
Anzahl Laktationen	0,804	0,124	0,313	0,495

DH = Deutsche Holsteins

In der Eutergesundheit gibt es keine Unterschiede zwischen den DH und den Vergleichsgenotypen (Abbildung 27, Tabelle 30, Tabelle A7). Eine Ausnahme bilden die ProCROSS-Kreuzungen. Sie weisen im Gehalt Somatischer Zellen (SZ) im Durchschnitt ca. 100 Tsd. mehr je ml Milch auf und erreichen mit dem mittleren Anteil von 43 % der Klasse „eutergesund“ bzw. < 100 Tsd. SZ je ml Milch den niedrigsten Wert, vs. DH sogar signifikant. Den höchsten Anteil eutergesunder Kühe erreichen die Genotypen DH > 75 mit 53 % im Durchschnitt, die Klasse > 400 Tsd. SZ je ml Milch wird mit einem mittleren Anteil von nur 13 % ausgewiesen.

Tabelle 30: Signifikanz des Gehaltes an Somatischen Zellen je ml Milch der Deutschen Holsteins (DH) vs. „Alle Kreuzungen“, DH > 75, ProCROSS und 3-Rassen-Kreuzungen

Parameter	Signifikanz DH vs. bei $p < 0,05$			
	Alle Kreuzungen	DH > 75%	ProCROSS	3-Rassen
In Tsd. / Milch Milch				
Anteil < 100	0,478	0,645	0,006	0,920
Anteil > 400	0,218	0,458	0,352	0,013
SZ	0,137	0,844	0,053	0,394

SZ = Somatischen Zellen, Tsd. = Tausend, DH = Deutsche Holsteins

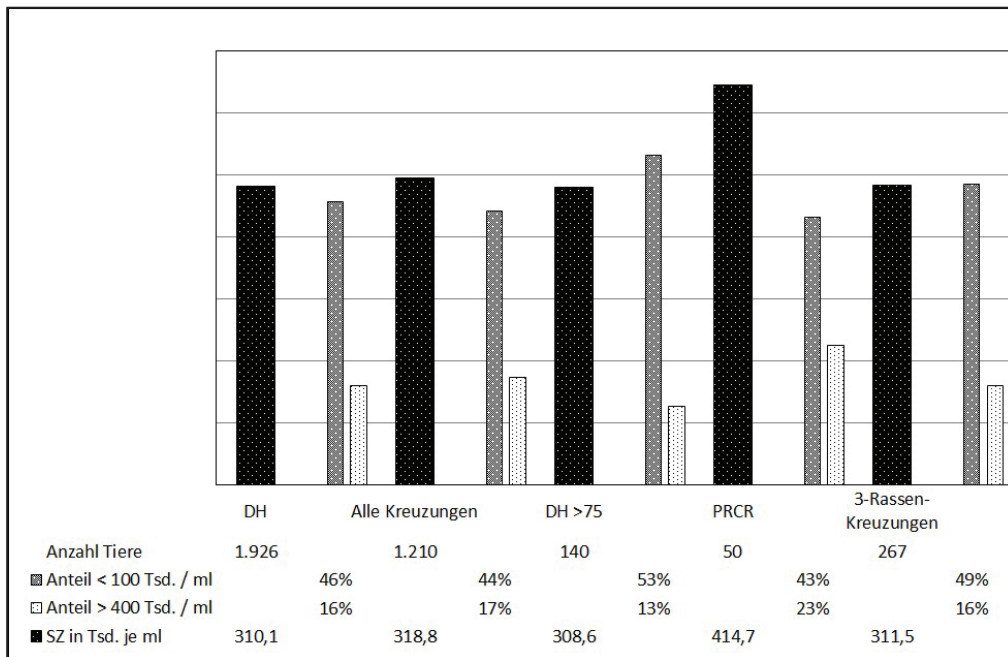


Abbildung 27: Gehalt an Somatischen Zellen in Tausend (Tsd.) je ml Milch der Deutschen Holsteins (DH) vs. „Alle Kreuzungen“, DH > 75, ProCROSS (PRCR) und 3-Rassen-Kreuzungen

#### 4.4 Leistungsvergleich Deutsche Holsteins (DH) vs. Kreuzungen mit MON, BV und SRB mit unterschiedlichen Genanteilen

Dieser Leistungsvergleich erfolgt mit DH vs. MON-, BV- und SRB-Kreuzungen sowie Rückkreuzungen in der F2-Generation mit DH (MON25, BF25, SRB25) und SRB (SRB75) sowie Rückkreuzungen mit DH in der F3-Generation (MON12,5, BV12,5, SRB12,5, Tabelle 31). Die MON-Kreuzungen standen in Betrieb A, die BV-Kreuzungen in Betrieb D, sie wurden vs. DH mit den gleichen Geburtsjahrgängen in dem jeweiligen Betrieb verglichen. SRB-Kreuzungen standen in allen Betrieben, ihr Vergleich bezieht sich auf die DH der Gesamtstichprobe.

Mit steigendem DH-Genanteil steigen bei MON- und BV-Rückkreuzungen EBA, EKA und ZKZ (Abbildung 28, Tabellen A9, A10). Das EBA steigt mit zunehmendem DH-Genanteil, bei MON-Kreuzungen von 15,1 auf 15,5 Monate, wobei die DH in diesem Betrieb im Mittel mit 15,1 Monaten besamt wurden und damit im gleichen Alter wie die F1-Kreuzungen (MON x DH).

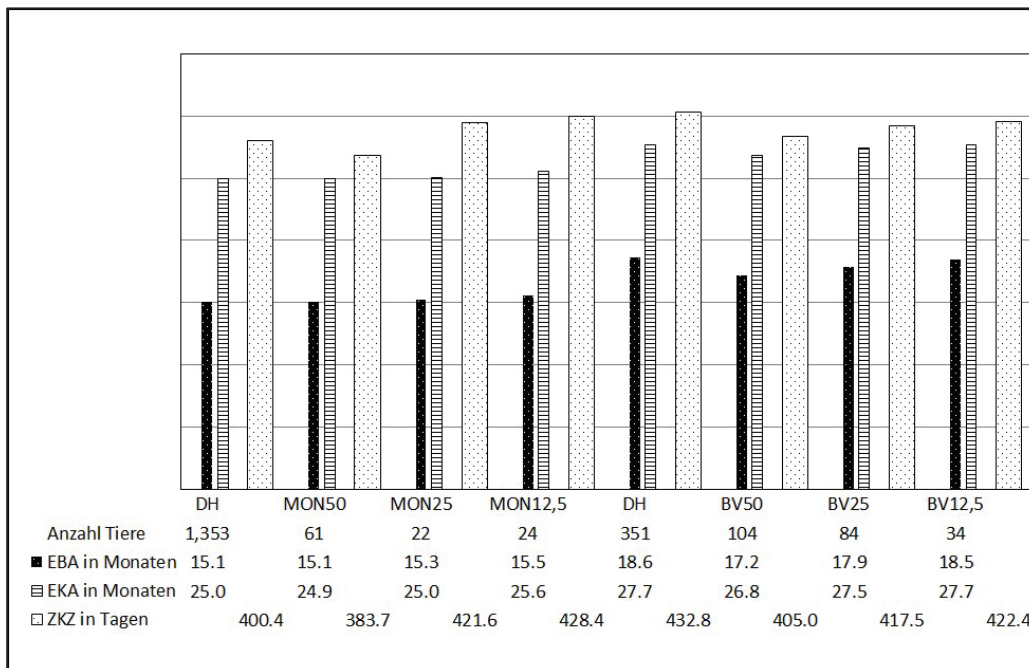
Bei den BV-Kreuzungen ist dieser Anstieg im EBA von der F1-Generation zu F2 und F3 zum Teil signifikant. DH wurden in Betrieb D im Durchschnitt später zugelassen als die BV-Kreuzungen (EBA 18,6 vs. 17,2 bis 18,5 Monate, Tabelle A10). Die mittlere ZKZ der DH in Betrieb A entspricht dem Durchschnitt aller MON-Kreuzungen (400,4 vs. 383,7 bis 428,4 Tage). In Betrieb D ist die durchschnittliche ZKZ von 432,8 der DH höher als die der BV-Kreuzungen (405,0 bis 422,4 Tage).



**Tabelle 31: Anzahl Tiere und Geburtsjahrgänge von Deutsche Holsteins (DH), Kreuzung mit DH und deren Rückkreuzungen in den Untersuchungsbetrieben**

Genotyp		Betriebe	Anzahl Tiere	Geburtsjahr	
Kürzel	Kreuzung			min	max
<b>Montbéliarde (MON)</b>					
DH		A	1.403	2009	2018
MON50	MON x DH	A	67	2009	2019
MON25	DH x MON50	A	26	2011	2019
MON12,5	DH x MON25	A	25	2015	2019
<b>Braunvieh (BV)</b>					
DH		D	775	2002	2016
BV50	BV x DH	D	257	2002	2013
BV25	DH x BV50	D	139	2004	2016
BV12,5	DH x BV25	D	51	2007	2016
<b>Schwedische Rotbunte (SRB)</b>					
DH		A, B, C, D	3.782	2001	2019
SRB75	SRB x SRB50	A, B, D	11	2008	2015
SRB50	SRB x DH	A, B, C, D	434	2001	2017
SRB25	DH x SRB50	A, B, D	344	2003	2019
SRB12,5	DH x SRB25	A, B, D	114	2005	2019

Zahlen im Genotyp geben den Genanteil in % an, n = Anzahl Tiere, min = Minimum, max = Maximum



**Abbildung 28: Fruchtbarkeitsleistungen der Deutschen Holsteins (DH) vs. MON (Montbéliarde)- und BV (Braunvieh)-Kreuzungen mit DH- Genanteilen von 50, 25 und 12,5% in den Betrieben A und D**

EBA = Erstbesamungsalter, EKA = Erstkalbealter, ZKZ = Zwischenkalbezeit

Signifikanz: EBA MON12,5 vs. DH, MON50 mit  $p < 0,05$ , DH vs. BV50, BV25 mit  $p < 0,001$ , BV50 vs. BV25, BV12,5 mit  $p < 0,05$ ,

EKA DH BV50 mit  $p < 0,001$ , DH vs. BV25 mit  $p < 0,05$ ; BV50 vs. BV25 mit  $p < 0,05$ , BV50 vs. BV12,5 mit  $p < 0,001$ , ZKZ DH vs. BV50 mit  $p < 0,01$

Der Anstieg von EBA und EKA mit steigendem DH-Anteil deutet sich auch bei den SRB-Kreuzungen an (Abbildung 29, Tabelle A11), jedoch wurde von SRB50 und SRB25-Kreuzungen das gleiche EBA von 16,3 Monaten im Mittel erhoben. EBA und EKA der DH liegen mit 16,5 und 26,3 Monaten auf gleichem Niveau wie bei den SRB-Kreuzungen. Die mittlere ZKZ der DH liegt über dem aller Kreuzungen.

Von 10 SRB75-Kreuzungen liegen Fruchtbarkeitsleistungen vor. EBA und EKA sind wesentlich höher als bei den Vergleichsgenotypen, aber nicht signifikant. Die mittlere ZKZ liegt mit 355,1 Tagen unter der mittleren ZKZ der SRB-Kreuzungen mit höherem DH-Genanteil (390,5 bis 402,4 Tage) und signifikant unter dem der DH (418,0 Tage).

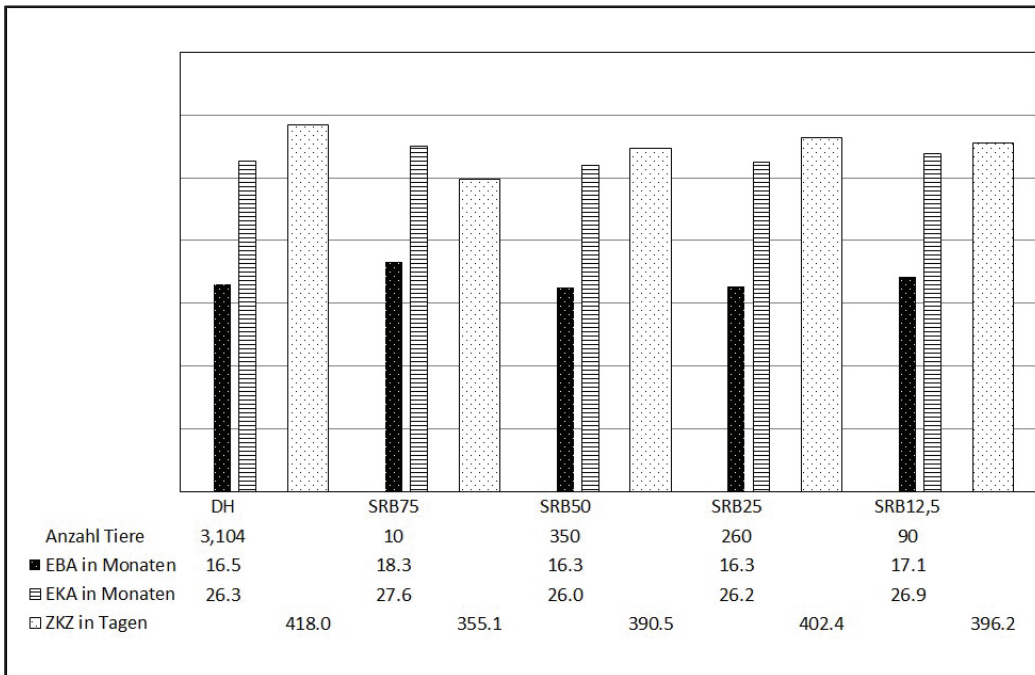


Abbildung 29: Fruchtbarkeitsleistungen der Deutschen Holsteins (DH) vs. SRB (Schwedische Rotbunte)-Kreuzungen mit DH-Genanteilen von 75, 50, 25 und 12,5 %

EBA = Erstbesamungsalter, EKA = Erstkalbealter, ZKZ = Zwischenkalbezeit,

Signifikanz: EBA SRB75 vs. SRB50, SRB25 mit  $p < 0,05$ , ZKZ DH vs. SRB75 mit  $p < 0,05$

Die Lebensleistung von MON-Kreuzungen und DH-Kühen in Betrieb A unterscheiden sich zwar in der Milchmenge, jedoch nicht signifikant (Abbildung 30, Tabelle A9). Mit 27.020 kg wurde von den MON50 im Durchschnitt mehr Milch ermilkt als von den DH (25.604 kg MM), in den durchschnittlichen Melktagen unterscheiden sich die beiden Genotypen jedoch nur wenig (795,7 vs. 775,9 MT). Am schlechtesten schneiden die 6 Kühe des Genotyps MON12,5 (18.572 kg MM, 560,7 Melktage) ab. In Betrieb D (Abbildung 30, Tabelle A10) geben die DH signifikant mehr Milch als die BV50- und BV12,5-Kreuzungen (24.356 vs. 18.173 und 13.455 kg MM). Zu beachten ist die unterschiedliche Anzahl Melktage der DH, die ebenfalls signifikant höher ausfällt (956,2 vs. 765,9 und 543,0 Melktage). BV12,5-Kühe liegen in beiden Parametern deutlich darunter, vs. BV25 signifikant.

Kreuzungen aus SRB und DH lassen keine Tendenz in Abhängigkeit von den Genanteilen der Rasse erkennen (Abbildung 31, Tabelle A11). Reinrassige DH erbrachten 26.503 kg MM in 903,7 Melktagen. Mit steigendem DH-Genanteil werden 26.049 kg MM (SRB50), 29.684 kg MM (SRB25) und 21.215 kg MM (SRB12,5) kg MM ausgewiesen, für die 8 Kühe mit 25 % DH-Genanteil nur 18.719 kg MM. Ähnlich sieht es bei den durchschnittlichen Melktagen aus, auch hier lässt sich kein Einfluss der Rassenanteile ableiten.

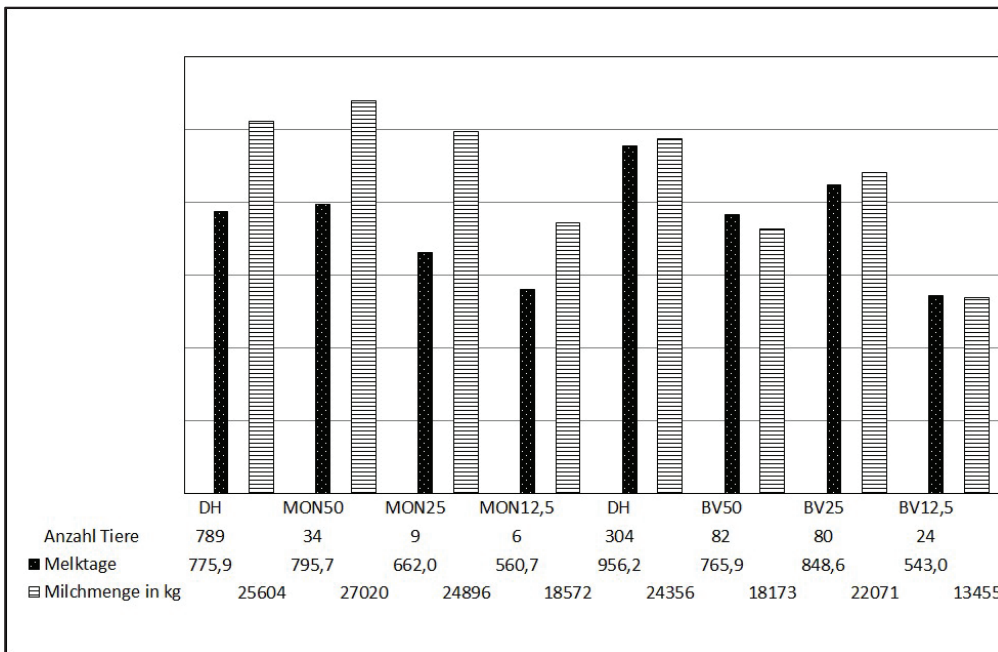


Abbildung 30: Milchleistungen der Deutschen Holsteins (DH) vs. MON (Montbéliarde)- und BV (Braunvieh)-Kreuzungen mit DH- Genanteilen von 50, 25 und 12,5% in den Betrieben A und D

Signifikanz: Melktage DH vs. BV50, BV25, BV12,5 mit  $p < 0,05$ , BV25 vs. BV12,5 mit  $p < 0,05$ ; Milchmenge DH vs. BV50, BV12,5 sowie BV50 vs. BV25 mit  $p < 0,05$

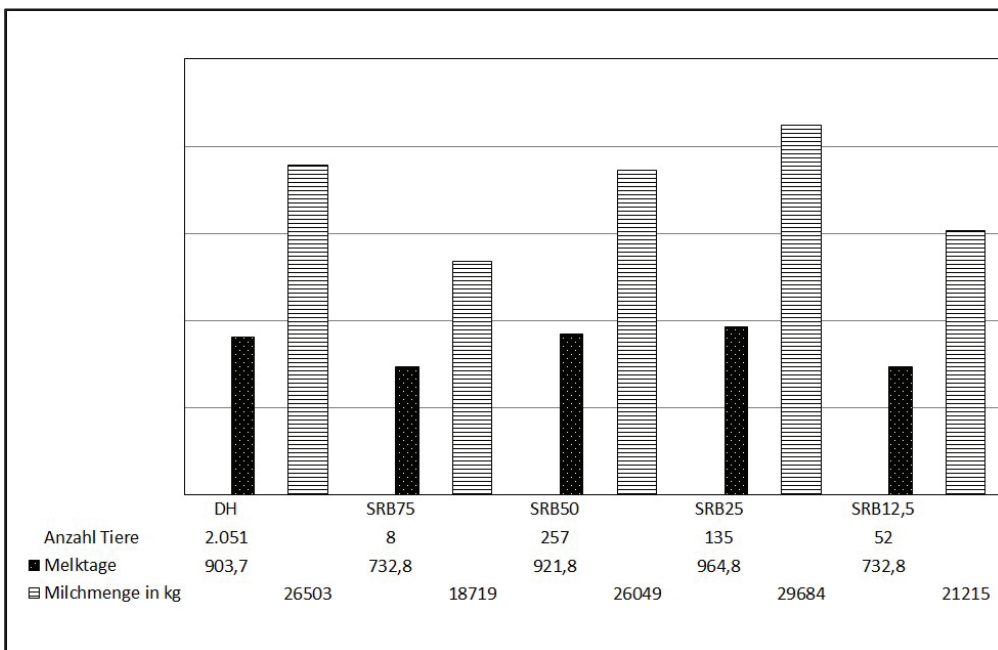


Abbildung 31: Milchleistungen der Deutschen Holsteins (DH) vs. SRB (Schwedische Rotbunte)-Kreuzungen mit DH- Genanteilen von 75, 50, 25 und 12,5%

Die Mittelwerte der Rückkreuzungen lassen keine Aussage in der Effektivität der Milchleistung in Abhängigkeit vom DH-Genanteil zu.

Die höchsten Werte der Nutzungs- und Lebens effektivität der Milchleistungen wird für die DH ausgewiesen, signifikant sind sie bei DH vs. BV-Kreuzungen mit Ausnahme vs. BV25 hinsichtlich LaEff und NEff (Abbildung 32, Abbildung 33, Tabellen A9, A10, A11).

In der LaEff sind MON-Kreuzungs-Kühe der drei Generationen gleichwertig, MON25 sogar um 2,6 kg MM je MT leistungsstärker, jedoch nicht signifikant. F2-Rückkreuzungen mit DH (25 % MON-, BV- und SRB-Genanteile) haben jeweils höhere Mittelwerte in den Effektivitätsparametern als F1-Kreuzungen mit 50 %-Genanteilen, BV50 vs. BV25 sogar signifikant.

Die 8 SRB75-Kühe sind den DH unterlegen, in LaEff und NEff signifikant (28,1 vs. 21,8 kg MM je MT; 24,7 vs. 20,2 kg MM je NT; 12,7 vs. 8,8 kg MM je LT). Diese Werte sind auch niedriger als die Effektivitäten der Kühe mit geringerem SRB-Genanteilen, in der LaEff signifikant.

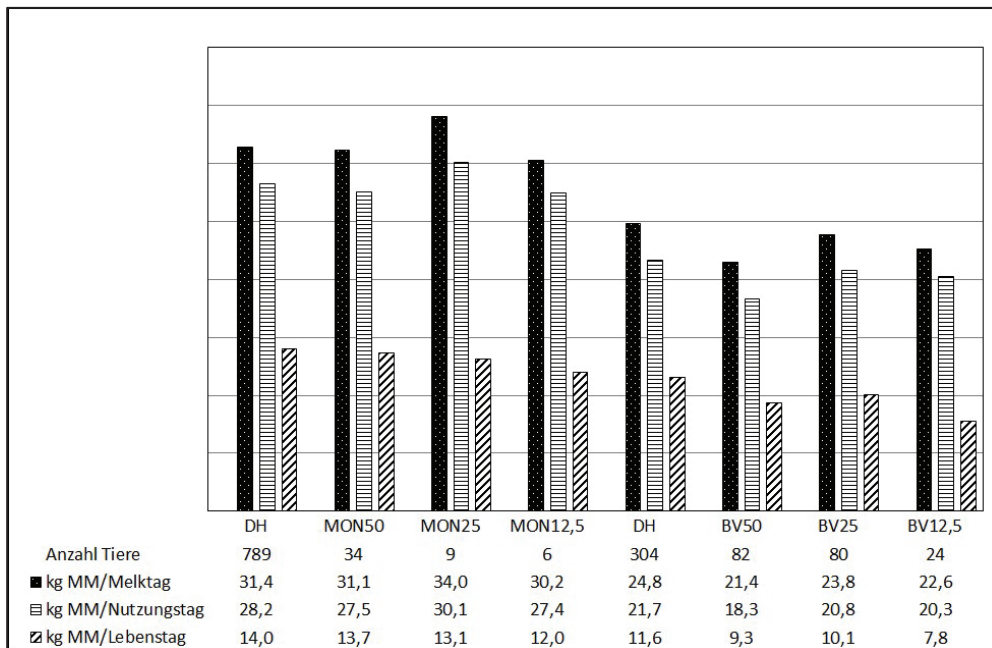


Abbildung 32: Effektivität der Milchleistungen der Deutschen Holsteins (DH) vs. MON (Montbéliarde)- und BV (Braunvieh)-Kreuzungen mit DH- Genanteilen von 50, 25 und 12,5% in den Betrieben A und D

Signifikanz: LaEff: DH vs. BV50, BV25, BV12,5 mit  $p < 0,05$ , BV50 vs. BV25 mit  $p < 0,05$ , LEff: DH vs. BV50, BV25, BV12,5 mit  $p < 0,05$ , BV25 vs. BV12,5 mit  $p < 0,05$

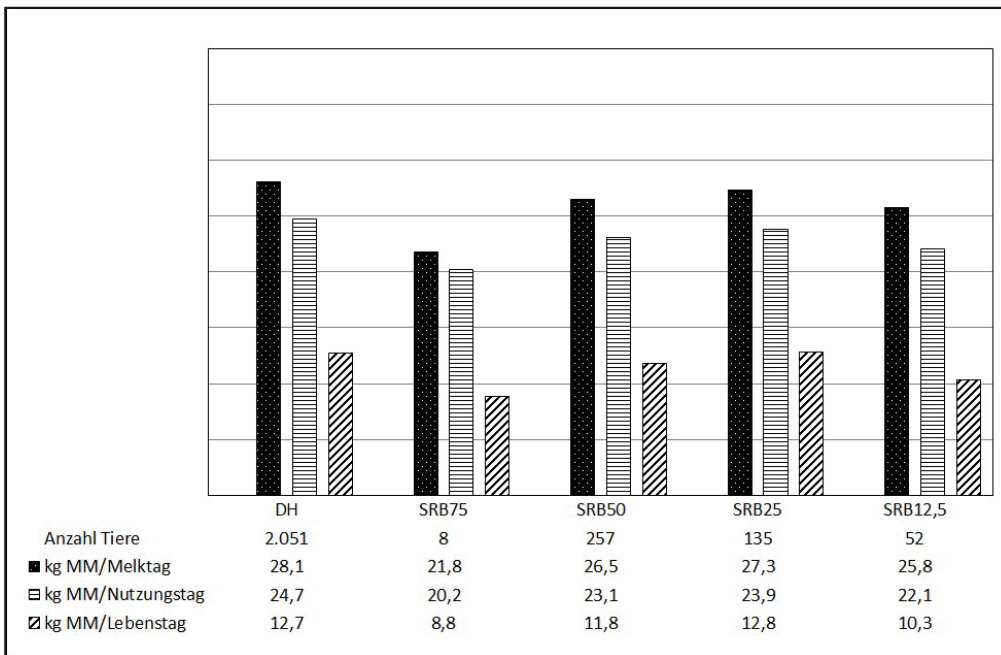


Abbildung 33: Effektivität der Milchleistungen der Deutschen Holsteins (DH) vs. SRB (Schwedische Rotbunte)-Kreuzungen mit DH- Genanteilen von 75, 50, 25 und 12,5%

Signifikanz Laktationseffektivität DH vs. SRB75, SRB50 mit  $p < 0,001$ ; SRB75 vs. SRB50, SRB25, SRB12,5 mit  $p < 0,05$ ; Nutzungseffektivität DH vs. SRB75, SRB12,5 sowie SRB75 vs. SRB25, mit  $p < 0,05$

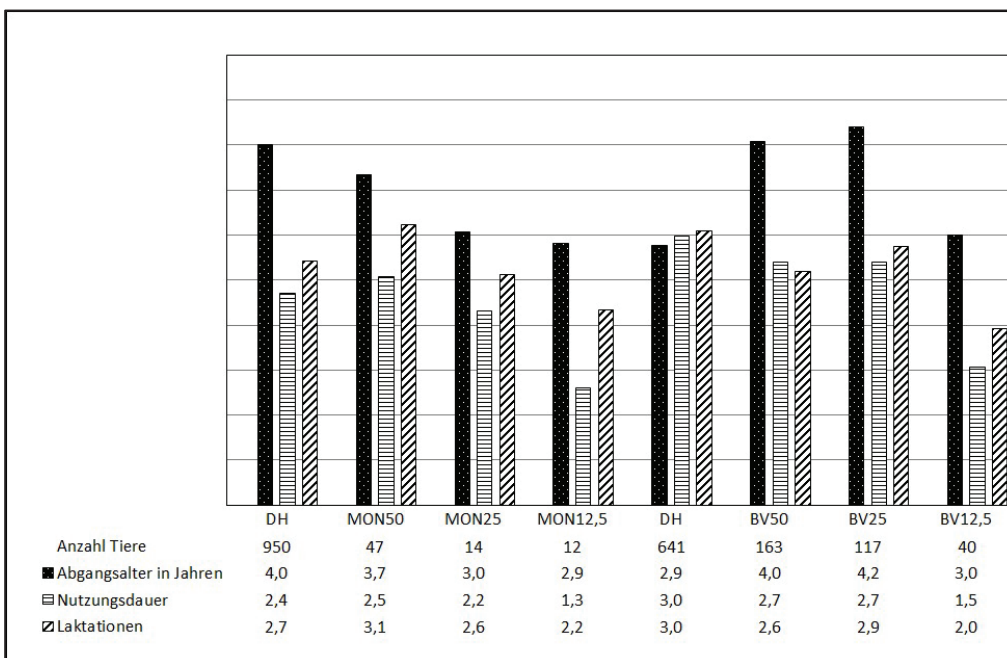


Abbildung 34: Alter und Nutzungsdauer bei Abgang sowie Anzahl Laktationen der Deutschen Holsteins (DH) vs. MON (Montbéliarde)- und BV (Braunvieh)-Kreuzungen mit DH- Genanteilen von 50, 25 und 12,5% in den Betrieben A und D

Signifikanz: Abgangsalter DH vs. Mon12,5 mit  $p < 0,01$ , DH vs. BV50, BV25 mit  $p < 0,001$ ; BV12,5 vs. BV50, BV25 mit  $p < 0,05$ ; Nutzungsdauer MON12,5 vs. DH, MON50 mit  $p < 0,05$ ; BV12,5 vs. DH, BV50, BV25 mit  $p < 0,001$ ; Anzahl Laktationen MON50 vs. MON12,5; BV12,5 vs. DH, BV25 mit  $p < 0,05$

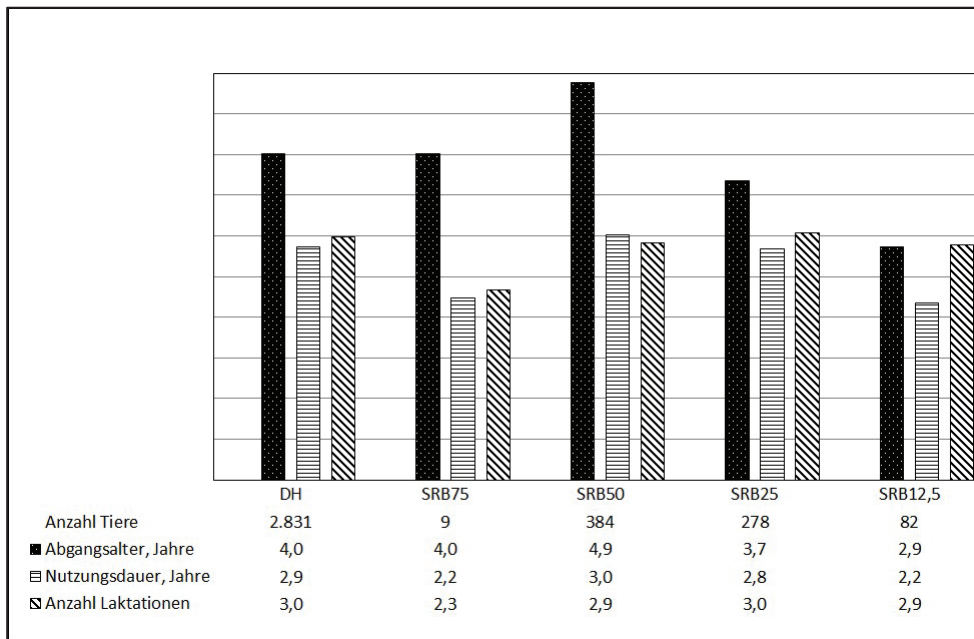


Abbildung 35: Alter und Nutzungsdauer bei Abgang sowie Anzahl Laktationen der Deutschen Holsteins (DH) vs. SRB (Schwedische Rotbunte)-Kreuzungen mit DH- Genanteilen von 75, 50, 25 und 12,5 %

Abgangsalter, ND und Anzahl Laktationen sinken mit steigendem DH-Genanteil bei den MON-Kreuzungen (Abbildung 34, Tabellen A9, A10). In Betrieb A gingen die DH mit dem höchsten durchschnittlichen Alter von 4,0 Jahren ab, gefolgt von MON50 mit 3,7 Jahren im Mittel. In Betrieb D wird das höchste Abgangsalter von den BV25 erreicht (4,2 Jahre), auch die BV50-Kühe gingen mit einem relativ hohen durchschnittlichen Alter von 4,0 Jahren aus dem Bestand.

Kühe mit hohem SRB-Genanteil wurden mit 4,0 und 4,9 Jahren im Durchschnitt älter als DH, jedoch nicht signifikant (Abbildung 35, Tabelle A11). In ND und Anzahl Laktationen sind DH und SRB50- und SRB25-Kreuzungen auf ähnlichem Niveau von 2,8 bis 3,0 Jahren bzw. 2,9 bis 3,0 Laktationen. Kühe mit 75 und 12,5 % SRB-Genanteil liegen mit 2,2 Jahren Nutzungsdauer deutlich, aber nicht signifikant darunter.

Bei den Kreuzungen wirkt sich der höhere Genanteil der Rassen MON, BV und SRB nachteilig auf die Eutergesundheit aus. (Abbildung 36, Abbildung 37, Tabellen A9, A10, A11). Der hohe Gehalt an SZ ist jedoch nur bei BV50- und BV12,5-Kreuzungen vs. DH signifikant. Analog zeigt sich der Vergleich im Anteil an MLP von eutergesunden Kühen (Anteil steigend) und dem Anteil an der Klasse mit > 400 Tsd. SZ je ml Milch (Anteil sinkend). Allerdings passen die Ergebnisse der SRB75-Kühe hier nicht zu den anderen Kreuzungen. Für sie wird ein mittlerer SZ-Gehalt von (271,7 Tsd. SZ je ml Milch ausgewiesen, aber der niedrigste Anteil MLP eutergesunder Kühe (35 %) und der höchste Anteil MLP mit > 400 Tsd. SZ je ml Milch.

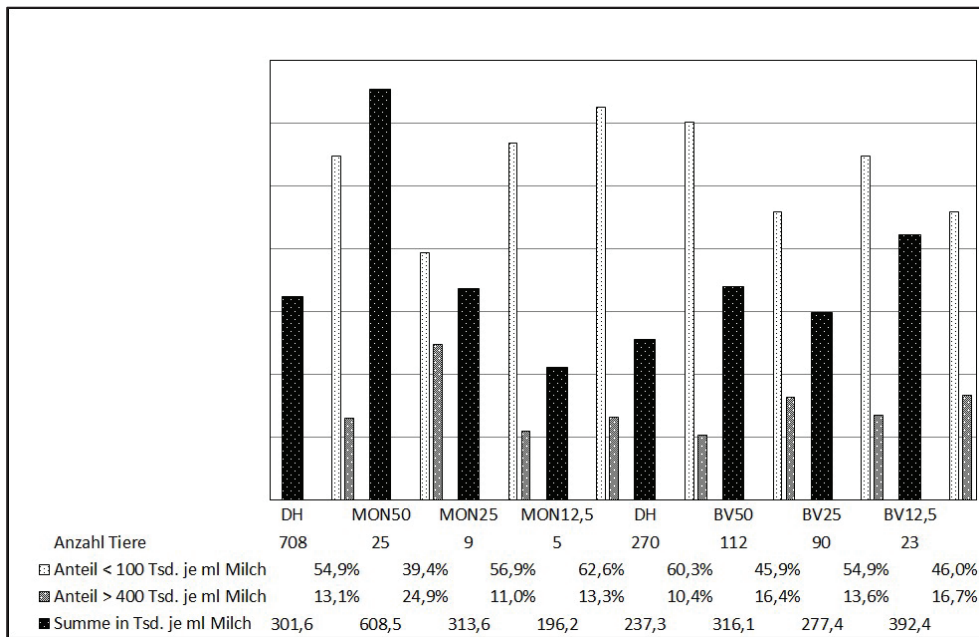


Abbildung 36: Gehalt an Somatischen Zellen je ml Milch der Deutschen Holsteins (DH) vs. MON (Montbéliarde)- und BV (Braunvieh)-Kreuzungen mit DH-Genanteilen von 50, 25 und 12,5 % in den Betrieben A und D

Signifikanz: SZ in Tsd. / ml DH vs. BV50 mit  $p < 0,05$ ; SZ < 100; DH vs. MON50 mit  $p < 0,001$ , DH vs. BV12,5 mit  $p < 0,01$ , BV50 vs. BV25 mit  $p < 0,05$ , SZ > 400 DH vs. BV50 mit  $p < 0,01$

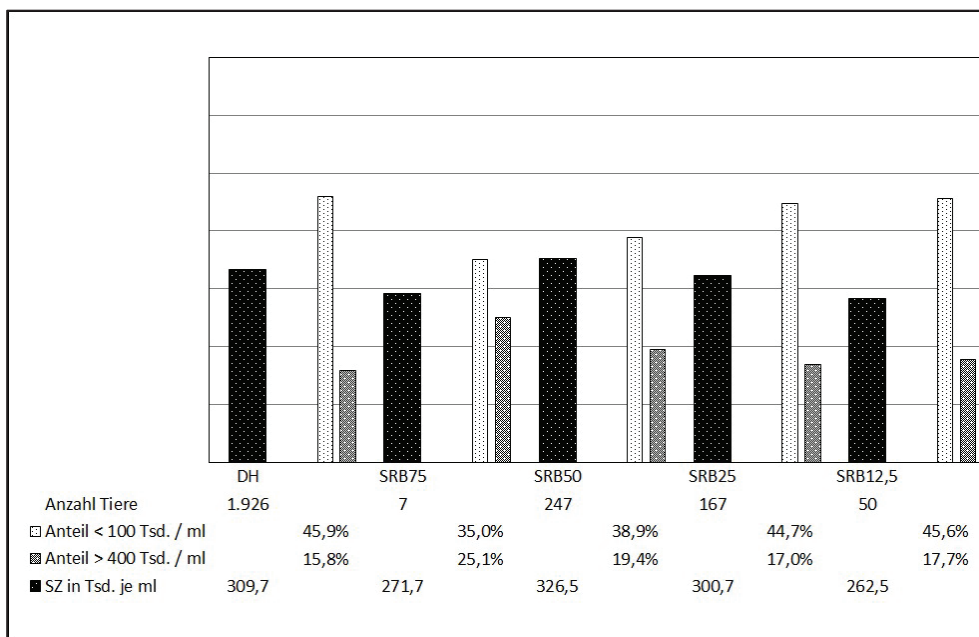


Abbildung 37: Gehalt an Somatischen Zellen je ml Milch der Deutschen Holsteins (DH) vs. SRB (Schwedische Rotbunte)-Kreuzungen mit DH-Genanteilen von 75, 50, 25 und 12,5%

Tsd. = Tausend

#### 4.5 Erstkalbealter und Lebenseffektivität von Töchtern der Rassen MON, JER, BV und SRB sowie Töchtern ausgewählter Väter dieser Rassen

Bei dem folgenden Leistungsvergleich wurde der Genotyp der Mutter außer Acht gelassen. Die Vergleichsgruppe umfasst alle DH, deren Väter wurden hier nicht gesondert betrachtet.

Der Einfluss der Vater-Rasse wurde anhand der F1-Töchter von Bullen der Rassen MON, JER, BV und SRB untersucht (Tabelle 32). Für den Vergleich der Leistungen von Töchtern ausgewählter Väter wurden diese nach der mittleren Leistung ihrer F1-Töchter rangiert. Die jeweils besten 10 Vererber mit den leistungsfähigsten Töchtern (niedrigstes mittleres Erstkalbealter, höchste mittlere Lebenseffektivität) wurden untereinander und mit reinrassigen DH verglichen (Tabelle 33).

*Tabelle 32: Anzahl untersuchter DH sowie F1-Töchter und Väter der Rassen Montbéliarde, Jersey; Braunvieh und Schwedische Rotbunte in Fruchtbarkeit und Milchleistung (Erstkalbealter und Lebens-effektivität)*

Rasse	Erstkalbealter		Lebenseffektivität	
	Anzahl Töchter	Anzahl Väter	Anzahl Töchter	Anzahl Väter
DH	3.783		3.782	
MON	165	3	130	3
JER	57	4	51	3
BV	428	13	95	13
SRB	578	17	149	17

DH = Deutsche Holsteins, MON = Montbéliarde, JER = Jersey; BV = Braunvieh; SRB = Schwedische Rotbunte

*Tabelle 33: Nummer, Name und Rasse der Väter mit den leistungsstärksten Töchtern*

Nummer	Name	Rasse	Nummer	Name	Rasse
1	Triomphe	MON	17	Hucos	BV
2	Helux	MON	19	Juwel	BV
4	Plumitif	MON	22	Peterslund	SRB
5	Paul	JER	28	A Linne	SRB
6	Brazo	JER	31	Langbo	SRB
7	Rampant	JER	37	Gunnarstorp	SRB
9	Eagel	BV	38	Tuima	SRB
14	Agenda	BV			

MON = Montbéliarde, JER = Jersey; BV = Braunvieh; SRB = Schwedische Rotbunte

Das EKA von F1-Färsen der Rassen MON und JER ist im Mittel 1,4 und 1,6 Monate höher als das EKA der Vergleichsstichprobe der DH und 1,8 bis 2,6 Monate höher als von SRB- bzw. BV-Töchtern (Abbildung 38, Tabelle A12). Wegen der großen Streuung von 20,3 Monaten im Minimum und 37,6 Monaten im Maximum der DH ( $sf = 1,42$ ) und 21,9 bis 35,7 Monaten ( $sf = 1,43 - 1,86$ ) bei den Kreuzungen sind die Differenzen jedoch nicht signifikant. In der Fruchtbarkeit liegen die F1-Töchter von BV-Bullen mit einem mittleren EKA von 25,2 Monaten vor den SRB-Töchtern (25,8 Monate) und DH (26,2 Monate).

JER-F1-Töchter erreichen mit 13,6 kg MM je LT die höchste Effektivität, gefolgt von reinrassigen DH mit 13,1 MM je LT. BV-F1-Töchter liegen mit 12,0 kg MM je LT vor den SRB-F1-Töchtern (11,6 kg MM je LT). In der Lebenseffektivität schneiden die F1-Töchter der Rasse MON mit 11,3 kg MM je LT am schlechtesten ab. Mit Ausnahme der JER-Töchter sind die Kreuzungen den DH signifikant unterlegen ( $p < 0,01$ ). Signifikanz wird in der  $LEff$  auch zwischen den F1-Töchtern von JER vs. MON und SRB ausgewiesen ( $p < 0,05$ , Tabelle A12).



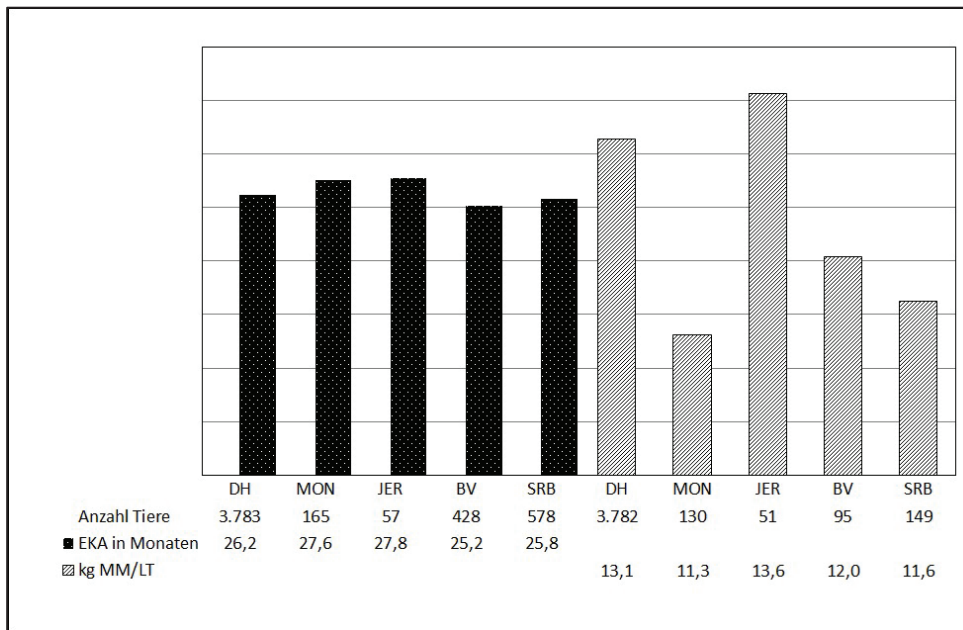


Abbildung 38: Erstkalbealter (EKA) in Monaten und Lebenseffektivität in kg Milchmenge (MM) je Lebenstag von reinrassigen Deutschen Holsteins (DH) vs. Töchtern der Rassen Montbéliarde (MON), Jersey (JER), Braunvieh (BV) und Schwedische Rotbunte (SRB) mit 50% DH-Genanteil

Signifikanz: LEff DH vs. MON-Töchtern mit  $p < 0,01$  mit  $p < 0,01$ , BV-Töchtern mit  $p = 0,01$ , SRB-Töchtern mit  $p < 0,001$

Das mittlere EKA der DH ist mit 26,0 Monaten signifikant höher als das von Töchtern der Bullen Triomphe (25,0 Monate, MON,  $p < 0,001$ ), Brazo (23,8 Monate, JER,  $p < 0,001$ ), Rampant (24,2 Monate, JER,  $p < 0,01$ ), Gunnarstorp und Tuima (24,5 Monate, SRB,  $p < 0,05$ ). Ein vergleichbares durchschnittliches EKA wird für Töchter der Bullen Helux (26,1, MON) und A Linne (26,1, SRB) ausgewiesen. Die Töchter der Bullen Plumitif (25,5 Monate, MON), Agenda (25,3 Monate, BV), und Langbo (25,4, Monate, SRB) haben zwar niedrigere EKA, die Differenz zu den DH ist aber nicht signifikant. Der Vergleich der Durchschnitte im EKA zwischen den Kreuzungs-Töchtern zeigt signifikante Differenzen zwischen dem MON-Vater Helux sowie dem SRB-Vater A Linne und den JER-Vätern Brazo ( $p < 0,01$ ) sowie Rampant ( $p < 0,05$ ). (Abbildung 39, A13, A14).

In der Lebenseffektivität (LEff) liegt Signifikanz zwischen den Töchtern der Bullen Peterslund (12,0 kg Milchmenge (MM) je Lebenstag (LT), SRB) vs. DH (13,7 kg MM je LT,  $p < 0,01$ ) und den Triomphe- und Plumitif-Töchtern vor (13,9 und 15,3 kg MM je LT, MON,  $p < 0,05$ ). Die geringen LEff der Töchter des JER-Bullen Paul mit 11,8 kg MM je LT und der SRB-Bullen Peterslund (12,0 kg MM je LT) sind nicht signifikant. Gleiches gilt für die höchste LEff der Rampant-Töchter und die LEff der übrigen Töchter. (Abbildung 40, Tabelle 35, A13, A15)

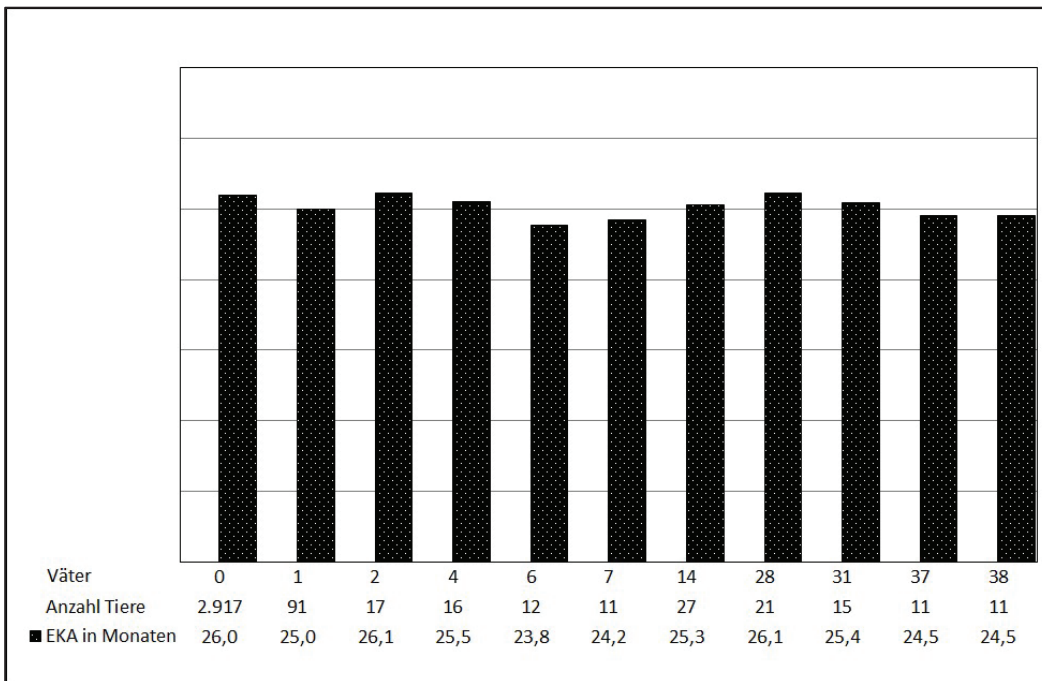


Abbildung 39: Erstkalbealter (EKA) in Monaten von Töchtern der Rassen Deutsche Holsteins (Väter 0), Montbéliarde (Väter 1, 2, 4), Jersey (Väter 6, 7), Braunvieh (Vater 14) und Schwedische Rotbunte (Väter 28, 31, 37, 38)

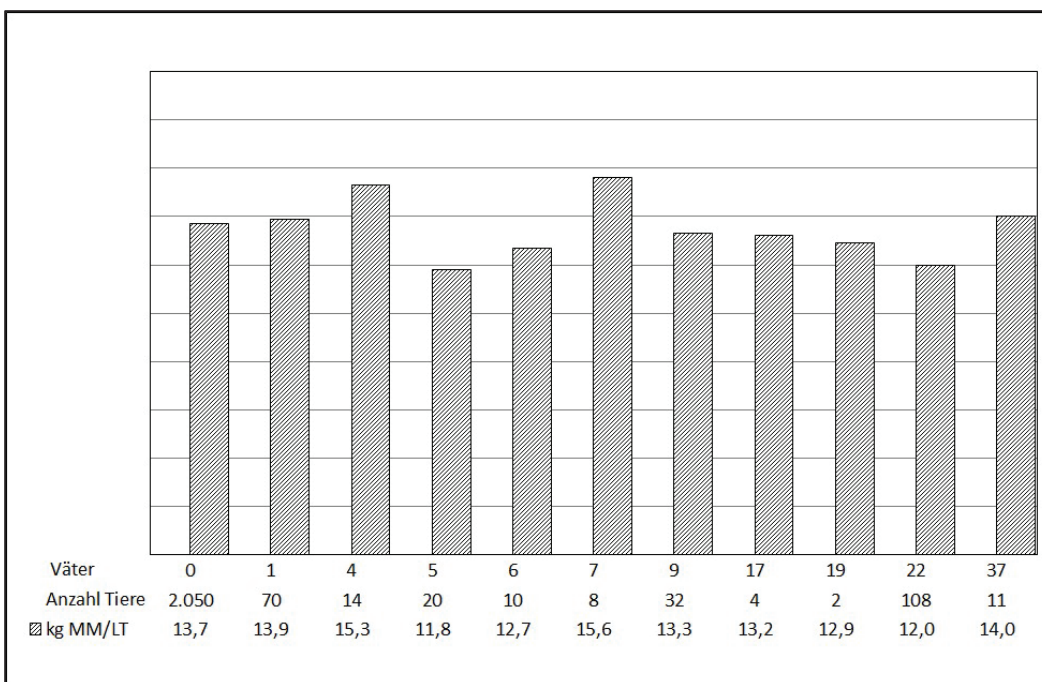


Abbildung 40: Lebens effektivität in kg Milchmenge (MM) je Lebenstag von Töchtern der Rassen Deutsche Holsteins (Väter 0), Montbéliarde (Väter 1, 4), Jersey (Väter 5, 6, 7), Braunvieh (Väter 9, 17, 19), Schwedische Rotbunte (Vater 37)

**Tabelle 34: Ranking der Väter nach dem mittleren Erstkalbealter (EKA) ihrer F1-Töchter**

Rang	Vater			F1-Töchter	
	Name	Nummer	Rasse	Anzahl	EKA In Monaten
1	Brazo	6	JER	12	23,8
2	Rampant	7	JER	11	24,2
3	Gunnarstorp	37	SRB	11	24,5
4	Tuima	38	SRB	11	24,5
5	Triomphe	1	MON	91	25,0
6	Agenda	14	BV	27	25,3
7	Langbo	31	SRB	15	25,4
8	Plumitif	4	MON	16	25,5
9		0	DH	2.917	26,0
10	Helux	2	MON	17	26,1
11	A Linne	28	SRB	21	26,1

MON = Montbéliarde, JER = Jersey; BV = Braunvieh; SRB = Schwedische Rotbunte

**Tabelle 35: Ranking der Väter nach der mittleren Lebenseffektivität (LEff) ihrer F1-Töchter**

Rang	Vater			F1-Töchter	
	Name	Nummer	Rasse	Anzahl	LEff in Monaten
1	Rampant	7	JER	8	15,6
2	Plumitif	4	MON	14	15,3
3	Gunnarstorp	37	SRB	11	14,0
4	Triomphe	1	MON	70	13,9
5		0	DH	2.050	13,7
6	Eagel	9	BV	32	13,3
7	Hucos	17	BV	4	13,2
8	Juwel	19	BV	2	12,9
9	Brazo	6	JER	10	12,7
10	Peterslund	22	SRB	108	12,0
11	Paul	5	JER	20	11,8

MON = Montbéliarde, JER = Jersey; BV = Braunvieh; SRB = Schwedische Rotbunte

#### 4.6 Einfluss des Herdenniveaus auf Leistungsunterschiede zwischen DH und Kreuzungen (DH vs. BV50 und SRB50)

Am Beispiel der Kreuzungen mit je 50% DH- sowie BV- und SRB-Genanteilen (Genotypen BV50 und SRB50) wird untersucht, inwieweit das Herdenniveau die Leistungsunterschiede beeinflusst (Tabelle 36, A17, A18). Die Leistungen in den Betrieben A, B und C entsprechen einem mittleren Niveau. Da die Leistungen in Betrieb D bezüglich der Milchmenge und der Lebenseffektivität signifikant niedriger sind als in den drei anderen Betrieben, wird diese Herde einem niedrigen Leistungsniveau zugeordnet.

Unabhängig vom Herdenniveau sind die Kreuzungen den reinrassigen DH nur in der Fruchtbarkeit (EKA und ZKZ) überlegen.

Bei niedriger Milchleistung und hohem EKA (Betrieb D) wirkt sich die Kreuzung der DH mit BV und SRB insgesamt nachteilig aus (Tabelle 36, A17, A18). Lediglich EKA und ZKZ liegen hoch signifikant bzw. tendenziell (BV50 ZKZ) unter dem der DH. In der Milchleistung sind die reinrassigen DH den Kreuzungen signifikant überlegen. Auffällig ist die schlechtere Gesundheit der Kreuzungen mit tendenziell geringerer Nutzungsdauer (2,9 vs. 2,7 Jahre) sowie die tendenziell bis hoch signifikant schlechtere Eutergesundheit (261 Tsd. vs. BV50 316 Tsd. und SRB50 339 Tsd. SZ je ml Milch).

Bei mittlerem Leistungsniveau erreichen die Kreuzungen höhere Leistungen als die reinrassigen DH (Tabelle 36, A17, A18).

Diese Unterschiede sind jedoch in Betrieb C vs. BV50 nur bei der ZKZ signifikant sowie in EKA und Anteil Milchproben mit < 100 Tsd. Somatischen Zellen je ml Milch tendenziell gesichert (Tabelle A17).

In Betrieb A (mittleres Leistungsniveau, Tabelle 36, A18) liegen die Kühe des Genotyps SRB50 in der Nutzungsdauer tendenziell über den DH und die mittlere ZKZ ist signifikant niedriger. Die Somatische Zellzahl als Maß für die Eutergesundheit ist im Durchschnitt bei den SRB-Kreuzungen niedriger als bei DH (DH 309 Tsd. vs. SRB50 256 Tsd. SZ je ml Milch). Im Anteil eutergesunder Kühe liegen allerdings die DH mit 52,3% der Klasse < 100 Tsd. SZ je ml Milch vor den Kreuzungen (49,6%), beides jedoch nicht gesichert.

In Betrieb B (mittleres Leistungsniveau, Tabelle 36, A18) ist das EKA der SRB50-Kreuzungen tendenziell, die ZKZ hoch signifikant niedriger als bei den DH. Die Überlegenheit der SRB50 in Milchleistung (42.941 vs. 32.567 kg MM) und Nutzungsdauer (5,0 vs. 3,5 Jahre) ist signifikant. Daraus ergibt sich eine höhere Lebenseffektivität von 15,1 vs. 13,2 kg MM je Lebenstag, diese ist jedoch nicht statistisch gesichert. Das Gesundheitsmerkmal „mittlere Anzahl Somatische Zellen je ml Milch“ fällt zugunsten der DH aus (DH 312 Tsd. vs. SRB50 414 Tsd. SZ je ml Milch), jedoch ebenfalls nicht signifikant. Auch der Anteil Milchproben mit < 100 Tsd. SZ je ml Milch liegt bei DH mit 49,2% über dem Durchschnitt der SRB50 mit 47,3%. Tendenziell ist der Anteil der Proben mit > 400 Tsd. SZ je ml Milch bei den Kreuzungen mit 20,8% höher als bei den DH mit 14,4%.

**Tabelle 36: Mittlere Leistungen von DH vs. BV50 und SRB50 in Betrieben mit mittlerem (A, B, C) und niedrigem (D) Herdenniveau**

Leistungsniveau der Herde Betrieb	mittel A	mittel B	mittel C	niedrig D
Parameter				
Alle Genotypen, n =	2.144	825	673	2.623
Erstkalbealter, Monate	25,2	26,3	25,9	27,5
Zwischenkalbzeit, Tage	400,6	424,9	404,6	415,9
Lebensleistung, kg MM	29.171	32.824	24.578	19.766
Lebenseffektivität, kg MM je LT	14,5	13,2	12,9	9,8
Nutzungsdauer, Jahre	2,8	3,5	2,4	2,5
Somatische Zellen, Tsd. je ml Milch	316	317	350	291
DH, n =	1.661	757	483	881
Erstkalbealter, Monate	25,2	26,3	26,0	27,7
Zwischenkalbzeit, Tage	403,5	429,5	413,0	429,0
Lebensleistung, kg MM	29.171	32.567	24.679	23.879
Lebenseffektivität, kg MM je LT	14,5	13,2	13,0	11,4
Nutzungsdauer, Jahre	2,8	3,5	2,4	2,9
Somatische Zellen, Tsd. je ml Milch	309	312	361	261
BV50, n =			88	169
Erstkalbealter, Monate			25,6	26,8
Zwischenkalbzeit, Tage			385,4	405,0
Lebensleistung, kg MM			26.501	18.173
Lebenseffektivität, kg MM je LT			13,4	9,3
Nutzungsdauer, Jahre			2,7	2,7
Somatische Zellen, Tsd. je ml Milch			329	316
SRB50, n =	57	21		346
Erstkalbealter, Monate	25,0	25,5		27,2
Zwischenkalbzeit, Tage	381,1	393,3		399,9
Lebensleistung, kg MM	32.226	42.941		19.843
Lebenseffektivität, kg MM je LT	14,4	15,1		9,6
Nutzungsdauer, Jahre	3,4	5,0		2,7
Somatische Zellen, Tsd. je ml Milch	256	414		339

DH = Deutsche Holsteins, BV = Braunvieh, SRB = Schwedische Rotbunte, n = Anzahl Tiere, MM = Milchmenge, LT = Lebenstag, Tsd. = Tausend

## 5 Diskussion

In Deutschland zählt die Milchwirtschaft zu den wichtigsten landwirtschaftlichen Sektoren. Die Gesamtzahl der Milchkühe ist in Deutschland in den letzten 25 Jahren allerdings trotz steigender Milchproduktion deutlich gesunken. Während es im Jahr 1995 deutschlandweit noch 5,2 Millionen Kühe gab, lag der Bestand 2021 bei unter 3,9 Millionen Tieren. Und dieser Trend geht offensichtlich weiter. (STATISTISCHES BUNDESAMT, 1995; BMEL, 2022)

Wie unter Kapitel 2.5 dargestellt, werden Kreuzungen in Milchvieh haltenden Betrieben durchgeführt, um Fruchtbarkeit und Gesundheit der Herden zu verbessern und dabei das Leistungsniveau der Deutschen Holsteins (DH) beizubehalten. Es ist deshalb von Interesse, ob Kreuzungen diesem Anspruch entsprechen, was sich in der Rinderzucht wegen des langen Generationsintervalls und der erwünschten langen Nutzungsdauer allerdings erst nach vielen Jahren zeigt.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden mit Daten aus vier Betrieben in Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg durchgeführt, die mit der Kreuzungszucht 2003 bis 2006 begannen und zum Teil die Milchproduktion bei Erstellung dieser Schrift eingestellt hatten (Betriebe A und C).

Die Kreuzungen machten in den Untersuchungsbetrieben bis zur letzten Datenaufnahme im Durchschnitt 11 bis 42 % des Kuhbestandes aus, im Jahr 2020 waren es in Betrieb D 63 %. In allen Betrieben wurden DH mit der Rasse Schwedische Rotbunte (SRB) gekreuzt. Montbéliarde (MON) wurde in den Betrieben A und B eingesetzt. Braunvieh (BV) war Kreuzungspartner der DH in den Betrieben A, C und D, sowie Jersey (JER) in den Betrieben C und D.

Mit Hilfe der Managementprogramme Herde und HerdePlus der dsp-Agrosoft GmbH wurden die Daten erfasst und unter Berücksichtigung des Einflusses von Geburtsjahrgang und Betrieb ausgewertet.

### 5.1 Leistungsvergleich Deutsche Holsteins (DH) vs. Kreuzungen mit 50 %- DH-Genanteilen

#### 5.1.1 DH vs. MON x DH

In den vorliegenden Untersuchungen sind MON50-Kreuzungen mit 15,1 Monaten im Mittel die jüngsten F1-Färsen bei der ersten Zuchtnutzung. Der Durchschnitt der DH liegt bei 16,5 Monaten, jedoch sind die Mittelwertdifferenzen vs. DH weder im EBA noch im EKA signifikant. Die mittlere ZKZ der DH ist mit 418,3 Tagen tendenziell höher als die ZKZ der Kreuzungen mit 50 % MON-Genanteilen (381,8 Tage,  $p = 0,051$ ).

Da die Rasse Montbéliarde (MON) zur Population der Simmentaler Rinder (SI) gehört (Kapitel 2.4.2.1 Simmentaler/Fleckvieh), liegt ein Vergleich der Ergebnisse der vorliegenden Schrift mit Leistungen dieser Rasse und dem Deutschen Fleckvieh (FV) nahe.

Die ZKZ von F1-Kreuzungstieren aus FV und DH lagen, so wie in den vorliegenden Untersuchungen, unter dem Mittelwert von reinen DH-Kühen. Das geringste EKA hatten in einem Vergleich von DH, FV und deren F1-Kreuzungen jedoch die reinen DH. (SCHICHTL, 2007)

Dagegen unterschieden sich Kühe mit höherem FV-Genanteil hinsichtlich des EKA in Untersuchungen von DIEPOLD (2019) nicht von DH.

Kreuzungen aus HO x MON lagen in Untersuchungen von PENASA (2009) und PENASA et al. (2010) in der ZKZ im Durchschnitt von 5 Kalbungen sogar 10,2 Tage unter der Elterngeneration (irische reinrassige HO, MON), was auf einen Heterosiseffekt zurückgeführt wird.

Für Kreuzungskühe im Milchtyp aus HO und SI wurden im Vergleich mit HO-Kühen bessere Reproduktionsleistungen ermittelt (ZKZ 381 vs. 445 Tage, Trächtigkeitsrate 37,3 vs. 33,6 %). In EKA und Kalbeverlauf gab es jedoch keine Unterschiede. Diese Ergebnisse standen im Zusammenhang mit einer höheren Kondition der Kreuzungstiere (BCS 3,63 vs. 2,94). Im Körpergewicht gab es keine Unterschiede zwischen den genetischen Gruppen ( $p > 0,05$ ). (KNOB et al., 2016)

Ein durch Rückkreuzung erhöhter FV-Genanteil in einer Kreuzungsherde (DH x FV in Wechselkreuzung) im Lehr- und Versuchsgut Oberschleißheim der Tierärztlichen Fakultät der LMU München hatte auf die ZKZ auch einen positiven, verkürzenden Effekt. Innerhalb von fünf Jahren sank die durchschnittliche ZKZ von 434 auf 401 Tage. (DIEPOLD, 2019)

Die positive Wirkung der Kreuzung von MON x DH auf EBA und EKA und die Verkürzung der ZKZ belegen auch MALCHIODI et al. (2011) und MALCHIODI et al. (2014).

In der Milchleistung wird in den vorliegenden Untersuchungen für die MON-Kreuzungen ein hoher Mittelwert ausgewiesen, höher als die Milchleistungen von JER- und BV-Kreuzungen. Nutzungsdauer (2,5 Jahre) und Abgangsalter (3,7 Jahre) liegen unter den Mittelwerten der anderen F1-Kreuzungen. Die hohe Milchleistung bei einem niedrigeren Lebensalter führen, bezogen auf das Lebensalter, zur höchsten mittleren Effektivität (13,4 MM je LT), diese ist jedoch nicht signifikant. Bezogen auf die Melktage erreichen die MON50-Kreuzungskühe als einziger Genotyp mit 30,8 kg den ökonomischen Schwellenwert nach WANGLER UND HARMS (2009) von  $\geq 30,0$  kg MM. MON-Kreuzungen standen vorrangig in Betrieb A, für dessen Herde auch die höchste Effektivität in der Milchleistung von allen vier Untersuchungsbetrieben ermittelt wurde. Obwohl bei der statistischen Bearbeitung des Datenmaterials der Betriebseffekt bereinigt wurde, könnte geschlossen werden, dass das Management bei den Effektivitätsparametern die entscheidende Rolle spielt.

Kreuzungen aus MON x HO waren in Untersuchungen von HOUDEK (2019) in sieben Herden im US-Bundesstaat Minnesota reinrassigen HO in der 305-Tage-Milchleistung der 1. bis 3. Laktation ebenbürtig.

In den Mengeneigenschaften der Milchleistung waren F1-Kreuzungstiere bei SCHICHTL (2007) reinrassigen FV, aber nicht den DH überlegen. Die Heterosiseffekte betragen 276 kg für die (unkorrigierte) Milchmenge, bezogen auf eine komplette Laktation.

Ouweltjes (2012) schloss auf die Wirkung der Heterosis, da sich in seinen Untersuchungen die 305-Tage-Milchleistungen von HO und Kreuzungen aus FV x HO nicht signifikant unterschieden, obwohl die reinrassigen FV den HO um 943 kg unterlegen waren und die Zuchtwerte der Väter höhere Leistungen der reinrassigen Töchter erwarten ließen.

NOLTE (2019) wertete Daten von Kreuzungstieren aus den Rassen FV und DH mit unterschiedlichen Genanteilen aus. Erwartungsgemäß gaben die reinen DH-Kühe die größte Milchmenge, die Kreuzungstiere mit 50 % FV-Genanteil lagen etwa im Bereich des Durchschnitts der Elterntiere.

Gesundheitsmerkmale werden in den vorliegenden Untersuchungen anhand des Abgangsalters, der Nutzungsdauer und des Gehaltes an Somatischen Zellen (SZ) je ml Milch betrachtet. Die F1-MON-Kreuzungen schneiden darin am schlechtesten ab. Während die ND noch im Durchschnitt der anderen Genotypen liegt, ist die mittlere SZ-Zahl (SZZ) sehr hoch, mehr als 100 Tsd. SZ je ml Milch höher als bei den BV50, die auf dem vorletzten Platz liegen. Folgerichtig wird von den MON50 mit 41 % auch nur der niedrigste Anteil Milchproben mit  $< 100$  Tsd. SZ je ml erreicht, bei den anderen Genotypen waren es 45 bis 49 %.

Von einer geringeren SZZ berichten dagegen MALCHIODI et al. (2011), die Differenz der Mittelwerte zwischen HO und MON x HO war jedoch nicht signifikant.

Durch die Kreuzung mit FV wurden bei weiteren Untersuchungen Fitness und Eutergesundheit (Reduzierung der SZ) einer DH-Herde verbessert, jedoch verschlechterte sich die Melkbarkeit. Die Kreuzungen waren hinsichtlich Stoffwechselstabilität und Eutergesundheit DH-Kühen überlegen. (GRUPP, 2001b, 2003; SCHICHTL, 2007; BAADEN, 2012)

Bei NOLTE (2019) wurden in einem Genotypenvergleich trotz hoher Milchleistung bei Kühen mit 10 % FV-Genanteil die zweitniedrigsten Zellzahlen nachgewiesen. Durch besonders hohe Gehalte an SZ fiel eine Gruppe mit 50 %-FV-Genanteilen auf, sie unterschied sich jedoch kaum von reinen DH-Kühen.

Bei zwei Drittel aller von HANEMANN (2014) untersuchten 1.435 FV-Kühe in 35 bayerischen Betrieben wurde mindestens eine Klauenerkrankung diagnostiziert. F1-Kühe aus der Kreuzung von polnischen HF-Kühen mit MON-Bullen zeigten jedoch tendenziell bessere funktionelle Merkmale als reinrassige

polnische HO-Kühe (PUPPEL et al., 2017). F1-Kühe mit 50 % FV-Genanteil erreichten auch in Untersuchungen von DIEPOLD (2019) das höchste Lebensalter zum Zeitpunkt des Abgangs (2.415 Lebens-tage) und lagen in der ND um 16 % über dem Durchschnitt reinrassiger Deutscher Holsteins.

Kreuzungskühe aus HO x SI hatten in der 2. Laktation eine höhere Überlebensrate als HO-Kühe (83 vs. 92 %). Im Durchschnitt war der Prozentsatz der Kühe, die die 1., 2. und 3. Laktation beendeten, bei Kreuzungskühen höher als bei HO-Kühen. (KNOB et al., 2016).

Unter subtropischen Bedingungen zeigten Kreuzungen aus FV x HO die besten Leistungen hinsichtlich Reproduktion (Trächtigkeitsrate, Güstzeit, Zwischenkalbezeit) und Gesundheit (Erkrankungs-rate). Im EKA waren die Kreuzungen FV x HO den HO ebenbürtig (24,8 vs. 24,6 Monate). (NASR et al., 2021)

### 5.1.2 DH vs. JER x DH

JER-Färsen werden in dem vorliegendem Genotypenvergleich deutlich später zuchtreif als DH (18,1 vs. 16,5 Monate). Als adulte Tiere zeigen sich die JER-Kreuzungen mit einer hohen Fruchtbarkeit, ersichtlich an den ZKZ, die signifikant niedriger sind als die der reinrassigen DH und deutlich unter deren Durchschnitt liegen (JER50 375,4 Tage vs. DH 418,3 Tage).

Ein ähnliches Ergebnis in der Fruchtbarkeit von JER-blütigen Tieren zeigte sich bei Kreuzungsexpe-ri-menten in Sachsen, bei denen F1-Tiere (JER x DH) signifikant kürzere Rastzeiten und ZKZ als DH aufwiesen (385,3 vs. 400,5 Tage). (BRADE, W., 2014)

Kreuzungen polnischer HF mit JER schnitten mit mittleren ZKZ von 403 Tagen besser ab als HF mit 446 Tagen ZKZ im Durchschnitt (ADAMCZYK et al., 2018).

Die niedrige Milchleistung der JER50 in den vorliegenden Untersuchungen hinsichtlich Menge (20.481 kg MM) und Effektivität (10,6 kg MM je LT) entspricht den Erwartungen, da hier nur die Milch-menge und nicht die Inhaltsstoffe verglichen werden. Das hohe mittlere Abgangsalter von 5,2 Jahren begründet sich mit der geringen Abgangsrate der Färsen bis zur 1. Kalbung (5,3 % vs. 22,9 % DH vs. 23,0 % Alle Kreuzungen), denn die Nutzungsdauer ist mit 2,5 Jahren nur durchschnittlich. In der Eu-tergesundheit liegen die JER50 mit 437,3 SZ je ml Milch auf dem vorletzten Platz, noch schlechter schneiden nur die MON50-Kreuzungen mit einem Mittelwert von 557,1 SZ je ml Milch ab.

F1-Töchter aus HF x JER hatten bei PRENDIVILLE et al. (2010) eine höhere Milchleistung ( $p < 0,001$ ) und eine höhere Melkbarkeit ( $P < 0,01$ ), verglichen mit dem Mittelwert der Elternrassen, was einem Heterosiseffekt von +1,0 kg Milch pro Tag (+5,8 %) entspricht. In der absoluten Milchleistung lagen sie unter HF, aber signifikant über reinrassigen JER (HF 18,0 kg/Tag vs. JER 14,2 kg/Tag vs. F1 JER x HF 17,1 kg/Tag).

Reinrassige polnische HF erreichten ein durchschnittliches Lebensalter von 6,3 Jahren mit 28.933 kg Milch und einer Effektivität von 20,2 kg Milch je Melktag. Für Kreuzungen aus JER x HF wurde ein geringeres mittleres Lebensalter von 6,1 Jahren und eine Lebensleistung von 27.340 kg Milch erho-ben, aber der gleiche Milchertrag je Melktag wie für die HF. (ADAMCZYK et al., 2018)

In einer irischen Studie wurden Milch- und Fruchtbarkeitsleistung reinrassiger Holstein (HO)-, Friesian (FR)- und JER-Kühe und ihrer jeweiligen Kreuzungen in 40 kommerziellen Milchviehherden mit Früh-jahrskalbung verglichen. HO x FR-Kühe, HO x JER-Kühe und FR x JER-Kühe kalbten jeweils früher als ihre reinrassigen Eltern und hatten kürzere ZKZ. Die Milchleistung war erwartungsgemäß am höchsten bei HO (5.217 kg), bei FR (4.591 kg) mittelmäßig und bei JER (4.230 kg) am geringsten. (COFFEY et al., 2016)

Rasseeffekte für Produktionsmerkmale fielen bei irischen Milchkühen (1. bis 5. Laktation) hinsichtlich der Milchleistung zugunsten der HO aus. In der ZKZ waren Kreuzungen aus HO x FR und HO x JER reinrassigen HO überlegen. (PENASA, 2009; PENASA et al., 2010)

In Neuseeland wurde Ende der 1990er Jahre in einem Umfang von 18 % Kreuzungszucht (HO x JER) betrieben. Unter den damaligen Marktwerten für Milch und Fleisch zeigten Rotationskreuzungsher-den aus HO x JER eine überlegene Rentabilität gegenüber reinrassigen Herden (HO x JER 505 NZ \$/ha vs. HO 398 NZ \$/ha). (LOPEZ-VILLALOBOS; GARRICK; HOLMES; et al., 2000)

Auch in einem Genotypenvergleich von SCHWAGER-SUTER et al. (2001) erwiesen sich Kreuzungen aus JER x HO als effizienter als reinrassige Kühe.

AULDIST et al. (2007) verglichen Reproduktions- und Milchleistung sowie Lebendgewicht und Körperkondition während der frühen Laktation von reinrassigen HO-Kühen mit JER x HO-Kreuzungskühen mit einem Genanteil von 25, 50 oder 75 % HO in vier australischen Herden. Die HO-Kühe hatten in der Früh-laktation eine um 2,2 kg höhere tägliche Milchleistung als die Kreuzungen. Die Tageserträge an Milchfett und -eiweiß unterschieden sich während des Untersuchungszeitraums nicht zwischen HO- und JER x HO-Kühen. Die bessere Fruchtbarkeit der Kreuzungen zeigte sich in höheren Trächtigkeitsraten.

Die höheren Reproduktionsleistungen von JER-Kreuzungen gegenüber HO bestätigen auch ANDERSON et al. (2007). Außerdem war die Inzidenz von Lahmheiten bei JER x HO-Kühen um 13,0 Prozenteinheiten geringer als bei HO-Kühen, die Abgangsrate um 5,1 Prozenteinheiten.

HEINS et al. (2008) ermittelten für JER x HO-Kühe vom 4. bis 150. Laktationstag eine signifikant geringere Milchleistung (4.388 vs. 4.644 kg) als reine HO-Kühe. Die Fett- und Eiweißproduktion während der ersten 150 Tage der Laktation war jedoch bei den Kreuzungen (302 kg) und HO-Kühen (309 kg) nicht signifikant unterschiedlich.

Kreuzungskühe aus JER x HO und HO x JER hatten bei OLSON et al. (2011) eine signifikant höhere Wahrscheinlichkeit, an Mastitis zu erkranken, als reinrassige HO- und JER-Kühe. Dagegen war der Unterschied im EKA nicht signifikant.

DAL PIZZOL et al. (2014) stellten bei adulten, dreijährigen Kühen aus der Kreuzung von HO und JER zum Zeitpunkt des Kalbens jedoch niedrigere Gehalte an SZ ( $p < 0,0001$ ) bei einer geringeren täglichen Milchproduktion fest (F1 HO x JER vs. HO:  $30,81 \pm 0,25$  vs.  $33,24 \pm 0,29$  kg/Tag).

Beide zuvor genannte Schlussfolgerungen von OLSON et al. (2011) und DAL PIZZOL et al. (2014) hinsichtlich der SZ stehen im Widerspruch zu Untersuchungen von PRENDIVILLE et al. (2010), die keinen Unterschied in der Eutergesundheit zwischen HF-, JER- und F1-Kühen (HF x JER) beobachteten.

HEINS et al. (2011) stellten tendenziell höhere SCS (3,79) der JER x HO-Kühe während der 1. und 2. Laktation fest als bei reinen HO-Kühen (3,40); JER x HO-Kühe erkrankten während der 3. Laktation jedoch signifikant weniger (-23,4%) an klinischer Mastitis.

CHAWALA et al. (2013) untersuchten genetische Parameter und Rasseeffekte für das Auftreten von klinischer Lahmheit bei HF-, JER- und Kreuzungsmilchkühen aus beiden Rassen. JER-Kühe hatten eine signifikant geringere Inzidenz (6,0 %,  $p < 0,05$ ) als HF-Kühe (6,8 %), aber eine ähnliche wie die Kreuzungskühe (6,1 %). Die für den Vater geschätzten Zuchtwerte für klinische Lahmheiten lagen zwischen -5 und 8 %, wobei JER-Vererber die niedrigsten Werte aufwiesen. Die Heritabilität für die Erkrankung wurde mit 0,016 geschätzt, somit ist der Einfluss der Selektion der Vererber auf die Erkrankungsrate nur gering. Der Einsatz von JER-Bullen wirkte sich jedoch positiv aus und kann eine Alternative sein, um die genetische Resistenz gegen Lahmheit bei neuseeländischen Milchkühen zu erhöhen. Als Ursache ist vermutlich die Wirkung der Heterosis zu sehen.

Rassenkomplementarität und Heterosis, die durch Kreuzungen erreichbar sind, führten zu einer überlegenen Leistung und folglich zu einer höheren erwarteten Rentabilität bei gekreuzten Kühen der Rassen HO, Friesian und JER im Vergleich zu den jeweiligen reinrassigen Eltern. Auch in diesen Untersuchungen war der Gehalt an SZ der JER-Kreuzungen höher als der Durchschnitt der Elternrassen. (COFFEY et al., 2016)

JER x HF-Kühe wiesen bei VANCE et al. (2013) im Vergleich zu HF-Kühen eine verbesserte Fruchtbarkeitsleistung auf, die sich in höheren Trächtigkeitsraten und kürzeren Günstzeiten zeigte. Der Genotyp hatte keinen Einfluss auf die Fett- und Proteinmenge, bei erwarteten hohen Milchmengen der HF-Kühe und hohen Milchinhaltstoffen der Kreuzungen. Auch bei diesem Genotypenvergleich zeigte sich bei den Kreuzungen der höhere Gehalt an SZ je ml Milch. (VANCE et al., 2012; VANCE et al., 2013)



### 5.1.3 DH vs. BV x DH

EBA und EKA der Braunvieh- (BV-) Kreuzungen liegen in den hier vorgestellten Untersuchungen mit 16,4 bzw. 26,1 Monaten auf dem Niveau der DH (16,5 bzw. 26,3 Monate), es gibt keine signifikanten Differenzen. Die durchschnittliche ZKZ des Genotyps BV50 ist signifikant niedriger als die der DH (395,1 vs. 418,3 Tage).

Die mittlere ZKZ von F1-Kreuzungen aus DH und BV lag auch bei FREYER et al. (2008) deutlich unter dem Mittelwert der reinrassigen DH (F1 367 vs. DH 398 Tage).

Unter subtropischen Bedingungen kalbten Brown Swiss (BS) x HO-Kreuzungen mit 24,2 Monaten im Durchschnitt, HO-Färsen mit 24,6 Monaten, waren in der Fruchtbarkeit der Färsen somit ebenfalls vergleichbar. (NASR et al., 2021)

Das bestätigt Aufzuchtergebnisse von F1-Kreuzungen mit DH und BV, die zur Kalbung bei gleichem EBA (14,2 und 14,3 Monate) und EKA (beide 24,5 Monate) jedoch eine bessere Kondition zeigten als DH. In der ZKZ (1. zur 2. Kalbung) gab es keine Unterschiede. (DOBMAIER, 2012)

Dieses Tiermaterial untersuchte auch BLÖTTNER (2012). Die BV-Kreuzungen wurden nach jeder Kalbung früher wieder zur Zucht zugelassen als reine DH-Kühe, nach der 2. und 3. Kalbung war die Differenz signifikant. (BLÖTTNER et al., 2011a; BLÖTTNER, 2012)

Kreuzungen aus BS x HO wurden in einem Genotypenvergleich von MALCHIODI et al. (2014) nach der 1. Kalbung nicht schneller tragend als HO.

Die Milchleistung der BV50 ist in den vorliegenden Untersuchungen hinsichtlich Milchmenge und Lebensleistung niedrig, aber nicht signifikant, schlechter schneiden nur die JER50 ab.

In der Milchleistung der 1. Laktation lagen BV x DH-Kreuzungen bei DOBMAIER et al. (2012) vor reinrassigen DH und BV, in der Laktationseffektivität waren allerdings die DH besser als die Kreuzungen. Bei FREYER et al. (2008) rangierten F1-Kühe aus BS x DH in der Milchleistung (7.525 kg) zwischen DH (7.894 kg) und BV (6.440 kg).

Kühe aus einer Gebrauchskreuzung von BV und DH erbrachten in der 1. Laktation 0,6 kg/d und in der 2. Laktation 1 kg/d weniger Milchmenge als reinrassige DH. Die längeren und breiteren Zitzen von BV-Kreuzungstieren waren mit niedrigerem Milchfluss, längeren Melkzeiten aber auch mit weniger Behandlungen gegen Eutergesundheitsstörungen verbunden. (DOBMAIER, 2012; FISCHER, B., 2012)

Ein Vergleich von BS x HO-Kreuzungskühen (n = 55) und reinrassigen HO-Kühen (n = 50) zeigte in den ersten drei Laktationen eine signifikante Überlegenheit der HO in der Milchmenge. Der Gehalt an somatischen Zellen in der Milch unterschied sich nicht signifikant. (BLÖTTNER et al., 2011a, b; BLÖTTNER, 2012)

Die Kreuzung von BS und HO wirkte sich in Untersuchungen von DECHOW et al. (2007) dagegen positiv auf Milchertrag und Zellzahl aus.

Die häufigste Abgangsursache von reinrassigem BV war in Untersuchungen von PUNSMANN et al. (2018c) mit 25 % Unfruchtbarkeit, gefolgt von unbekanntem Gründen und hohem Alter, die mittlere Nutzungsdauer lag bei 2,5 Jahren. In diesem Bereich liegt mit 2,7 Jahren auch die Nutzungsdauer der BV50-Kühe des vorliegenden Genotypenvergleichs.

### 5.1.4 DH vs. SRB x DH

SRB50 haben eine durchschnittliche Färsenfruchtbarkeit, sind den DH aber in der ZKZ signifikant überlegen. Die Lebensleistung in der Milchmenge liegt über den DH, jedoch nicht signifikant. In der Lebensleistung entsprechen sie den DH, auch hier ergab sich keine statistische Sicherheit. Im Gehalt an SZ liegen die Kühe des Genotyps SRB x DH auf dem Niveau der DH. Das Abgangsalter ist mit 5,1 Jahren mehr als 1 Jahr höher als das der DH-Kühe. Bei diesem Genotyp ist auch die Nutzungsdauer mit 3,4 Jahren überdurchschnittlich hoch, jedoch nicht signifikant.

SRB waren Nordischen Holsteins in den Fruchtbarkeitsleistungen in Untersuchungen von MUUTTORANTA et al. (2019) von der 1. bis 3. Kalbung überlegen. Sie wurden nach der Kalbung früher

zur Zucht zugelassen und wurden schneller wieder tragend. Kreuzungen aus beiden Rassen zeigten diese Überlegenheit ebenfalls bei MALCHIODI et al. (2014).

FERRIS et al. (2014) betonten die hohe Fruchtbarkeit und Nutzungsdauer der Norwegian Red (NR), die in ihren Untersuchungen bis zur 4. Laktation deutlich höher waren als bei HF.

In der Milchleistung lagen italienische Kreuzungen aus SRB x HO signifikant unter reinrassigen HO (32,35 vs. 35,21 kg Milch/Tag). Auch MON x HO-Kühe hatten höhere Milchleistungen als die Kühe mit 50 % Genanteilen der Rasse SRB. Im Gehalt an SZ waren die SRB-Kreuzungen den HO zwar auch unterlegen, jedoch nicht signifikant. (MALCHIODI et al., 2011)

F1-Kreuzungen aus polnischen HF und SRB zeigten positive Effekte auf Fruchtbarkeit, Milchinhaltstoffe und Eutergesundheit. Um 38,94 % niedrigere Gehalte an SZ belegten eine höhere Resistenz gegen Mastitiden. (SOLARCZYK et al., 2021)

EZRA et al. (2016) verglichen die Leistungen der 1. bis 3. Laktation israelischer HO-Kühe mit Kreuzungen aus HO x NR. HO waren den Kreuzungen in der 305-Tage-Milchleistung, der Fett- und Proteinmenge und der Persistenz signifikant überlegen. Im Gehalt an SZ wurden keine Unterschiede ermittelt. Eine bessere Fruchtbarkeit und Gesundheit der Kreuzungen zeigte sich in höheren Trächtigkeits- und geringeren Metritisraten.

Ziel einer Studie von BEGLEY et al. (2009) war es, potenzielle Unterschiede in der Eutergesundheit anhand der SZZ und der Mastitis-Erkrankungsrate zwischen HF, NR und NR x HF-Kühen in kommerziellen irischen Milchviehbetrieben zu untersuchen. Die mittlere SZZ und der Anteil an Mastitis erkrankter Tiere der Kreuzungen (2,12 SZ/ml Milch, 10,4 % Mastitisrate) lagen signifikant über den reinrassigen NR (2,04 SZ/ml Milch, 6,0 % Mastitisrate), aber unter HF (2,15 SZ/ml Milch, 11,9 % Mastitisrate). Die Ergebnisse zeigten die Überlegenheit des NR in der Eutergesundheit und deuteten an, dass deren Verbesserungen aus der Kreuzung mit dem NR resultieren.

### 5.1.5 Zusammenfassung DH vs. Kreuzungen mit 50 % DH-Genanteilen

Untersuchungen mit polnischen F1-Kühen aus der Kreuzung von HF mit Bullen anderer Rassen (Norman, Norwegian Red, Danish Red, Brown Swiss, Montbéliarde und Simmental) zeigten tendenziell bessere funktionelle Merkmale als reinrassige polnische Holstein-Kühe. (PUPPEL et al., 2017)

Ein zusammenfassender Vergleich der Leistungen Deutscher Holsteins mit F1-Kreuzungen zeigt in den vorliegenden Untersuchungen ein differenziertes Bild (Tabelle 37).

MON50-Färsen werden mit 15,1 Monaten im Durchschnitt mehr als einen Monat früher zur Zucht zugelassen und kalben dementsprechend auch früher das erste Mal als die anderen Genotypen dieses Vergleichs. Die Fruchtbarkeitsdaten der Färsen sind jedoch nicht statistisch gesichert. Das Kalbeintervall der F1-MON-Kreuzungskühe ist durchschnittlich, die Milchleistung hinsichtlich der Menge ebenfalls. Die LEff ist unerwartet hoch, da eine in diesem Vergleich hohe Milchmenge bei mittlerer Nutzungsdauer berechnet wurde. Insgesamt ist sie jedoch zu niedrig, da der ökonomische Schwellenwert für eine Milchviehherde nach WANGLER UND HARMS (2009) von 15,0 kg Milch je Lebenstag nicht erreicht wird. Bei der Auswertung der Gesundheitsdaten (Abgangsalter, Nutzungsdauer, SZZ) schneidet dieser Genotyp am schlechtesten ab. Die Einkreuzung von MON in DH-Herden kann deshalb nicht empfohlen werden.

In der Fruchtbarkeit der Färsen sind die JER50 deutlich schlechter als DH und die anderen F1-Kreuzungen. Für die JER50 wird ein sehr hohes EBA mit 18,1 Monaten im Mittel ausgewiesen. Die meisten JER50-Kreuzungen standen in Betrieb C (n = 47), nur 10 Tiere in Betrieb D. Da das mittlere EBA im Jahr 2015 in Betrieb C bei 15,7 Monaten lag, ist der hohe Durchschnitt der F1-JER-Kreuzungen damit nicht zu erklären. Die Rasse Jersey wird als frühreif, kleinrahmig und mit relativ geringem Körpergewicht beschrieben (Kapitel 2.4.1.3, ELFRICH UND ROESICKE (2015); BLE (2022b)). F1-Färsen haben eine geringere Körpermassezunahme als Schwarzbunte (BRADE, W., 2014) und die anderen Kreuzungen, die in Betrieb C gehalten wurden. Wenn bei der Zuchtzulassung das Lebendgewicht die entscheidende Rolle spielte, könnte dies die hohen Mittelwerte in EBA und EKA der JER-blütigen Tier erklären.

Tabelle 37: Übersicht über mittlere Leistungen DH vs. Kreuzungen mit 50 % DH-Genanteilen

Genotyp / Rasse	Anzahl Tiere	Fruchtbarkeit			Milchleistung		Gesundheit		
		EBA Monate	EKA Monate	ZKZ Tage	MM kg	LEff kg MM / LT	Abgangsalter Jahre	ND Jahre	SZ Tsd. je ml Milch
DH	3.782	16,5	26,3	418,3	27.218	12,9	4,0	2,9	310,1
MON50	74	15,1	25,8	381,3	26.560	13,4	3,7	2,5	552,1
JER50	57	18,1	28,8	375,4	20.481	10,6	5,2	2,5	437,3
BV50	260	16,4	26,1	395,1	23.575	12,1	4,0	2,7	318,0
SRB50	434	16,4	26,2	392,3	28.979	12,5	5,1	3,4	329,5

EBA = Erstbesamungsalter, EKA = Erstkalbealter, ZKZ = Zwischenkalbezeit, MM = Milchmenge, LT = Lebenstag, ND = Nutzungsdauer, SZ = Somatischer Zellgehalt, Tsd. = Tausend, DH = Deutsche Holsteins, MON = Montbéliarde, JER = Jersey, BV = Braunvieh, SRB = Schwedische Rotbunte, Zahlen im Genotyp geben den Genanteil in % an

Der Genotyp BV50 entspricht in den Fruchtbarkeitsleistungen und Gesundheitsparametern dem Durchschnitt der F1-Kreuzungen. Auch im Abgangsalter, der Nutzungsdauer liegen sie im Mittelfeld der F1-Kreuzungen. Der Gehalt an SZ ist mit 318,0 der niedrigste unter den F1-Tieren, liegt jedoch auf dem Niveau der DH und SRB50.

Aus Sicht amerikanischer Milcherzeuger erreichen Kreuzungen mit JER und BS ein höheres Lebensalter als reinrassige HO (WEIGEL UND BARLASS, 2003). Das bestätigen CLASEN et al. (2017) und empfehlen deshalb Kreuzungen von Dänischen HO mit Danish Red und Danish JER, um die Langlebigkeit dänischer Milchkühe zu verbessern. In Bezug auf das Abgangsalter bestätigen die vorliegenden Untersuchungen dies. Eine Empfehlung zur Kreuzung mit JER und BV kann trotzdem nicht gegeben werden, da die F1-Kühe in den anderen Parametern nicht überzeugen.

Die höchste Milchleistung wird in Tabelle 37 für die F1-Kreuzungen mit SRB ausgewiesen. Die Färsen zeigen eine durchschnittliche Fruchtbarkeit, in der ZKZ sind SRB50-Kühe, so wie auch alle anderen F1-Kreuzungen, den DH signifikant überlegen. Die höchste durchschnittliche Nutzungsdauer (3,4 Jahre) und ein ebenso hohes mittleres Abgangsalter von 5,1 Jahren wie die JER-F1-Tiere (5,2 Jahre) weisen auf eine stabile Gesundheit und Leistungsfähigkeit hin. Der durchschnittliche Gehalt an SZ liegt auf dem Niveau der DH- und BV50-Kühe, ebenso der Anteil von 45 % der Milchproben mit < 100 Tsd. SZ je ml. Somit kann die Rasse SRB zu einer Leistungsverbesserung von DH-Herden, insbesondere hinsichtlich Gesundheit und Langlebigkeit, beitragen.

## 5.2 Leistungsvergleich Deutsche Holsteins (DH) vs. Kreuzungen unterschiedlicher Genotypen

Der Zuchtverband VikingGenetics bewirbt die „Kreuzungszucht als effektives Instrument zur Verbesserung der Fruchtbarkeit“ (VIKINGGENETICS, 2022). Das Züchtungsprogramm ProCROSS, vorgestellt in Kapitel 2.5.3.5, wird in den vorliegenden Untersuchungen mit dem Genotyp PRCR (MON x (SRB x DH)), der diesem Kreuzungsprogramm entspricht, gesondert betrachtet.

Die Fruchtbarkeit der Färsen aller Kreuzungen (AK) ist mit den DH vergleichbar (Tabelle 38). Das Kalbeintervall der Kreuzungskühe ist jedoch signifikant niedriger (AK 389,8 vs. DH 418,3 Tage), hier zeigen sich PRCR-Kühe am leistungsstärksten (371,8 Tage), gefolgt von den 3-Rassen-Kreuzungen (387,0 Tage). Da im Genotyp PRCR 50 % MON-Genanteile zum Tragen kommen, entspricht die frühe Zuchtnutzung den Erwartungen. Es muss aber an dieser Stelle darauf verwiesen werden, dass das mittlere Kalbeintervall der DH dem Zuchtziel entspricht.

Die höchste Milchleistung erreichen erwartungsgemäß die DH. In Milchmenge, LEff und Abgangsalter schneiden die PRCR-Kühe besser ab als die anderen 3-Rassen-Kreuzungen, erreichen aber nicht das Niveau der DH. Die Eutergesundheit ist wiederum bei den 3-Rassen-Kreuzungen deutlich besser als bei PRCR und ist vergleichbar mit DH, DH > 75 und AK.

Aus dieser Auswertung kann keine Empfehlung für Kreuzungen mit DH abgeleitet werden, dafür sind die Lebensleistungen und die Gesundheitsparameter zu schlecht.

Nachteilig sind auch die geringen Leistungen der Genotypen mit mehr als 75 % DH-Anteilen. Die Rückkreuzungen mit DH zeigen in dieser Auswertung, dass mit einem Leistungsabfall gerechnet werden muss, wenn die Heterosis rückläufig ist. Wenn in einer Herde gekreuzt wird, muss auch die Weiterzucht in den folgenden Generationen in Betracht gezogen werden. Kreuzungen über die F2-Generation mit einer 3. Rasse hinaus sind nicht zu empfehlen.

Tabelle 38: Übersicht über mittlere Leistungen DH vs. Kreuzungen unterschiedlicher Genotypen

Genotyp	Anzahl Tiere	Fruchtbarkeit			Milchleistung		Gesundheit		
		EBA Monate	EKA Monate	ZKZ Tage	MM kg	LEff kg MM / LT	Abgangsalter Jahre	ND Jahre	SZ Tsd. je ml Milch
DH	3.782	16,5	26,3	418,3	27.218	12,9	4,0	2,9	310,1
Alle Kreuzungen	2.469	16,3	26,1	389,8	25.126	11,7	3,9	2,7	318,8
DH > 75	412	17,1	26,9	406,2	13.266	8,7	2,6	1,5	308,6
PRCR	82	15,6	25,6	371,8	23.668	12,1	3,7	2,4	414,7
3-Rassen-Kreuzungen	479	16,6	26,3	387,0	19.354	10,1	3,4	2,3	311,5

EBA = Erstbesamungsalter, EKA = Erstkalbealter, ZKZ = Zwischenkalbezeit, MM = Milchmenge, LEff = Lebens effektivität, LT = Lebenstag, ND = Nutzungsdauer, SZ = Somatischer Zellgehalt, Tsd. = Tausend, DH = Deutsche Holsteins, PRCR = ProCROSS (MON50SRB25), MON = Montbéliarde, SRB = Schwedische Rotbunte, Zahlen im Genotyp geben den Genanteil in % an

Ein deutscher Praktiker berichtete, dass ProCROSS-Färsen bereits mit 13 bis 14 Monaten zur Zucht zugelassen wurden, während die Holstein-Färsen der gleichen Herde erst mit 15 Monaten zuchtreif waren, außerdem konnten die Kreuzungskühe problemlos mit dem Melkroboter gemolken werden und lagen in der Milchleistung über dem Herdendurchschnitt (32 vs. 31 kg Milch pro Tag, VIKINGGENETICS (2020)). Die Differenz zwischen DH und PRCR bestätigt sich hinsichtlich EBA und EKA auch in den vorliegenden Untersuchungen, bei der Milchleistung jedoch nicht.

In Italien begannen Milcherzeuger bereits Ende der 1990er Jahre, die Holsteins zu kreuzen. Ergebnisse der Milchkontrollen in sechs Betrieben zeigten Vorteile in der Fruchtbarkeit und in den Milchinhaltstoffen, in der Milchleistung waren sie jedoch den Holsteins unterlegen. Die Zwischentragezeit der ProCROSS-Kreuzungen der 1. (F1: SRB x HO) und 2. Generation (MON x F1) betrug 97 bis 133 Tage im Mittel, HO lagen bei durchschnittlich 128 bis 174 Tagen. Für die Milchmenge wurden in den Betrieben Mittelwerte der HO von 8.967 bis 11.252 kg ausgewiesen, die Kreuzungen lagen mit 8.019 bis 10.271 kg darunter. Diese Ergebnisse stimmen mit den vorliegenden überein. (SCHRÖPFER, 2010)

Der Milchennergieertrag (Milk energy output, Mcal/d) von ProCROSS-Kreuzungen lag auch in den langjährigen Untersuchungen von SHONKA-MARTIN; HEINS; et al. (2019) unter dem reinrassiger Holsteins. Hinsichtlich der Futtermittelverwertung waren sie jedoch den Holsteins überlegen (+5,5 % Effizienz der Futtermittelverwertung).

Dänische Milchviehhalter sahen Vorteile der Kreuzungen in den funktionalen Merkmalen und zeigten sich in einer Umfrage zu 55 % zufrieden mit den 3-Rassen-Kreuzungen. 50 bis 60 % sahen die Vorteile bei Langlebigkeit, Gesundheit und Fundament, bis zu 30 % bei Fruchtbarkeit, Rentabilität und Vitalität. (SCHRÖPFER, 2010)

BRÄHMIG (2011) konnte für die Laktationsleistung nahezu keine Effekte für die F1-Generation (BV x DH) nachweisen und nur geringe für die R1-Generation (Rückkreuzung, DH x F1). Im Fett- und Eiweißgehalt zeigte die F1-Generation eine Heterosis von 2,83 % bzw. 1,89 %, die Leistungsunterschiede der Kreuzungen vs. reinrassigen Ausgangsrassen waren jedoch nicht signifikant. Obwohl die F1- und die R1-Generation bei den Milchinhaltstoffen eine bessere Laktationsleistung zeigten als die reinrassige Elterngeneration, waren die DH bei der Betrachtung jeder einzelnen Mengeneigenschaft allen anderen Genotypen überlegen. Erwartungsgemäß ergaben sich bei der F1-Generation für die somatischen Zellen außerordentlich gute Werte gegenüber der reinrassigen Generation. Die Verbesserung lag hier bei -19,79 %, was -56 Tsd. SZ je ml Milch entspricht. Die Fruchtbarkeitsmerkmale Rastzeit, Verzögerungszeit und Güstzeit (-10,94 %, -9,97 %, -10,61 %) und damit die ZKZ (-2,07 %) wurden bei der F1- Generation deutlich verbessert, jedoch nicht bei den Rückkreuzungen.

Das höhere Potential von Kreuzungen aus MON x (SRB x HO) hinsichtlich der Fruchtbarkeit wiesen auch MALCHIODI et al. (2014) nach. Die Kreuzungskühe wurden schneller wieder tragend und hatten höhere Trächtigkeitsraten nach der 1. Besamung als HO, was die ZKZ verkürzte.

### **5.3 Leistungsvergleich Deutsche Holsteins (DH) vs. Kreuzungen mit MON, BV und SRB mit unterschiedlichen Genanteilen**

In Betrieb A wurden MON an DH angepaart und mit DH rückgekreuzt, aus Betrieb D liegen Daten von BV x DH und deren F1- und F2-Töchtern aus Rückkreuzungen mit DH vor. Die Leistungen der Kreuzungen wurden mit denen der reinrassigen DH der gleichen Geburtsjahrgänge aus dem jeweiligen Betrieb verglichen. SRB-Kreuzungen und deren Rückkreuzungen mit DH und SRB standen in allen Betrieben, ihr Vergleich bezieht sich auf die DH der Gesamtstichprobe (Tabelle 39).

Die positive Wirkung der Kreuzung auf die Fruchtbarkeit verringert sich mit jeder Rückkreuzung, EBA, EKA und ZKZ steigen mit der Zunahme des DH-Genanteils. Bei den BV-Kreuzungen ist dieser Anstieg im EBA von der F1-Generation zu F2 und F3 zum Teil signifikant.

Im Betrieb A, in dem die MON-Kreuzungen standen, wurden die hier untersuchten Färsen im Durchschnitt mit 15,3 Monaten das erste Mal besamt und damit signifikant früher als in den anderen Betrieben (Tabelle A8). Das EBA steigt mit zunehmendem DH-Genanteil von 15,1 auf 15,5 Monate,

wobei die DH im Mittel mit 15,1 Monaten besamt wurden und damit im gleichen Alter wie die F1-Kreuzungen.

In Betrieb D mit BV-Kreuzungen ist das EBA insgesamt sehr hoch (mittleres EBA im Jahr 2020: 19,0 Monate, Tabelle 18), der Durchschnitt aller Färsen dieses Betriebes liegt im Untersuchungszeitraum mit 18,3 Monaten signifikant über den Durchschnitten aller anderen Betriebe. Die DH wurden im Mittel noch später zugelassen, wenn auch unwesentlich, als alle BV-Kreuzungen (EBA 18,6 vs. 17,2 bis 18,5 Monate).

Bei den SRB-Kreuzungen steigen die Mittelwerte bei der Rückkreuzung mit DH in den Fruchtbarkeitsparametern nicht so deutlich an, wie bei den vorgenannten MON- und BV-Kreuzungen. EBA, EKA und ZKZ der DH liegen mit 16,5 und 26,3 Monaten auf gleichem Niveau wie die der SRB-Kreuzungen. Bei Rückkreuzung von F1-Tieren mit SRB (SRB75) ist in EBA und EKA wegen der fehlenden Signifikanz keine eindeutige Schlussfolgerung ablesbar, obgleich die Mittelwerte wesentlich höher sind. Die ZKZ ist bei einem Anteil von 75 % SRB signifikant niedriger als bei reinen DH.

In der Milchleistung lässt sich eine eindeutige, weil signifikante Aussage nur bei den BV-Kreuzungen im Vergleich mit den DH ableiten, die alle deutlich weniger Milch gegeben haben, aber nicht im Vergleich der Kreuzungsgenerationen untereinander. SRB-Kreuzungen sind den DH ebenbürtig (SRB50), überlegen (SRB25) oder unterlegen (SRB75, SRB12,5), eine Tendenz zeigt sich hinsichtlich des DH- bzw. SRB-Genanteils nicht. Die Milchmenge der MON-Kreuzungen sinkt mit der Rückkreuzung auf DH. Obwohl für die MON50 eine höhere Lebensleistung ermittelt wurde, zeigt sich wegen der fehlenden statistischen Sicherheit auch hier kein eindeutiges Bild.

Ähnlich sieht es bei dem Vergleich der Effektivität der Milchleistung aus. DH schneiden am besten ab oder sind gleichwertig (DH vs. SRB25). Eine klare Tendenz bzgl. der steigenden DH-Genanteile wird nicht deutlich oder ist, wie im Falle der MON-Rückkreuzungen, nicht statistisch gesichert.

Abgangsalter und Nutzungsdauer deuten einen Einfluss des steigenden DH-Genanteils bzw. einen möglichen Rückgang der Heterosis bei den Rückkreuzungen an. Abgangsalter, Nutzungsdauer und Anzahl Laktationen sinken von der F1- bis F3-Generation bei den MON-Kreuzungen, teilweise signifikant. Die BV-Kreuzungen bestätigen dieses Bild jedoch nicht, bei den SRB-Kreuzungen sind die Veränderungen nicht statistisch gesichert.

In einer Untersuchung zur Erhöhung des FV-Genanteils hatte eine Rückkreuzung eine geringere Milchleistung der Tochtergenerationen im Abgangsjahr zur Folge (DIEPOLD, 2019).

DECHOW et al. (2007) untersuchten Leistungen von BS und HO sowie deren Kreuzungen und Rückkreuzungen. Die BS x HO-F1-Kreuzungen waren reinrassigen BS in der Milch-, Fett- und Eiweißmenge überlegen und gleichwertig mit reinrassigen HO. Die Rastzeit war nach der 1. und 2. Kalbung signifikant niedriger als bei allen reinrassigen Tieren und nach der 3. Kalbung niedriger als bei HO, aber in gleicher Höhe wie bei BS. Durch die Rückkreuzung auf BS gingen alle Leistungen signifikant zurück. Die Autoren schlossen die Anpaarung von Vätern mit geringeren Zuchtwerten aus und nahmen Rekombinationsverluste dafür als Ursache an.

Kreuzungen aus HO mit MON in 1.137 Herden und Normande (NO, 1.033 Herden) wurden hinsichtlich Inzucht und Rassenunterschieden mit reinrassigen HO verglichen. Die Kreuzungen machten jeweils einen Anteil von 13 % des Kuhbestandes aus. HO waren den Kreuzungen in der 305-Tage-Milchleistung genetisch überlegen (MON x HO: +951 kg MM, +40 kg Fett, +17 kg Protein, NO x HO: +2.444 kg MM, +102 kg Fett +54 kg Protein), jedoch in der Fruchtbarkeit mit -0,27 bis -0,44 % geringeren Trächtigkeitsraten unterlegen. Bei allen Merkmalen zeigten sich positive Heterosiseffekte in der F1-Generation, die jedoch bei rückgekreuzten Kühen verloren gingen, worauf Rekombinationsverluste hindeuteten. (DEZETTER et al., 2015)

Tabelle 39: Mittlere Leistungen DH vs. Kreuzungen unterschiedlichen Genotyps mit DH-Genanteilen von 75, 50, 25 und 12,5 %

Genotyp	Anzahl Tiere	Fruchtbarkeit			Milchleistung		Gesundheit		
		EBA Monate	EKA Monate	ZKZ Tage	MM kg	LEff kg MM / LT	Alter, Jahre	ND Jahre	SZ Tsd. je ml Milch
DH	1.353	15,1	25,0	400,4	25.604	14,0	4,0	2,4	301,6
MON50	61	15,1	24,9	383,7	27.020	13,7	3,7	2,5	608,5
MON25	22	15,3	25,0	421,6	24.896	13,1	3,0	2,2	313,6
MON12,5	24	15,5	25,6	428,4	18.572	12,0	2,9	1,3	196,2
DH	351	18,6	27,7	432,8	24.356	11,6	2,9	3,0	237,3
BV50	104	17,2	26,8	405,0	18.173	9,3	4,0	2,7	316,1
BV25	84	17,9	27,5	417,5	22.071	10,1	4,2	2,7	277,4
BV12,5	34	18,5	27,7	422,4	13.455	7,8	3,0	1,5	392,4
DH	3.104	16,5	26,3	418,0	26.503	12,7	4,0	2,9	309,7
SRB75	10	18,3	27,6	355,1	18.719	8,8	4,3	2,2	271,7
SRB50	350	16,3	26,0	390,5	26.049	11,8	4,9	3,0	326,5
SRB25	260	16,3	26,2	402,4	29.684	12,8	4,0	2,8	300,7
SRB12,5	90	17,1	26,9	396,2	21.215	10,3	3,7	2,2	262,5

EBA = Erstbesamungsalter, EKA = Erstkalbealter, ZKZ = Zwischenkalbezeit, MM = Milchmenge, LEff = Lebens effektivität, Alter = Abgangsalter, LT = Lebenstag, ND = Nutzungsdauer, SZ = Somatischer Zellgehalt, Tsd. = Tausend, DH = Deutsche Holsteins, MON = Montbéliarde, BV = Braunvieh, SRB = Schwedische Rotbunte, Zahlen im Genotyp geben den Genanteil in % an

Signifikanz: EBA: MON12,5 vs. DH, MON50 ( $p < 0,05$ ), DH vs. BV50, BV25 ( $p < 0,001$ ), BV50 vs. BV25, BV12,5 ( $p < 0,05$ ), SRB75 vs. SRB50, SRB25 ( $p < 0,05$ ); EKA: DH BV50 ( $p < 0,001$ ), DH vs. BS2;5 ( $p < 0,05$ ); BV50 vs. BV25 ( $p < 0,05$ ), BV50 vs. BV12,5 ( $p < 0,001$ ); ZKZ: DH vs. BV50 ( $p < 0,01$ ), DH vs. SRB75 ( $p < 0,05$ ); MM: DH vs. BV50, BV12,5, BV50 vs. BV25 ( $p < 0,05$ ); LEff: DH vs. BV50, BV25, BV12,5 ( $p < 0,05$ ), BV25 vs. BV12,5 ( $p < 0,05$ ); Abgangsalter: DH vs. Mon12,5 ( $p < 0,01$ ), DH vs. BV50, BV25 ( $p < 0,001$ ), BV12,5 vs. BV50, BV25 ( $p < 0,05$ ); Nutzungsdauer: MON12,5 vs. DH, MON50 ( $p < 0,05$ ), BV12,5 vs. DH, BV50, BV25 ( $p < 0,001$ ); SZ: DH vs. BV50 ( $p < 0,05$ )



## 5.4 Erstkalbealter und Lebenseffektivität von Töchtern der Rassen MON, JER, BV und SRB sowie Töchtern ausgewählter Väter dieser Rassen

Um festzustellen, ob bei Leistungssteigerungen von Kreuzungen in der F1-Generation die Rasse des Vererbers ausschlaggebend ist oder der Zuchtwert des Bullen, ohne Berücksichtigung seiner Rasse, erfolgte eine Vorauswahl von 10 Bullen mit der jeweils höchsten mittleren Leistung seiner Töchter in den Parametern EKA für die Fruchtbarkeit und LEff für die Milchleistung. Der Genotyp der Mütter wurde nicht berücksichtigt. Dem gegenübergestellt wird die Rangierung nach den Leistungen der F1-Töchter von allen Vätern der Rassen MON, JER, BV und SRB sowie von reinrassigen DH.

Bei der Rangierung nach dem EKA liegen die 428 F1-Töchter der 13 BV-Väter mit 25,2 Monaten auf dem 1. Rang, gefolgt von 578 F1-Töchtern von 17 SRB-Vätern mit 25,8 Monaten (Tabelle 41, Abbildung 38, Tabelle A13). Auf dem 3. Rang folgen die DH, die Plätze 4 und 5 nehmen die F1-Töchter von MON- und JER-Bullen ein.

In der mittleren Lebenseffektivität liegen die 51 JER-F1-Töchter von 3 Bullen mit 13,6 kg MM je LT auf Rang 1, vor DH mit 13,1 kg MM je LT und signifikant darunter BV und SRB (12,0 und 11,6 kg MM je LT). Schlusslicht sind die 130 MON-F1-Töchter von 3 Bullen mit 11,3 kg MM je LT (Tabelle 40, Tabellen A14).

F1-Töchter der JER-Bullen Brazo und Rampant rangieren mit mittleren EKA von 23,8 und 24,2 Monaten vor den SRB-Bullen Gunnarstorp und Tuima mit jeweils 24,5 Monaten auf den ersten Plätzen. Die Töchter von zwei weiteren SRB-Bullen haben mittlere EKA von 25,4 (Langbo) und 26,1 Monaten (A Linne) und liegen damit auf dem 7. Platz und dem 11. und somit letzten Platz. Der 5. Platz wird von den Töchtern des MON-Bullen Triomphe belegt, weitere Töchter von MON-Vätern landen jedoch auf den Plätzen 8 und 10. Unter die besten 10 Bullen mit niedrigen EKA hat es nur ein BV-Bulle (Agenda) geschafft, er belegt mit seinen Töchtern den 6. Platz.

Die höchste mittlere Lebenseffektivität wird von 8 Töchtern des JER-Bullen Rampant erreicht (15,6 kg MM je LT), gefolgt von 14 Töchtern des MON-Bullen Plumitif (15,3 kg MM je LT). Diese Kühe liegen als einzige F1-Töchter-Gruppe im Mittel über dem Schwellenwert für eine effektive Lebensleistung von 15,0 kg MM je LT nach WANGLER UND HARMS (2009). Der SRB-Bulle mit den effektivsten Töchtern ist der Bulle Gunnarstorp, er liegt auch nach der Lebenseffektivität auf Platz 3. Der zweite SRB-Bulle (Peterslund) rangiert in der Effektivität auf dem vorletzten Platz, gehört aber in der Fruchtbarkeit nicht zu den 10 Vätern mit den besten Töchtern.

Bei einem nach der Anzahl F1-Töchter gewichteten Ranking der Fruchtbarkeit (EKA) liegen die 23 Töchter der beiden besten JER-Bullen auf dem 1. Platz (Tabelle 41). Im Vergleich aller F1-Töchter, ohne Vorauswahl einzelner Väter, belegen die F1-Nachkommen der Rasse JER in diesem Parameter den 5. und damit letzten Rang.

Auf dem gewichteten 2. Platz folgen die Töchter der MON- und BV-Väter, die den 03., 08. und 10. Platz (MON) sowie den 06. Platz (BV) in der „Einzelwertung“ belegen. F1-Töchter aller MON-Bullen liegen in der Auswertung nach der Rasse nur den 4. bzw. vorletzten Rang.

Auf dem vorletzten Platz in der gewichteten Rangfolge der Bullen rangieren die F1-Töchter der SRB-Bullen. In der „Einzelwertung“ sind die Bullen Gunnarstorp und Tuima zwar auf den Rängen 3 und 4, haben aber nur jeweils 11 Töchter. Die Bullen Langbo mit 15 Töchtern und A Linne mit 28 Töchtern belegen die hinteren Plätze 7 und 11, senken somit den gewichteten mittleren Rang. Bei der Gesamtauswertung der Rasse erreichen die SRB mit insgesamt 578 Töchtern den 2. Platz (Tabelle 41).

Auch bei dem Ranking in der Lebenseffektivität gibt es keine Übereinstimmung im Rang nach der Rasse und nach der gewichteten Anzahl Töchter der Väter einer Rasse.

Bei der Auswahl der Kreuzungspartners für DH sollte deshalb eher der Zuchtwert eines Bullen die entscheidende Rolle spielen und nicht seine Rasse. Derzeit werden die Zuchtwerte der Vererber jedoch nicht rasseübergreifend und/oder auf der Basis der Leistungen von Kreuzungsnachkommen

geschätzt. Genomische Zuchtwerte (gZW) können auch für weibliche Rinder schon frühzeitig vorliegen, derzeit aber nicht für gekreuzte Färsen und Milchkühe, was eine frühzeitige Selektion erschwert.

*Tabelle 40: Rangierung von Deutschen Holsteins und Töchtern der Rassen Montbéliarde, Jersey, Braunvieh und SRB nach dem Erstkalbealter und der Lebenseffektivität*

Rasse	Erstkalbealter (EKA)			Lebenseffektivität (LEff)		
	Anzahl		Rang	Anzahl		Rang
	Väter	Töchter		Väter	Töchter	
DH		3.783	3		3.782	3
MON	3	165	4	3	130	4
JER	4	57	5	3	51	1
BV	13	428	1	13	95	2
SRB	17	578	2	17	149	5

DH = Deutsche Holsteins, MON = Montbéliarde, JER = Jersey; BV = Braunvieh; SRB = Schwedische Rotbunte

*Tabelle 41: Nach der Anzahl Töchter gewichtete Rangierung von Deutschen Holsteins und F1-Töchtern ausgewählter Bullen der Rassen Montbéliarde, Jersey, Braunvieh und SRB nach dem Erstkalbealter und der Lebenseffektivität*

Rasse	Erstkalbealter (EKA)			Lebenseffektivität (LEff)		
	Anzahl		Rang	Anzahl		Rang
	Väter	Töchter		Väter	Töchter	
DH		2.917	3		2.050	2
MON	3	124	2	2	84	1
JER	2	23	1	3	38	4
BV	1	27	2	3	38	3
SRB	4	43	5	2	119	5

DH = Deutsche Holsteins, MON = Montbéliarde, JER = Jersey; BV = Braunvieh; SRB = Schwedische Rotbunte

In Neuseeland erfolgte schon vor 20 Jahren eine rassenübergreifende genetische Bewertung und Selektion von Bullen, die in der Kreuzung eingesetzt wurden. Die Kreuzungstöchter selbst wurden jedoch nicht in die Prüfung einbezogen. (LOPEZ-VILLALOBOS; GARRICK; BLAIR; et al., 2000)

Die Bayern-Genetik GmbH wirbt für einen TYP-Zuchtwert, dessen einfache Anwendung den Betriebsleitern in Rein- und Kreuzungszucht die Verfolgung betriebsindividueller Zuchtziele erlaubt und es ermöglicht, eine Kuh mit der richtigen Balance und ohne Extreme zu züchten (BAYERN-GENETIK GMBH, 2023). Auf der Webseite der Besamungsverein Neustadt a.d. Aisch e.V. werden nachkommegeprüfte Fleckvieh-Bullen für die Kreuzung angeboten (BVN, 2023). Aus den Informationen geht jedoch hervor, dass auch hier keine Prüfung der Bullen anhand ihrer gekreuzten Töchter erfolgt.

Die Zuchtverbände VikingGenetics und VikingDanmark berechnen mit der Nordisk Avlsvaerdi Vurdering (NAV, Nordische Zuchtwertschätzung) seit Dezember 2021 genomische Zuchtwerte (genomic estimated breeding values, GEBV) für Milchrind-Kreuzungen aus Dänemark, Finnland und Schweden. Zunächst erhielten nur genotypisierte Zwei- und Dreiwegekreuzungen zwischen Red Danic Cattle, Jersey und Holstein einen GEBV, ab 2022 auch Kreuzungen mit Montbéliarde. Die GEBV werden basierend auf Arbeiten der Universität Aarhus, VikingGenetics und VikingDanmark im Rahmen des GUDP-Projekts DairyCross (Grønt Udviklings- og Demonstrationsprogram, Green Development and Demonstration Program of the Danish Ministry of Food, Agriculture and Fisheries) entwickelt. Ziel des Projektes ist die Implementierung von GEBV von Kreuzungstieren und damit die Unterstützung bei der Wahl von Kreuzungspartnern in der praktischen Milchrindzucht in Nordeuropa. Des Weiteren werden Module für ein Besamungs-Planungsprogramm mit genomischen Informationen der Kreuzungstiere erarbeitet, um die Vielfalt der Kreuzungen zu maximieren. Darüber hinaus wird das Projekt als eine Entscheidungsgrundlage für ein Design reinrassiger Milchviehlinien für die

Erzeugung effizienter Kreuzungsnachkommen dienen. (FOGH et al., 2021; FOGH et al., 2022; THOMASEN et al., 2023)

In den USA wurde untersucht, ob GEBV auf der Basis von Referenzpopulationen reinrassiger Bullen geschätzt werden können, indem die Rasseanteile gewichtet werden (STEYN et al., 2021). Im April 2019 erweiterte der amerikanische Council on Dairy Cattle Breeding (CDCB) sein genomisches Bewertungssystem auf gekreuzte Milchkühe (WIGGANS et al., 2019).

Um GEBV für gekreuzte Färsen und Kühe ermitteln zu können, prüften EIRIKSSON et al. (2022), ob die Auswirkungen von Marker-Allelen bei gekreuzten Tieren vom Rasseursprung der Allele (breed origin of the alleles, BOA) abhängig sind. Im Ergebnis stellten sie fest, dass durch die Kombination geschätzter Markereffekte aus reinrassigen Bewertungen basierend auf BOA ein verlässlicher GEBV für gekreuzte Milchkühe erhoben werden kann.

Die Umsetzung von GEBV für weibliche Kreuzungen ermöglicht den Landwirten, genomisch getestete gekreuzte und reinrassige Färsen in einer Herde gleichermaßen zu selektieren. (EIRIKSSON et al., 2021; FOGH et al., 2021; EIRIKSSON et al., 2022; FOGH et al., 2022; THOMASEN et al., 2023)

In Bayern werden Ergebnisse von Leistungsprüfungen einschließlich Kreuzungen veröffentlicht, allerdings nur in der Schlachtleistungsprüfung von Fleckvieh- und Braunvieh-Jungbullen (LKV BAYERN, 2022). Anpaarungsempfehlungen für die Kreuzung mit Milchrindern werden vorrangig für die Gebrauchskreuzung mit Fleischrassen gegeben (BERKEMEIER UND HILBK-KORTENBRUCK, 2019).

Unter dem Suchwort „Kreuzung“ veröffentlichen auch die RINDERALLIANZ GMBH (2023), eines der größten Zuchtunternehmen in Deutschland, und die PHÖNIX GROUP (2023), in der sich sieben deutsche und französische Rinderzuchtorganisationen zusammengeschlossen haben, nur Bullenangebote von Fleischrindern.

## 5.5 Einfluss des Herdenmanagements auf Leistungsunterschiede zwischen DH und Kreuzungen

### 5.5.1 Leistungsniveau der Herden in den Untersuchungsbetrieben

An dieser Stelle soll darauf verwiesen werden, dass es sich in den vorliegenden Untersuchungen um Daten aus Praxisbetrieben handelt. Die Autorinnen konnten keinen Einfluss auf Qualität und Quantität der Datenerhebung mit den Managementprogrammen nehmen. Trotz statistischer Bearbeitung mittels gemischter linearer Modelle erscheint es deshalb sinnvoll, das Leistungsniveau in den Betrieben bei der Diskussion der Ergebnisse zu berücksichtigen. Die Bewertung des Leistungsniveaus erfolgt anhand der Herdenleistungen des Kalenderjahres 2020 der Betriebe A, B und D, sowie des Jahres 2015 des Betriebes C, den letzten auswertbaren Kalenderjahren, d.h. von Januar bis Dezember.

Die Fruchtbarkeitsleistungen der Tiere der Betriebe A, B und C entsprechen den Empfehlungen aus der Literatur (Tabelle 42). Das EBA ist mit 15,0 bis 15,7 Monaten leicht erhöht. In Betrieb D wurden im Jahr 2020 sehr hohe durchschnittliche EBA und EKA mit 19,0 und 27,4 Monaten verzeichnet. Das Management des Betriebes scheint die späte Zuchtzulassung zu präferieren, da auch für zurückliegende Jahre (2007 bis 2019) EBA von 16,7 bis 19,3 Monaten und EKA von 26,3 bis 28,7 Monaten ausgewiesen werden. Die Zwischenkalbezeit (ZKZ) ist in allen vier Untersuchungsbetrieben mit 403 bis 410 Tagen praxisüblich und entspricht den Zielwerten für DH (Tabelle 42).

Das Zuchtziel der DH strebt eine Lebensleistung von 40.000 kg Milch an (RINDERALLIANZ GMBH UND MRV, 2021a). Rentable Herden sollten 30.000 kg Milch im Durchschnitt bei einer Nutzungsdauer von mehr als 3 Jahren erwirtschaften (Tabelle 42). Diese Herdenleistungen erzielen die Betriebe A, B und C. In der Nutzungsdauer liegt der Betrieb A mit 2,8 Jahren jedoch unter dem Zielwert. Da in diesen Betrieben der durchschnittliche Anteil Kreuzungen weniger als 20 % des Bestandes umfasst, können die Zielwerte für DH als Leistungsmaßstab herangezogen werden.

Betrieb D wirtschaftet ökologisch. Ergebnisse einer Untersuchung in Bayern zeigten, dass es ökologischen Betrieben möglich ist, auf einem mit konventionellen Betrieben vergleichbaren hohen Milchleistungsniveau zu wirtschaften (HEINE, 2022). Mit einer Nutzungsdauer von 2,5 Jahren und

dem Herdenmittel von 19.093 kg Milch im Jahr 2020 werden in Betrieb D aber nur niedrige Leistungen realisiert (Tabelle 18). 2015 wurde eine mittlere Lebensleistung von 22.953 kg Milch erbracht und die Nutzungsdauer lag bei 2,5 Jahren. Aus dem Herdenmanagementprogramm ist ersichtlich, dass bis zum Jahr 2019 die Lebensleistung kontinuierlich auf 19.651 kg Milch in 2,3 Jahren Nutzungsdauer zurückging und 2020 wieder leicht anstieg. Die Ursache dafür ist nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchungen.

SUNDBERG et al. (2009) fanden zwar Unterschiede in Herdenstruktur und Kuhleistungen zwischen ökologisch und konventionell wirtschaftenden Betrieben, aber es wurden für keines der untersuchten Merkmale bedeutsame Wechselwirkungen zwischen Produktionssystem und Rasse gefunden. Auch diese Ergebnisse rechtfertigen einen Vergleich von Leistungen verschiedener Genotypen bei konventioneller und ökologischer Bewirtschaftung, wie in den vorliegenden Untersuchungen.

*Tabelle 42: Zielwerte von Leistungsparametern der Rasse Deutsche Holsteins*

Kennzahl	Zielwerte (Herdendurchschnitt)
<b>Fruchtbarkeit</b>	
Erstbesamungsalter	14 – 15 Monate
Erstkalbealter	24 – 28 Monate
Zwischenkalbezeit	341 – 430 Tage, je nach Leistung
<b>Milchleistung</b>	
Laktationseffektivität	30 kg MM / Laktationstag
Nutzungseffektivität	25 kg MM / Nutzungstag
Lebenseffektivität	15 kg MM / Lebenstag
Milchmenge	30.000 kg / Kuh
<b>Gesundheit</b>	
Nutzungsdauer	≥ 3,0 Jahre
Somatischer Zellgehalt	> 75 % mit < 100 Tsd. / ml Milch,
Abgänge	Färsen: 1. – 3. MLP < 5 % bis 06. Lebensmonat: < 7 %

Tsd. = Tausend, MLP = Milchleistungsprüfung

Quellen: MAIER (2006); WANGLER UND HARMS (2009); STEINHÖFEL (2011); HARMS ET AL. (2014); ADR (2017); MSD (2018); BRS (2021B); RINDERALLIANZ GMBH UND MRV (2021A)

## 5.5.2 Abgangsgründe

Für die Dokumentation der Abgangsgründe scheint die subjektive Einschätzung durch das Herdenmanagement eine größere Rolle zu spielen als der objektive gesundheitliche Zustand der Tiere oder deren Leistungen.

So rangieren ganz oben die „sonstigen Gründe“, im Durchschnitt der Gesamtstichprobe sind es 32,9 %, dabei liegen die Betriebe B und D mit jeweils 44,4 % vorn. In Betrieb A sind es nur 15,0 %, hier wird besonders häufig „geringe Leistung“ (31,8 %) als Abgangsgrund angegeben. Am zuverlässigsten scheinen noch die Angaben in Betrieb C zu sein, sie stimmen mit Angaben aus der Literatur für die Milchrindzucht in Deutschland und einzelnen Bundesländern weitestgehend überein.

In Deutschland werden bei Milchkühen als häufigste Gründe Unfruchtbarkeit, Euter- und Klauen-/Gliederkrankungen angeführt (Abbildung 41) und das hat sich seit Jahren nicht geändert. Die Tatsache, dass die „sonstigen Gründe und Krankheiten“ bzw. „Sonstiges“ sehr häufig notiert werden (30 %), deckt sich mit den aus den eigenen Untersuchungen vorliegenden Angaben zu den DH (32 %) und „Allen Kreuzungen“ (34 %). Auch die Anteile der Abgänge wegen „hohem Alter“ und „Stoffwechselerkrankungen“ liegen dicht beieinander. Unfruchtbarkeit folgt in den vorliegenden Untersuchungen mit 17 % (DH) bzw. 16 % („Alle Kreuzungen“) der Kategorie „Geringe Leistungen“ vor „Euter- und Klauen-/Gliederkrankungen“ und damit in gleicher Reihenfolge, wie bei den Angaben für Deutschland. (BRADE, W. et al., 2008; LKV BAYERN, 2019; LKV SACHSEN-ANHALT, 2019; HOEDEMAKER et al., 2020; RÖMER, 2020; BAUER, 2021; BAUER et al., 2021; BRS, 2022; LKV BADEN-WÜRTTEMBERG, 2022)

Bei DH und „Allen Kreuzungen“ sind „Geringe Leistungen“ der häufigste Grund für Abgänge (17 und 21 %). Da in den beiden Betrieben, aus denen 77 % der hier ausgewerteten Tiere stammen, häufig dieser Grund angegeben wurde (Betrieb A: 31,8 %, Betrieb D: 15,9 %), ist auch dieser Aspekt eher ein Hinweis auf den Einfluss des Managements als auf den des Genotyps. Ähnlich sieht es bei der Melkbarkeit aus, die allerdings nur von Betrieb A als häufiger Abgangsgrund (24 %) genannt wird.

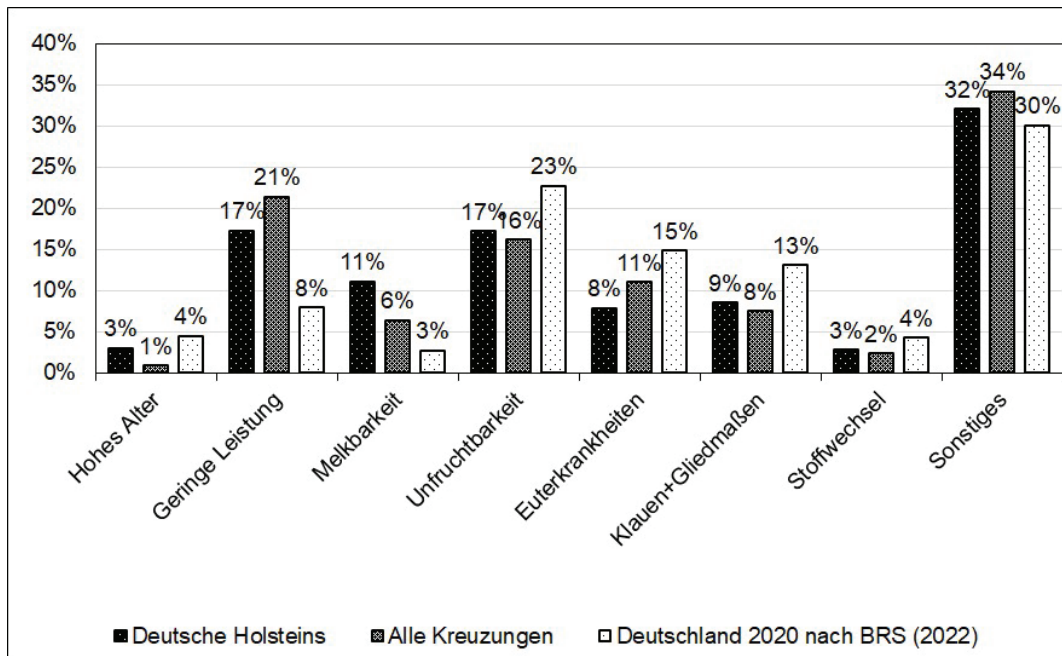


Abbildung 41: Abgangsgründe von Deutschen Holsteins und „Allen Kreuzungen“ im Vergleich mit Kühen aus der Milchleistungsprüfung in Deutschland im Jahr 2020

QUELLE: NACH BRS, 2022

Die Eutererkrankungen rangieren bei den MON50-Kühen mit 2,0 % an vorletzter Stelle, da keine Stoffwechselerkrankungen als Grund für den Abgang benannt wurden, liegen nur diese noch darunter. Abgänge wegen Unfruchtbarkeit und Erkrankungen der Klauen und Gliedmaßen sowie aus Altersgründen rangieren mit je 7,8 % (je 4 Kühe von 51 Abgängen, Tabelle 25) auf gleichem Niveau. Die häufigste Ursache war die Melkbarkeit (39,2 % bzw. 20 von 51 Abgängen, Tabelle 25). Die meisten MON50-Kreuzungen standen in Betrieb A (67 von 74 Tieren bzw. 47 von 51 abgegangenen Tieren). Melkbarkeit wurde bei 24,0 % der Abgänge aller Genotypen aus diesem Betrieb als Grund angegeben, im Jahr 2020 waren es 30 % der Gesamtabgänge der Herde dieses Betriebes (Tabelle 18). Ähnlich sieht es bei der Kategorie „Euterkrankheit“ aus, in der Gesamtstichprobe des Betriebes A wurde bei 1,8 % der Abgänge dieser Grund genannt, von den MON50 bei 2,0 % (Tabelle 25). Im Jahr 2020 wurde dieser Grund gar nicht im Herdenprogramm vermerkt (Tabelle 18). Diese Anteile sind im Vergleich mit den anderen Betrieben und Genotypen niedrig.

Ein weiteres Beispiel sind die JER50-Kreuzungen, die vorrangig in Betrieb C standen (47 von 57 Tieren mit Abgängen, Tabellen 16, 23, A16). Bei diesem Genotyp wird mit 29,5 % als häufigster Grund die Unfruchtbarkeit genannt, in der Gesamtstichprobe ist dies mit 37,1 % und im Betrieb C im Jahr 2015 mit 30 % ebenfalls der jeweils häufigste Abgangsgrund.

Von ähnlichen Grenzen hinsichtlich der Dokumentationsqualität und Defiziten in der Erfassung von Gesundheitsdaten berichten DONAT et al. (2015) in Auswertung der Datenerfassung von Stoffwechselerkrankungen in thüringischen Landwirtschaftsbetrieben, die eine wissenschaftliche Verwertung von Routinedaten aus dem Herdenmanagement nicht zulassen, was vermutlich ein gesamtdeutsches Problem darstellt.

### 5.5.3 Einfluss des Herdenniveaus auf Leistungsunterschiede zwischen DH vs. BV50 und SRB50

Inwiefern sich das Niveau einer Herde auf Leistungsunterschiede zwischen DH und ihren Kreuzungen auswirkt, wird am Beispiel der Genotypen BV50 und SRB50 untersucht. BV-Kreuzungen stehen in den Betrieben A, C und D, F1-Kreuzungen aus SRB x DH in allen hier untersuchten Betrieben. In auswertbar hoher Anzahl liegen Daten jedoch von dem Genotyp BV50 nur aus den Betrieben C und D sowie von dem Genotyp SRB50 aus den Betrieben A, B und D vor.

Unabhängig vom Herdenniveau, d.h. in allen Betrieben, sind die Kreuzungen den reinrassigen DH nur in der Fruchtbarkeit (EKA und ZKZ) überlegen.

In dem ökologisch wirtschaftenden Betrieb D kalben die Färsen in den vorliegenden Untersuchungen im Durchschnitt mit 27,5 Monaten. In der Gesamtstichprobe des Betriebes wird eine mittlere Milchleistung von 19.766 kg bei einer durchschnittlichen Nutzungsdauer von 2,5 Jahren erreicht, woraus sich eine Lebenseffektivität von 9,8 kg MM je Lebenstag ergibt (Tabelle 36). Die Herde wird deshalb einem „niedrigen Leistungsniveau“ zugeordnet. Die Kreuzungen der Genotypen BV50 und SRB50 sind den DH in dieser Herde in der Milchleistung und den Parametern zur Gesundheit unterlegen, in der Nutzungsdauer tendenziell, in der Lebensleistung und -effektivität sowie der Eutergesundheit tendenziell bis hoch signifikant (Tabelle A17).

Mittlere Leistungen werden für die Herden der Betriebe A, B und C ausgewiesen, da sie in der Lebenseffektivität unter dem Richtwert von 15,0 kg MM je Lebenstag (WANGLER UND HARMS, 2009) liegen, aber in Milchleistung und -effektivität signifikant über dem Niveau des Betriebes D. Bei diesem Leistungsniveau wirkt sich die Kreuzung der DH mit BV und SRB positiv aus, teilweise sogar signifikant. Sowohl in Milchleistung und Lebenseffektivität als auch in der Nutzungsdauer erreichen die Kreuzungen höhere Mittelwerte als die DH desselben Betriebes. In der Eutergesundheit zeigt sich keine eindeutige Über- oder Unterlegenheit eines Genotyps. Während die BV50-Kreuzungen in Betrieb C und die SRB50 in Betrieb A bessere Werte erreichen als die reinrassigen DH, ist dies in Betrieb B (SRB50) nicht der Fall. Allerdings sind die Differenzen der Mittelwerte nicht signifikant.

Das ökonomische Ergebnis von Kreuzungen in der Milchrindzucht wird in Untersuchungen von MERTENS et al. (2011) von den Unterschieden der Ausgangsrassen und Kreuzungsstufen beeinflusst, aber auch von der Leistungsvariation innerhalb der Rassen, die vor allem managementbedingt zwischen den Herden stark schwankt.

JUSZCZAK UND ZIEMINSKI (1994) schlussfolgern aus einem Vergleich von Kreuzungen aus polnischen HF mit Rotbunten und Ayrshire, dass die Produktionsbedingungen eine entscheidende Rolle spielen und bei der Beurteilung der Leistungen berücksichtigt werden müssen.

Mit zunehmendem Produktionsniveau vergrößerte sich die Leistungsunterlegenheit von JER-Kreuzungen gegenüber reinrassigen DH hinsichtlich der Milchleistung (BRADE, W., 2014). Ein höheres absolutes Herdenniveau war in Untersuchungen von PUNSMANN et al. (2018a) zur Leistungsfähigkeit von reinrassigem Braunvieh mit einer höheren Lebens- und Nutzungsdauer verbunden. Bei LEMBEYE et al. (2016) nahmen die Rasseneffekte mit steigendem Produktionsniveau ebenfalls zu.

Dies bestätigt auch KROGMEIER (2009), der einen Rückgang in der Nutzungsdauer mit steigendem Herdenniveau in der Milchleistung verzeichnete. Langlebige Kühe waren in seinen Untersuchungen in Bayern zur Nutzungsdauer von Braunvieh und Fleckvieh der Geburtsjahrgänge 1994 bis 1999 häufiger in kleineren Betrieben mit unterdurchschnittlicher Milchleistung zu finden.

Andere Ergebnisse eines Leistungsvergleiches von HO und Norwegian Red x HO-Kreuzungen zeigten jedoch, dass die gekreuzten Kühe den Holsteinern unabhängig vom Managementniveau in den meisten Merkmalen überlegen sind. Die Kreuzungen wurden nach einer Kalbung schneller wieder tragend, hatten in der 1. und 2. Laktation höhere 305-Tage-Milchleistungen und waren weniger anfällig für Mastitiserkrankungen. Auch die Überlebensrate in der 2. und 3. Laktation zeigte eine Überlegenheit der Kreuzungen. Die dadurch höhere Nutzungsdauer war hauptsächlich auf die höhere Fruchtbarkeit, leichtere Kalbungen und weniger Totgeburten bei den Kreuzungen zurückzuführen.

Die Autoren gehen davon aus, dass Kreuzungen unabhängig vom Managementniveau, von Vorteil sind. (CLASEN et al., 2018; CLASEN et al., 2019)

Zu diesem Ergebnis kommen auch KARGO et al. (2012), die Heterosiseffekte bei unterschiedlichem Managementniveau in dänischen Jersey-Herden untersuchten. Die Ergebnisse zeigten eine Zunahme der additiven genetischen Varianz mit steigendem Produktionsniveau, die Heterosis war jedoch bei Merkmalen der Milchleistung (305-d-Milch-, Fett-, Proteinertrag) bei geringer Intensität am niedrigsten und tendenziell am höchsten bei mittlerem Niveau.

## 5.6 Kreuzungen in der Milchrindzucht – pro und contra

### 5.6.1 Kreuzungen in der Milchrindzucht – pro

Das Holstein-Rind ist in der Milchproduktion dominierend. Allerdings ist es verbesserungsbedürftig, z.B. in den Fitnessmerkmalen. Die niedrige Erbllichkeit von Merkmalen wie Fruchtbarkeit oder Nutzungsdauer lassen nur sehr begrenzt genetische Fortschritte durch Selektion innerhalb einer Reinzucht-Population erwarten. (BRADE, W. UND BRADE, 2007)

Kreuzungszucht bietet die Möglichkeit, Stellungseffekte zwischen Rassen oder Linien und Heterosiseffekte zu nutzen. In der Geflügel- und Schweinezucht ist dieses Zuchtverfahren schon sehr lange etabliert. Beim Milchrind sind Kreuzungen jedoch nur dann uneingeschränkt zu empfehlen, wenn nahezu ausschließlich Merkmale wie Fruchtbarkeit und Nutzungsdauer im Vordergrund stehen. (SWALVE, 2004)

Kreuzungen können beim Milchvieh zu wirtschaftlichen Vorteilen führen, wenn bei der Milchpreisgestaltung weniger Gewicht auf die Menge gelegt wird und wenn milchfremde Merkmale, wie z. B. Krankheitsresistenz, eine wichtige Rolle für das Zuchtziel spielen. (SWAN UND KINGHORN, 1992)

Eine Steigerung von Fitness und Fruchtbarkeit ist ein Hauptanliegen bei Kreuzungen in der Milchrindzucht. Sie können eine Alternative darstellen, um insbesondere die Reproduktionsleistungen von Milchkühen zu verbessern, die für das landwirtschaftliche Einkommen von entscheidender Bedeutung sind. (LINDNER, 2008; SWALVE et al., 2008; MERTENS et al., 2011; GONI et al., 2015; BRADE, W., 2020)

Milchviehhalter in den USA gaben als Vorteile der Kreuzungszucht eine verbesserte Fruchtbarkeit, Leichtkalbigkeit und Langlebigkeit sowie eine verbesserte Fitness der Kreuzungskälber an. Als Nachteile wurden Probleme beim Absatz von Schlachtvieh, eine mangelnde Uniformität der Kreuzungstiere, zu niedrige Milchmengenleistungen und Probleme bei der Bullenauswahl herausgestellt. (WEIGEL UND BARLASS, 2003)

In einer 10-Jahresstudie an der University of Minnesota belegen HAZEL LOESCHKE UND HEINS (2019) Vorteile des 3-Rassen-Rotationsprogramm ProCROSS. Der Einfluss der Heterosis der Kreuzungen vs. Reinzucht zeigte sich in Bezug auf Fruchtbarkeit, Gesundheit und Nutzungsdauer. Alle Generationen der gekreuzten Kühe hatten niedrigere Totgeburtenraten als die Holstein-Kühe und wurden früher wieder tragend. Geringere Behandlungskosten der Kreuzungen sprechen für eine stabilere Gesundheit. Die Autoren empfehlen, für eine Rotationskreuzung Rassen mit effektiven Zuchtprogrammen auszuwählen, die die Rentabilität fördernde Merkmale berücksichtigen. Die Rassen sollten sich hinsichtlich der wichtigsten Merkmale ergänzen und an die jeweiligen Umweltbedingungen der Herde angepasst sein.

Kreuzungstiere leben unter denselben Umweltbedingungen im Vergleich zu Holsteins stressfreier. Das wurde anhand des Cortisol-Levels in den Haaren von 210 Tieren (50 % Kreuzungen, 50 % Holsteins) an der Universität Udine (Italien) nachgewiesen. Stehen Kühe unter Stress, steigt der Cortisol-Spiegel, der in den Haaren noch lange nachweisbar ist. Bei 66 % der Holsteinkühe lagen die Werte über dem normalen Cortisolgehalt und damit im kritischen Bereich, bei den Kreuzungen war dies nur bei 37 % der Fall. 20 % der Holsteins galten als klinisch krank, aber nur 10 % der Kreuzungen. Im Durchschnitt lag der Cortisolspiegel bei Kreuzungstieren deutlich unter dem der Holsteins. (SCHRÖPFER, 2010)

Ein züchterisch positiver Heterosiseffekt ist hinsichtlich des Gehaltes an SZ nachweisbar. In Bezug auf die Deutschen Holsteins ist durch Kreuzung eine Verbesserung der Eutergesundheit möglich. (SCHICHTL, 2007). In den eigenen Untersuchungen konnte dies nicht bestätigt werden. Die Eutergesundheit war vielmehr tendenziell bis hoch signifikant schlechter als die der DH-Kühe, mit Ausnahme der SRB-Kreuzungen, die den reinrassigen DH ebenbürtig waren (Kapitel 4.6).

MCALLISTER (2002) gibt deutliche Effekte hinsichtlich der Langlebigkeit an (21 % Heterosis). Auch dies bestätigt sich in den eigenen Untersuchungen nicht, hier erwies sich auch die Nutzungsdauer der Kreuzungstiere als tendenziell niedriger als die der DH-Tiere (Kapitel 4.6), ebenfalls mit Ausnahme der SRB-Kreuzungen.

Da sich die Milcherzeugung in der Zukunft z.T. weit voneinander abweichenden Zielstellungen seitens der Verbraucher (z. B. Preisniveau, Qualität, bevorzugte Haltungsform) und der Erzeuger (z. B. Nutzung von Standortvorteilen, Verfügbarkeit von Dauergrünland) stellen muss, kann man davon ausgehen, dass Kuhtypen von zunehmendem Interesse sein werden, die betriebsindividuell vorliegenden Standortfaktoren und das Produktionsziel am besten gewinnbringend kombinieren. Eine weitere Leistungssteigerung ist vor allem bei ganzjähriger Stallhaltung und konventioneller Vermarktung der Milch auf ackerbaufähigen Standorten angezeigt. Dafür bietet sich eine Weiterentwicklung des Holsteinrindes an. Wenn weniger auf hohe Milchmengenleistung selektiert wird und stattdessen ein geringerer Kraffutterbedarf (bei längerer Nutzungsdauer) im Fokus steht, haben sich weltweit vor allem Jerseyrinder (bzw. Jerseykreuzungen) zur Nutzung von Dauergrünland bewährt. Auch der Klimawandel wird im Rahmen künftiger Züchtungsprogramme eine Rolle spielen, so kann sich Hitzestress auch in Ländern mit gemäßigttem Klima zu einem Problem entwickeln. Rassebedingte Effekte bezüglich der Hitzetoleranz verschiedener Genotypen/Rassen sind schon jetzt Gegenstand zahlreicher Studien. (BRADE, W., 2022)

Systematische Kreuzungen können zu einer erheblichen Steigerung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit von Milchproduktionssystemen beitragen, insbesondere in Managementsystemen, die ein hohes Maß an funktionalen Merkmalen erfordern. Dänische Untersuchungen belegen Heterosiseffekte für die wirtschaftlich wichtigsten Merkmale in der Milchproduktion. Der erzielte zusätzliche Gewinn basiert dabei auf einer hohen Nutzungsdauer und den funktionalen Merkmalen, mit Ausnahme von Mastitiden, und ist etwas geringer für die Milchproduktion. Optimale Kreuzungsstrategien in Milchviehherden erfordern drei Rassen mit hohem genetischem Niveau in Bezug auf den wirtschaftlichen Gesamtwert, die in einem systematischen Rotationskreuzungsprogramm eingesetzt werden. Dänische Milchbauern haben den Wert dieser Kreuzung erkannt. Es wird erwartet, dass eine verstärkte Anwendung einer solchen Zuchtstrategie zu einem erhöhten Wohlbefinden der Kühe und einer verbesserten wirtschaftlichen Effizienz der Milchwirtschaft führt. (KARGO et al., 2008; SØRENSEN et al., 2008)

### 5.6.2 Kreuzungen in der Milchrindzucht – contra

Es stellt sich aber die Frage, wie mit den Kreuzungen weiter gezüchtet werden sollte, damit die erwünschten Verbesserungen in den folgenden Generationen nicht wieder verloren gehen. Unter intensiven Bedingungen sind gerade Kennzeichen wie Uniformität, z.B. hinsichtlich des Rahmens, besonders wichtig, was eine Weiterzucht mit Kreuzungstieren wenig sinnvoll erscheinen lässt (SWALVE, 2004).

Es sei denn, ein Betrieb entscheidet sich für die Gebrauchskreuzung, bei der die Zucht der Nachkommen unter Ausnutzung der Heterosis erfolgt. Dabei muss die Kreuzung immer wieder neu mit reinrassigen Tieren durchgeführt oder die Nachzucht zugekauft werden, weshalb diese Methode für einen einzelnen Betrieb und für die Populationen nicht nachhaltig ist. Es wäre dafür ein arbeitsteiliges System mit Reinzucht-Betrieben erforderlich, die die F1-Kälber für die Gebrauchszucht erzeugen. (SWALVE, 2004; LEDERER, 2005; MEILI, 2010)

Aus Sicht der praktischen Rinderzucht ist es bislang aber unmöglich, nur mit F1-Kühen in einer Herde zu arbeiten (NOLTE, 2019).



Als Kompromiss käme eine 2-Rassen-Rotation infrage. Die Beschränkung auf zwei Rassen ergibt sich daraus, dass eine Rasse gefunden werden müsste, die in der Milchleistungsveranlagung den Holsteins nicht zu weit nachsteht. Würde dies nicht beachtet, könnten zwar Heterosiseffekte genutzt werden, würden jedoch nicht ausreichen, die Verluste im Milchleistungsniveau aufgrund additiv-genetischer Unterschiede zu kompensieren. Solche Rassen stehen aber nur sehr begrenzt zu Verfügung. (SWALVE, 2004)

Wegen der stetigen Zunahme von Kreuzungstieren in Milchvieh haltenden Betrieben führten MERTENS et al. (2011) eine ökonomische Bewertung durch. Als Kreuzungspartner für DH kommen in Sachsen zur Verbesserung der funktionalen Merkmale (Nutzungsdauer, Fruchtbarkeit) vor allem die Rassen Schwedisches und Norwegisches Rotvieh sowie BV und FV zum Einsatz. Die anhand eines Kalkulationsmodelles durchgeführten Berechnungen zeigen ökonomische Vorteile der F1-Generation gegenüber der Rasse DH, Ursache sind hier vorwiegend die Heterosiseffekte. Bei der zugrunde gelegten Basisvariante wird beim Einsatz von skandinavischem Rotvieh der höchste ökonomische Effekt in der F1-Stufe erreicht. Die Autoren verweisen jedoch darauf, dass die Datenbasis nicht ausreichend belastbar ist.

Bei der Beurteilung von Kreuzungseffekten sollten neben den absoluten Leistungen die Nutzungsdauer und das Produktionsniveau berücksichtigt werden. So wurden in einem Vergleich von Kreuzungen polnischer HF mit Rotbunten (Rb) und Ayrshire (Ay) von Dreirassenkreuzungen die höchsten Laktationsleistungen erreicht. Da aber auch die Merzungsraten über denen der reinrassigen Kühe lagen, wurden geringere Lebensleistungen ausgewiesen. Der Genotyp Ay x Rb übertraf die Reinrassigen in den absoluten Laktationsleistungen nicht so stark, zeigte sich jedoch durch geringere Merzungsraten in der Lebensleistung überlegen. (JUSZCZAK UND ZIEMINSKI, 1994)

### 5.6.3 Motivation für Kreuzungen in der Milchrindzucht

Milchviehhalter in den USA gaben an, dass sie durch Kreuzungen Verbesserungen in der Fruchtbarkeit, Leichtkalbigkeit, Langlebigkeit und den Milchinhaltstoffen erreichten. Als Probleme wurden die Vermarktung von gekreuzten Zuchttieren und Bullenkälbern genannt sowie die mangelnde Einheitlichkeit innerhalb der Milchviehherde, die zu Managementproblemen führte. (WEIGEL UND BARLASS, 2003)

Die Rotationskreuzung kann schneller und effektiver als Reinzucht sein, wenn es darum geht, die funktionalen Merkmale von Kühen zu verbessern und robuste Milchviehsysteme zu entwickeln. In Frankreich haben MAGNE UND QUÉNON (2021) Motivationen für den Einsatz von Milchrindkreuzung identifiziert: technische Probleme im Zusammenhang mit der Zucht hochspezialisierter reinrassiger Kühe, die Umstellung auf nachhaltigere und widerstandsfähigere Milchviehsysteme und der Wunsch, die Entscheidungsautonomie in der Betriebsführung zurückzugewinnen. Ein kleiner Teil der Befragten nannte die Inzucht in den Reinzuchten als Motivation für die Kreuzung. Zumeist werden auch in Frankreich Holsteins als Ausgangsrasse mit anderen Rassen gekreuzt.

Die Herdenmanager der Untersuchungsbetriebe, deren Daten in der vorliegenden Schrift ausgewertet wurden, gaben als Grund für den Beginn der Kreuzungszucht Defizite in den funktionalen Merkmalen bei den Deutschen Holsteins an. Die geringere Milchleistung der Kreuzungen wurden in Kauf genommen.

In Betrieb A wurde die Nutzung eines breiteren Angebots an Milchrindbullen als weiterer Grund für den Einstieg in die Kreuzungszucht angeführt. In Betrieb B wurde nach guten Erfahrungen beim Einsatz von SRB auch MON angepaart. Die Herdenmanagerin führte als positive Effekte die Verbesserung von Klauengesundheit und Langlebigkeit an sowie, wegen abfallender Becken, des Kalbeverlaufes. Außerdem haben die SRB eine größere Ruhe in die Herde gebracht.

In Betrieb C wurden Bullen gemästet, weshalb man begann, die Zweinutzungsrasse Braunvieh anzupaaren, um männliche Kälber mit einer höheren Mastleistung zu erzeugen. Höhere Erlöse für F1-Bullenkälber und F1-Schlachtkühe können ein Vorteil der Kreuzungen sein, da die Heterosis sich auch auf die Wachstumsleistung und die Ausschachtung positiv auswirkt (BRADE, W., 2019b; LÜTKE HOLZ, 2019; LWK, 2020).

Als Ziel für die Kreuzung der DH mit SRB und Braunvieh nannte der Herdenmanager des Betriebes D eine bessere Anpassung an den Standort sowie die Verbesserung von Widerstandsfähigkeit, Fruchtbarkeit, Milchinhaltstoffen und Nutzungsdauer der Herde.

Weitere Betriebe, die vorübergehend SRB bzw. JER in den DH-Herden angepaart hatten, erreichten keine Verbesserung der Nutzungsdauer und stellten die Kreuzungszucht wegen der geringeren Milchleistung und einer schlechteren Melkbarkeit der F1-Tiere wieder ein. Auch die größere Variabilität im Exterieur, insbesondere des Rahmens bei Kreuzung mit JER, wurde als Grund für die Abwendung von der Kreuzungszucht genannt. (SCHENDEL, 2012; DINSE UND SCHULDT, 2016)

## 6 Schlussfolgerungen

Aus den vorliegenden Untersuchungen zur Kreuzungszucht mit Deutschen Holsteins (DH) können folgende Schlussfolgerungen abgeleitet werden:

- F1-Kreuzungen aus SRB x DH sind reinrassigen DH in Milchleistung (Milchmenge und Lebens-effektivität) sowie in der Fruchtbarkeit der Färsen (EBA, EKA) und der Eutergesundheit ebenbürtig. In der Fruchtbarkeit der Kühe (ZKZ) schneiden sie signifikant besser ab, im Abgangsalter und der Nutzungsdauer erreichen sie wesentlich höhere Mittelwerte, weshalb die Rasse SRB als Kreuzungspartner für DH zu empfehlen ist.
- Die Rassen Montbéliarde, Jersey und Braunvieh sollten für die Kreuzung mit DH nicht eingesetzt werden, da die F1-Töchter den reinrassigen DH in nahezu allen hier untersuchten Merkmalen unterlegen sind. In der Fruchtbarkeit der Kühe, hier untersucht anhand des Parameters Zwischenkalbezeit, erreichen die Kreuzungen signifikant niedrigere Werte. Da aber die mittleren ZKZ der DH im Bereich der Zielwerte der Rasse liegen, spricht dies ebenfalls nicht für eine Kreuzung mit den genannten Rassen.
- 3-Rassen-Kreuzungen sind DH in Fruchtbarkeit und Eutergesundheit ebenbürtig, in der Milchleistung (Milchmenge, Lebens-effektivität) und Eutergesundheit aber unterlegen. Eine Empfehlung für die Kreuzungszucht mit drei Rassen kann deshalb nicht ausgesprochen werden.
- Fitness und Fruchtbarkeit von Milchrindherden können durch Kreuzungen verbessert werden. Da bei Rückkreuzungen ein Rückgang der Leistungen zu erwarten ist, sollten aber nur F1-Tiere erzeugt werden.
- Da das Leistungsniveau der Milchrindherde den Erfolg beeinflusst, sollten Kreuzungen nur bei mindestens mittlerem Niveau in Betracht gezogen werden. Bei einem niedrigen Herdenniveau ist nicht mit positiven Effekten durch Kreuzung zu rechnen.
- Bei der Auswahl der Kreuzungspartner für DH sollte eher der Zuchtwert eines Bullen die entscheidende Rolle spielen und nicht seine Rasse. Förderlich für die Kreuzungszucht wären die Etablierung einer Zuchtwertschätzung von reinrassigen Bullen anhand der Leistungen ihrer gekreuzten Töchter und von genomischen Zuchtwerten weiblicher Kreuzungstiere, womit skandinavische Zuchtverbände bereits begonnen haben.

## 7 Zusammenfassung

Kreuzungen mit Deutschen Holsteins werden vorrangig zur Verbesserung der funktionalen Merkmale durchgeführt. Die Untersuchungen zu deren Möglichkeiten und Grenzen wurden anhand von Daten aus vier Betrieben in zwei Bundesländern Nord-Ostdeutschlands durchgeführt, die mit der Kreuzungszucht 2003 bis 2006 begannen und zum Teil die Milchproduktion bei Erstellung dieser Schrift eingestellt hatten (Betriebe A und C). Es wurden nur Daten abgeschlossener Lebensleistungen der Tiere ausgewertet.

Die Kreuzungen machten in den Untersuchungsbetrieben von Beginn bis zur letzten Datenaufnahme im Durchschnitt 11 bis 42 % des Kuhbestandes aus, im Jahr 2020 waren es in Betrieb D 63 %. In allen Betrieben wurden Deutsche Holsteins (DH) mit der Rasse Schwedische Rotbunte (Swedish Red Breed, SRB) gekreuzt. Montbéliarde (MON) wurde in den Betriebe A und B eingesetzt. Brown Swiss (BS) war Kreuzungspartner der DH in den Betriebe A, C und D, sowie Jersey (JER) in den Betrieben C und D. Mit Hilfe der Managementprogramme Herde und HerdePlus der dsp-Agrosoft GmbH wurden die Daten erfasst und unter Berücksichtigung des Einflusses von Geburtsjahrgang und Betrieb statistisch bearbeitet und ausgewertet.

Leistungen reinrassiger DH in den Merkmalskomplexen Fruchtbarkeit (Erstbesamungsalter, (EBA: Erstkalbealter, EKA; Zwischenkalbezeit, ZKZ), Milchleistung (Lebensleistung: Melktage, Milchmenge, Effektivität) und Gesundheit (Abgangsalter, Nutzungsdauer, Eutergesundheit) wurden mit denen verschiedener Kreuzungs-Genotypen verglichen. Darüber hinaus wurde geprüft, inwieweit das Herdeniveau die Leistungsunterschiede zwischen den Genotypen beeinflusst.

F1-Kreuzungen aus SRB x DH sind reinrassigen DH in der Milchleistung hinsichtlich Milchmenge und Lebensleistung sowie in der Fruchtbarkeit der Färsen (EBA, EKA) und der Eutergesundheit ebenbürtig. Da sie in der Fruchtbarkeit der Kühe (ZKZ) signifikant besser abschneiden und im Abgangsalter sowie der Nutzungsdauer wesentlich höhere Mittelwerte erreichen, sind SRB für die Kreuzung mit DH geeignet.

F1-Kreuzungen von DH mit den Rassen Montbéliarde, Jersey und Brown Swiss sind reinrassigen DH in nahezu allen untersuchten Merkmalen unterlegen. Lediglich die ZKZ dieser Genotypen ist signifikant niedriger, was jedoch nicht als Vorteil der Kreuzungen zu bewerten ist, da die DH mit einer mittleren ZKZ von 418 Tagen in einem Bereich der Zielwerte für diese Rasse liegen.

3-Rassen-Kreuzungen sind DH in Fruchtbarkeit und Eutergesundheit ebenbürtig, in der Milchleistung (Milchmenge, Lebensleistung) aber deutlich unterlegen. Kühe mit dem Genotyp MON x (SRB x DH), der dem Kreuzungsprogramm ProCROSS entspricht, bestätigen die sehr gute Fruchtbarkeit, ihre Milchleistung ist jedoch nur durchschnittlich. In der Eutergesundheit (Somatische Zellzahl) liegen sie unter den Mittelwerten von fast allen untersuchten Kreuzungen, schlechter schneiden nur die F1-Kreuzungen mit MON und JER ab. Eine Empfehlung für die Kreuzungszucht mit drei Rassen kann nicht ausgesprochen werden.

Mit steigendem Genanteil der DH in den Rückkreuzungen sind entweder keine eindeutigen Schlussfolgerungen abzuleiten (Milchleistung: SRB, BS) oder der sinkende Heterosiseffekt, der in der Literatur beschrieben wird, führt zu einem Leistungsrückgang (Fruchtbarkeit: MON, BS, SRB, Milchleistung: MON). Genotypen mit > 75 % DH-Genanteilen schneiden in der Färsenfruchtbarkeit sowie Milchleistung und Nutzungsdauer schlechter ab als reinrassige DH, die Fruchtbarkeit der Kühe und die Eutergesundheit sind gleichwertig.

Fitness und Fruchtbarkeit von Milchrindherden können durch Kreuzungen verbessert werden. Da aber bei Rückkreuzungen ein Rückgang der Leistungen zu erwarten ist, sollten nur F1-Tiere erzeugt werden.

Da das Leistungsniveau der Milchrindherde den Erfolg entscheidend beeinflusst, sollten Kreuzungen nur bei mindestens mittlerem Niveau in Betracht gezogen werden. Bei einem niedrigen Herdenniveau ist nicht mit positiven Effekten durch Kreuzung zu rechnen.

Vorteilhaft für die Kreuzungszucht wäre eine Zuchtwertschätzung potentieller Vererber auf der Basis der Leistungen ihrer Kreuzungsnachkommen sowie die Etablierung von genomischen Zuchtwerten für weibliche Kreuzungstiere.

## Danksagung

Die Untersuchungen zu Kreuzungen in der Milchrindzucht wurden in Zusammenarbeit mit vier landwirtschaftlichen Betrieben in Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg durchgeführt.

Die Geschäftsleitungen der Unternehmen stellten uns ihre betrieblichen Datenbanken der Herdenmanagementprogramme zur Verfügung, aus denen wir die Leistungsdaten für die Untersuchungen erhoben haben. Für das uns damit entgegengebrachte Vertrauen sagen wir unseren aufrichtigen Dank. Ein besonderer Dank gilt den Herdenmanagern, die uns Auskunft gaben und unsere Fragen beantworteten. Ohne diese Unterstützung hätte die vorliegende Schrift nicht entstehen können.

Die statistischen Berechnungen führte Frau Dr. Monika Heinzel-Gutenbrunner durch. Wir danken herzlich für die kompetente Bearbeitung des umfangreichen Datenmaterials und die angenehme Zusammenarbeit.

Professorin Dr. Anke Schuldt und Dr. Regina Dinse  
Neubrandenburg, Mai 2024

## Literaturnachweis

- ADAMCZYK, K., JAGUSIAK, W., MAKULSKA, J. (2018): Analysis of Lifetime Performance and Culling Reasons in Black-and-White Holstein-Friesian Cows Compared with Crossbreds, *Annals of Animal Science*, 18, (4), 1061-1079, DOI: 10.2478/aoas-2018-0036.
- ADB (2023): Deutsches Braunvieh, Arbeitsgemeinschaft Brown Swiss Deutschland, Letzter Abruf: 09.02.2023.
- ADR (2017): ADR-Empfehlung 3.1 Leistungsprüfung für funktionale Merkmale bei Bullen und Kühen (Gesundheit, Reproduktion, Nutzungsdauer, Exterieur, Melkbarkeit), Basis: Anlage 1 der Verordnung über die Leistungsprüfungen und die Zuchtwertfeststellung bei Rindern vom 06. Juni 2000, ARBEITSGEMEINSCHAFT DEUTSCHER RINDERZÜCHTER E.V., BGBl. I, Nr. 26, S. 806 vom 06. Juni 2000.
- AID (1996): Deutsches Fleckvieh - Bulle, AID-Heft zur Tierproduktion, 3312/1996 - Begleitheft zur Diaserie 716, 18.01.2022, Firma InfoFIT.
- ANDERSON, T., SHAVER, R., BOSMA, P., BOER, V. (2007): CASE STUDY: Performance of Lactating Jersey and Jersey-Holstein Crossbred Versus Holstein Cows in a Wisconsin Confinement Dairy Herd, *The Professional Animal Scientist*, 23, 541-545, DOI: 10.1532/S1080-7446(15)31017-2.
- ASR (2022, 14.01.2022): Deutsches Fleckvieh, Rinderrassen, Arbeitsgemeinschaft Süddeutscher Rinderzucht- und Besamungsorganisationen e.V. (ASR), Letzter Abruf: 18.01.2022.
- AUGUSTIN, W. (2021): Neue Zellzahlklassen ab heute, *News*, (15.07.2021), <https://www.rinderallianz.de/lkvq-mit-einer-neuen-auswertung-fuer-sie/>.
- AULDIST, M.J., PYMAN, M.F.S., GRAINGER, C., MACMILLAN, K.L. (2007): Comparative Reproductive Performance and Early Lactation Productivity of Jersey x Holstein Cows in Predominantly Holstein Herds in a Pasture-Based Dairying System, *Journal of Dairy Science*, 90, (10), 4856-4862, DOI: 10.3168/jds.2006-869.
- BAADEN, D. (2012): Einkreuzung von Fleckvieh in Holsteinherden, *Fleckviehwelt*, (3), 14-16.
- BAUER, A. (2021): Tierschutzrelevante Zuchtprobleme beim Milchvieh - Interaktion zwischen dem Zuchtziel "Milchleistung" und dem vermehrten Auftreten von Produktionskrankheiten, ein systematischer Review, Diss., Freie Universität Berlin, Institut für Tierschutz, Tierverhalten und Versuchstierkunde des Fachbereiches Veterinärmedizin.
- BAUER, A., MARTENS, H., THÖNE-REINEKE, C. (2021): Tierschutzrelevante Zuchtprobleme beim Milchvieh – Interaktion zwischen dem Zuchtziel „Milchleistung“ und dem vermehrten Auftreten von Produktionskrankheiten, *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift*, 134, 1-9, DOI: 10.2376/1439-0299-2021-5.
- BAUMUNG, R. (2005): Kreuzungszucht bei Milch- und Zweinutzungsrassen, Kreuzungszucht und Heterosis, Seminar des Ausschusses für Genetik der ZAR, Salzburg, Zucht Data, EDV-Dienstleistungen GmbH.
- BAYERN-GENETIK GMBH (2023): T Y P - Zuchtwert, Flyer, Letzter Abruf: 15.02.2023.
- BEGLEY, N., BUCKLEY, F., PIERCE, K., FAHEY, A., MALLARD, B. (2009): Differences in udder health and immune response traits of Holstein-Friesians, Norwegian Reds, and their crosses in second lactation, *Journal of Dairy Science*, 92, 749-757, DOI: 10.3168/jds.2008-1356.
- BERGLUND, B. (2008): Genetic improvement of dairy cow reproductive performance, *Reprod Domest Anim*, 43 Suppl 2, 89-95, DOI: 10.1111/j.1439-0531.2008.01147.x.
- BERKEMEIER, K. UND HILBK-KORTENBRUCK, K. (2019): Beef on Dairy – ganz sicher?, *Elite*, (6), 22-24.
- BERRY, D., HORAN, B., O'DONOVAN, M., BUCKLEY, F., KENNEDY, E., MCEVOY, M., DILLON, P. (2007): Genetics of grass dry matter intake, energy balance, and digestibility in grazing irish dairy cows, *Journal of Dairy Science*, 90, (10), 4835-4845, DOI: 10.3168/jds.2007-0116.

- BIEBER, A., WALLENBECK, A., SPENGLER NEFF, A., LEIBER, F., SIMANTKE, C., KNIERIM, U., IVEMEYER, S. (2020): Comparison of performance and fitness traits in German Angler, Swedish Red and Swedish Polled with Holstein dairy cattle breeds under organic production, *Animal*, 14, (5), 609-616, DOI: 10.1017/S175173112000004X.
- BLE, (Hrsg., 2020): Einheimische Nutztierassen in Deutschland und Rote Liste gefährdeter Nutztierassen 2019, Bonn, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Informations- und Koordinationszentrum für Biologische Vielfalt (IBV).
- BLE, (Hrsg., 2021): Einheimische Nutztierassen in Deutschland und Rote Liste gefährdeter Nutztierassen 2021, Bonn, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Informations- und Koordinationszentrum für Biologische Vielfalt (IBV).
- BLE (2022a): Rinderrassen vorgestellt: Vom Alleskönner zum Spezialisten, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Letzter Abruf: 07.01.2022.
- BLE (2022b, 07.01.2022): Rinderrassen vorgestellt: Vom Alleskönner zum Spezialisten, URL: <https://www.praxis-agrar.de/tier/rinder/rinderrassen-vorgestellt>
- BLÖTTNER, S. (2012): Brown Swiss x Holstein crossbred cows compared to pure Holstein cows for calving traits, production, and conformation measurements in first, second, and third lactation, Diss., Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Naturwissenschaftlichen Fakultät III, Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften.
- BLÖTTNER, S., HEINS, B., WENSCH-DORENDORF, M., HANSEN, L.B., SWALVE, H. (2011a): Brown Swiss x Holstein crossbreds compared with pure Holsteins for calving traits, body weight, backfat thickness, fertility, and body measurements, *Journal of Dairy Science*, 94, 1058-1068, DOI: 10.3168/jds.2010-3305.
- BLÖTTNER, S., HEINS, B., WENSCH-DORENDORF, M., HANSEN, L.B., SWALVE, H. (2011b): Short communication: A comparison between purebred Holstein and Brown Swiss x Holstein cows for milk production, somatic cell score, milking speed, and udder measurements in the first 3 lactations, *Journal of Dairy Science*, 94, 5212-5216, DOI: 10.3168/jds.2011-4255.
- BMEL (2022): Rinderbestände nach Nutzungsrichtung und Rinderrassen, . Rinderbestände. <https://www.bmel-statistik.de>, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL).
- BRADE, E., BRADE, W., KLUNKER, M. (2007): Kreuzung mit Amerikanischen Jerseys, *Milchpraxis*, (1), 17-19.
- BRADE, W. (2006): Tierzucht, Landwirtschaftliches Lehrbuch, LENGERKEN, GERHARD VON UND BRADE, WILFRIED (Hrsg.), Stuttgart, Ulmer: 219-246.
- BRADE, W. (2014): Kreuzungsversuche mit Jersey-Rindern und deren Nutzung in Deutschland aus historischer Sicht, *Berichte über Landwirtschaft*, 92, (3).
- BRADE, W. (2019a): Kreuzung von Holsteinkühen, Teil 1: Weniger Inzucht und Stressempfindlichkeit, *Bauernblatt Schleswig - Holstein*, (06.07.2019), 47-48.
- BRADE, W. (2019b): Weniger Inzucht und Stressempfindlichkeit, Teil 2: Kreuzung von Holsteinkühen mit Brown Swiss, *Bauernblatt Schleswig - Holstein*, (17.08.2019), 44-45.
- BRADE, W. (2020): Trends in der Milcherzeugung, Teil 1: Realisierte Zuchtfortschritte mit Deutschen Holsteinrindern, *Bauernblatt Schleswig - Holstein*, (20.06.2020), 38-41.
- BRADE, W. (2021): Milcherzeugung in Neuseeland, *Bauernblatt Schleswig - Holstein*, (23.01.21), 38-40.
- BRADE, W. (2022): Wohin geht die Zucht bis 2035?, *Milchpraxis*, 565, 16-19.
- BRADE, W. UND BRADE, E. (2007): Verbesserung der Fruchtbarkeit und Abkalbemerkmale bei Milchrindern durch Kreuzung?, *Tierärztliche Umschau*, 62, (5), 234-244.
- BRADE, W. UND BRADE, E. (2013): Zuchtgeschichte der Deutschen Holsteinrinder, *Berichte über Landwirtschaft*, 91, (8), DOI: 10.12767/buel.v91i2.25.
- BRADE, W., HAMANN, H., BRADE, E., DISTL, O. (2008): Untersuchungen zum Verlustgeschehen von Erstkalbinnen in Sachsen, *Züchtungskunde*, 80, (2), 127-136.



- BRÄHMIG, J. (2011): Einfluss der Wechselkreuzung von Deutschen Holsteins und Deutschem Fleckvieh auf Milchleistung und Milchqualität in einem automatischen Melksystem, Diss., Ludwig-Maximilians-Universität München, Tierärztliche Fakultät.
- BREM, G. (1997): Kreuzung, Tierzucht und allgemeine Landwirtschaftslehre für Tiermediziner, KRÄUßLICH, HORST UND GOTTFRIED BREM (Hrsg.), Stuttgart, Ferdinand Enke: 241-250.
- BREVES, G. (2019): Übersteigt die Zucht auf Leistung die physiologischen Grenzen? , Tierärztliche Praxis Ausgabe G: Großtiere / Nutztiere, 47, (04, Wohin entwickeln sich Tierzucht und Tiergenetik?, 07.-08.03.2019, Frühjahrssymposium der Akademie für Tiergesundheit e.V. (AFT)), 264-265, DOI: 10.1055/s-0039-1692753.
- BRS (2021a): Deutsche Holsteins, Bundesverband Rind und Schwein e.V. (BRS), <https://www.rind-schwein.de/>, Letzter Abruf: 12.01.2022.
- BRS (2021b, 12.01.2022): Deutsche Holsteins, URL: <https://www.rind-schwein.de/>
- BRS (2021c): Deutsches Braunvieh, Bundesverband Rind und Schwein e.V. (BRS), <https://www.rind-schwein.de/>, Letzter Abruf: 18.01.2022.
- BRS (2022): Rinder- und Schweineproduktion in Deutschland, Ausgabe 2022, Bonn, Bundesverband Rind und Schwein e.V., (BRS).
- BUCKLEY, F., BERRY, D., HORAN, B. (2007): Genetik für Milchproduktion auf Grasbasis, Twoplus - Ein Report für den zukunftsorientierten Milchviehhalter, (9).
- BUCKLEY, F., LÓPEZ-VILLALOBOS, N., HEINS, B.J. (2014): Crossbreeding: implications for dairy cow fertility and survival, *Animal: an international journal of animal bioscience*, 8 Suppl 1, 122-133.
- BURNSIDE, E.B. (2007a): Norweger spielen die erste Geige, Twoplus - Ein Report für den zukunftsorientierten Milchviehhalter, (9).
- BURNSIDE, E.B. (2007b, 31.01.2022): What is crossbreeding?, Twoplus, Geno Global.
- BVN (2023): Nachkommengeprüfte Bullen für Kreuzung, 2023, Letzte Aktualisierung: 15.03.2023.
- CHAWALA, A., LOPEZ-VILLALOBOS, N., MARGERISON, J., SPELMAN, R. (2013): Genetic and crossbreeding parameters for incidence of recorded clinical lameness in New Zealand dairy cattle, *New Zealand Veterinary Journal*, 61, DOI: 10.1080/00480169.2013.763751.
- CLASEN, J.B., FOGH, A., KARGO, M. (2019): Differences between performance of F1 crossbreds and Holsteins at different production levels, *Journal of Dairy Science*, 102, (1), 436-441, DOI: 10.3168/jds.2018-14975.
- CLASEN, J.B., KARGO, M., FOGH, A. (2018): Crossbreeding benefits dairy herds at all management levels, 11th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 2018/02/11-16, Aotea Centre, Auckland, Royal Society of New Zealand.
- CLASEN, J.B., NORBERG, E., MADSEN, P., PEDERSEN, J., KARGO, M. (2017): Estimation of genetic parameters and heterosis for longevity in crossbred Danish dairy cattle, *Journal of Dairy Science*, 100, (8), 6337-6342, DOI: 10.3168/jds.2017-12627.
- COFFEY, E.L., HORAN, B., EVANS, R.D., BERRY, D.P. (2016): Milk production and fertility performance of Holstein, Friesian, and Jersey purebred cows and their respective crosses in seasonal-calving commercial farms, *Journal of Dairy Science*, 99, (7), 5681-5689, DOI: 10.3168/jds.2015-10530.
- CRV (2021, 02.02.2022): ProCross, URL: <https://crv4all.de/>
- DAL PIZZOL, J., NETO, A., FARIAS, D., BRAUN, W., WERNCKE, D. (2014): Contagem de células somáticas em vacas da raça Holandesa e mestiças Holandês x Jersey, *Archives of Veterinary Science*, 19, DOI: 10.5380/avs.v19i1.32443.
- DE VRIES, A. (2020): Symposium review: Why revisit dairy cattle productive lifespan?, *Journal of Dairy Science*, 103, (4), 3838-3845, DOI: 10.3168/jds.2019-17361.
- DEBERGH, A. (2012): Cross-bred bull benefits, *Cow Management*, (1/2), 12, <https://edepot.wur.nl/198253>.

- DECHOW, C.D., ROGERS, G.W., COOPER, J.B., PHELPS, M.I., MOSHOLDER, A.L. (2007): Milk, Fat, Protein, Somatic Cell Score, and Days Open Among Holstein, Brown Swiss, and Their Crosses, *Journal of Dairy Science*, 90, (7), 3542-3549, DOI: 10.3168/jds.2006-889.
- DESTATIS (2021): Land und Forstwirtschaft, Fischerei Viehbestand Vorbericht, Statistisches Bundesamt (Destatis), November 2021 (Vorbericht). Fachserie 3, Reihe 4.1.
- DESTATIS (2022): Gesamtkatalog 2022, Statistisches Bundesamt (Destatis). Stand: September 2022.
- DEZETTER, C., LECLERC, H., MATTALIA, S., BARBAT, A., BOICHARD, D., DUCROCQ, V. (2015): Inbreeding and crossbreeding parameters for production and fertility traits in Holstein, Montbéliarde, and Normande cows, *Journal of Dairy Science*, 98, (7), 4904-4913, DOI: 10.3168/jds.2014-8386.
- DIEPOLD, D.A. (2019): Effekte der Fleckvieh-Rückkreuzung auf Fruchtbarkeit und Gesundheit, Diss., Ludwig-Maximilians-Universität München, Lehr- und Versuchsgut der Tierärztlichen Fakultät.
- DINSE, R. UND SCHULDT, A. (2016): Alles so schön bunt hier, *agrarmanager*, (12), 66-69.
- DOBMAIER, A. (2012): Einkreuzung von Braunvieh in die Holsteinherde der Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau des Landes Sachsen-Anhalt in Iden und deren Auswirkungen auf ausgewählte Merkmale, Master of Science, Hochschule Anhalt (FH), Fachbereich Landwirtschaft, Ökotrophologie und Landschaftsentwicklung.
- DOBMAIER, A., FISCHER, B., SCHOLZ, H. (2012): Bessere Fruchtbarkeit durch Kreuzungszucht? – Ergebnisse aus dem Idener Braunviehversuch, 34. Tag des Milchviehhalters in Sachsen-Anhalt 24./25. 04. 2012 in Bernburg/Iden, Bernburg/Iden, Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau.
- DONAT, K., GERNAND, E., GÄRTNER, T. (2015): Entwicklung eines Verfahrens zur frühen Diagnose von Stoffwechselstörungen, Abschlussbericht Projekt „MeMoGen“ - 2015 LFE 0023, Thüringer Landesamt für Landwirtschaft und Ländlichen Raum (TLLLR),
- EDMONSON, A.J., LEAN, I.J., WEAVER, L.D., FARVER, T., WEBSTER, G. (1989): A body condition scoring chart for holstein dairy cows, *Journal of Dairy Science*, 72, (1), 68-78.
- EIRÍKSSON, J.H., BYSKOV, K., SU, G., THOMASEN, J.R., CHRISTENSEN, O.F. (2022): Genomic predictions for crossbred dairy cows by combining solutions from purebred evaluation based on breed origin of alleles, *Journal of Dairy Science*, 105, (6), 5178-5191, DOI: 10.3168/jds.2021-21644.
- EIRÍKSSON, J.H., KARAMAN, E., SU, G., CHRISTENSEN, O.F. (2021): Breed of origin of alleles and genomic predictions for crossbred dairy cows, *Genetics Selection Evolution*, 53, (1), DOI: 10.1186/s12711-021-00678-3.
- ELFRICH, A. UND ROESICKE, E. (2015): Rinderrassen, AID 1548, Bonn, aid infodienst Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz e.V.
- ENGELER, W. (1947): Das schweizerische Braunvieh : Monographie und Quellenwerk über die Braunviehrasse, ihre Verbreitung, Züchtung und Förderung in Geschichte und Gegenwart, Frauenfeld, Huber.
- ERIKSSON, A. (2003, 11.02.2003): Swedish Red-and-White, *Breeds of Livestock*.
- ETTLE, T. (2017): Braunvieh kann sich lohnen, *agrarheute*, (11), 85-87.
- EZRA, E., VAN STRATEN, M., WELLER, J. (2016): Comparison of pure Holsteins to crossbred Holsteins with Norwegian Red cattle in first and second generations, *Animal*, 10, (8), 1-9, DOI: 10.1017/S1751731116000239.
- FALCONER, D.S. (1984): Einführung in die quantitative Genetik, Stuttgart, Ulmer.
- FCE (2015, 20.11.2015): Dairy cattle breeds, Montbéliarde, Institut de l'Élevage et Races de France, France Conseil Elevage (FCE).
- FEDDERSEN, E. (2020): World Inbreeding trend in Holsteins, whff. info, German Livestock Association,

- FERRELL, C. (1983): Effects of Postweaning Rate of Gain on Onset of Puberty and Productive Performance of Heifers of Different Breeds, *Journal of animal science*, 55, 1272-1283, DOI: 10.2527/jas1982.5561272x.
- FERRIS, C.P., PATTERSON, D.C., GORDON, F.J., WATSON, S., KILPATRICK, D.J. (2014): Calving traits, milk production, body condition, fertility, and survival of Holstein-Friesian and Norwegian Red dairy cattle on commercial dairy farms over 5 lactations, *Journal of Dairy Science*, 97, (8), 5206-5218, DOI: 10.3168/jds.2013-7457.
- FISCHER, B. (2012): Fazit und einige Fotos von der Aufzucht bis in die 2. Laktation aus dem Kreuzungsversuch Braunvieh x Deutsche Holsteins in Iden, 34. Tag des Milchviehhalters in Sachsen-Anhalt, 24./25.04.2012, Bernburg/Iden, Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau.
- FISCHER, R. (2007): Zuchtwertschätzung für Gesundheitsmerkmale bei Milchrindbullen, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich Tierische Erzeugung.
- FOGH, A., VAHLSTEN, T., MARKEY, C. (2021, 07.12.2021): Genomic breeding values for crossbred dairy cows provide new opportunities, NAV newsletter, Nordisk Avlsvaerdi Vurdering (NAV), Letzter Abruf: 02.02.2022.
- FOGH, A., VAHLSTEN, T., MARKEY, C., BYSKOV, K., LIU, H., AAMAND, G. (2022): Nordic genomic prediction for crossbred dairy females, Interbull Meeting, 30.05.-03.06.2022, Montréal, Canada, Interbull.
- FREYER, G., KÖNIG, S., FISCHER, B., BERGFELD, U., CASSELL, B.G. (2008): Invited Review: Crossbreeding in Dairy Cattle From a German Perspective of the Past and Today, *Journal of Dairy Science*, 91, (10), 3725-3743, DOI: 10.3168/jds.2008-1287.
- GEH (2016): Das Angler Rind (alte Zuchtrichtung), Gefährdete Rinderrassen, Gesellschaft zur Erhaltung alter und gefährdeter Haustierrassen e.V. (GEH), 13-16.
- GELDERMANN, H., BARTENSCHLAGER, H., GOGOL, J., PREUß, S. (2005): Tier-Biotechnologie, UTB; 8283: Agrarwissenschaften, Veterinärmedizin, Biologie, Stuttgart, Ulmer.
- GENO (2021a, 26.05.2021): Crossbreeding programs with Norwegian Red, Geno group, Hamar, Norway, Letzter Abruf: 01.02.2022.
- GENO (2021b, 26.05.2021): Norwegian Red characteristics, Geno group, Hamar, Norway, Letzter Abruf: 25.01.2022.
- GLOVER, P., SCHAEFFER, L., FATEHI, J. (2010, 21.07.2010): Canadian Twoplus Project Report: Crossbreeding To Norwegian Red (NRF) Sires Improves Calving Ease, Reproduction, Survival and Maintains Production Geno SA, Letzter Abruf: 31.01.2022.
- GONI, S., MULLER, C., DUBE, B., DZAMA, K. (2015): Reproductive performance of Jersey and Fleckvieh x Jersey heifers and cows maintained on a pasture-based feeding system, *South African Journal of Animal Science*, 45, 379, DOI: 10.4314/sajas.v45i4.4.
- GRAW, J. (2020): Formalgenetik, Genetik, GRAW, JOCHEN UND HENNIG, WOLFGANG (Hrsg.), Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg: 569-642.
- GROTHER, P.O. (1993): Holstein-Friesian. Eine Rasse geht um die Welt, Münster, Landwirtschaftsverlag.
- GRUPP, T. (2001a): Fleckvieh Harmonie und Leistung (II), *Fleckvieh-Welt*, 89, 4-6.
- GRUPP, T. (2001b): Milchcharakter - schließt Bemuskelung hohe Milchleistung aus?, *Fleckvieh-Welt*, 90, 7-9.
- GRUPP, T. (2003): An economical revolution - Pure breeding with Fleckvieh, *Fleckvieh-Welt*, 2, 8-9.
- GUILLENENA, A., SU, G., LUND, M., KARAMAN, E. (2022): Genomic prediction in Nordic Red dairy cattle considering breed origin of alleles, *Journal of Dairy Science*, 105, (3), 2426-2438, DOI: 10.3168/jds.2021-21173.

- HANEMANN, M. (2014): Die Auswirkung der Klauengesundheit auf die Milchleistung bayerischer Fleckviehkühe, Diss., Ludwig-Maximilians-Universität München, Zentrum für Klinische Tiermedizin der Tierärztlichen Fakultät.
- HANSEN, L.B. (2020): The impact of genomics on rapid increase of inbreeding of Holsteins, *Midwest Holsteins News, Progressive Dairy*, Letzter Abruf: 17.04.2020.
- HARMS, J., RÖMER, A., BOLDT, A., VOLKMANN, N. (2014): Mehr Ruhe für die Hochleistenden, *Bauernzeitung*, 44-45.
- HAZEL, A.R., HEINS, B.J., HANSEN, L.B. (2020a): Fertility and 305-day production of Viking Red-, Montbéliarde-, and Holstein-sired crossbred cows compared with Holstein cows during their first 3 lactations in Minnesota dairy herds, *Journal of Dairy Science*, 103, (9), 8683-8697, DOI: 10.3168/jds.2020-18196.
- HAZEL, A.R., HEINS, B.J., HANSEN, L.B. (2020b): Health treatment cost, stillbirth, survival, and conformation of Viking Red-, Montbéliarde-, and Holstein-sired crossbred cows compared with pure Holstein cows during their first 3 lactations, *Journal of Dairy Science*, 103, (11), 10917-10939, DOI: 10.3168/jds.2020-18604.
- HAZEL LOESCHKE, A.R., HEINS, B., HANSEN, L.B. (2021): Herd life, lifetime production, and profitability of Viking Red-sired and Montbéliarde-sired crossbred cows compared with their Holstein herdmates, *Journal of Dairy Science*, 104, (3), 3261-3277, DOI: 10.3168/jds.2020-19137.
- HAZEL LOESCHKE, A.R. UND HEINS, B.J. (2019): ProCROSS crossbreds were more profitable than their Holstein herdmates in a 10-year study with high-performance Minnesota dairy herds, Letzter Abruf: 07/2019.
- HAZEL LOESCHKE, A.R., HEINS, B.J., HANSEN, L.B. (2017a): Fertility, survival, and conformation of Montbéliarde x Holstein and Viking Red x Holstein crossbred cows compared with pure Holstein cows during first lactation in 8 commercial dairy herds, *Journal of Dairy Science*, 100, (11), 9447-9458, DOI: 10.3168/jds.2017-12824.
- HAZEL LOESCHKE, A.R., HEINS, B.J., HANSEN, L.B. (2017b): Production and calving traits of Montbéliarde x Holstein and Viking Red x Holstein cows compared with pure Holstein cows during first lactation in 8 commercial dairy herds, *Journal of Dairy Science*, 100, DOI: 10.3168/jds.2016-11860.
- HAZEL LOESCHKE, A.R., HEINS, B.J., SEYKORA, A.J., HANSEN, L.B. (2013): Montbéliarde-sired crossbreds compared with pure Holsteins for dry matter intake, production, and body traits during the first 150 days of first lactation, *Journal of Dairy Science*, 96, (3), 1915-1923, DOI: 10.3168/jds.2012-5667.
- HAZEL LOESCHKE, A.R., HEINS, B.J., SEYKORA, A.J., HANSEN, L.B. (2014): Production, fertility, survival, and body measurements of Montbéliarde-sired crossbreds compared with pure Holsteins during their first 5 lactations, *Journal of Dairy Science*, 97, (4), 2512-2525, DOI: 10.3168/jds.2013-7063.
- HEINE, P. (2022): Auswirkung unterschiedlicher ökologischer und konventioneller Haltungssysteme auf die Milchleistung, Stoffwechselfgesundheit und Fruchtbarkeitsparameter bayerischer Milchviehkühe, Diss., Ludwig-Maximilians-Universität München, Tierärztliche Fakultät.
- HEINS, B.J., HANSEN, L.B., DE VRIES, A. (2012): Survival, lifetime production, and profitability of Normande x Holstein, Montbéliarde x Holstein, and Scandinavian Red x Holstein crossbreds versus pure Holsteins, *Journal of Dairy Science*, 95, (2), 1011-1021, DOI: 10.3168/jds.2011-4525.
- HEINS, B.J., HANSEN, L.B., HAZEL LOESCHKE, A.R., SEYKORA, A.J., JOHNSON, D.G., LINN, J.G. (2010): Birth traits of pure Holstein calves versus Montbéliarde-sired crossbred calves, *Journal of Dairy Science*, 93, (5), 2293-2299, DOI: 10.3168/jds.2009-2911.
- HEINS, B.J., HANSEN, L.B., SEYKORA, A.J., HAZEL, A.R., JOHNSON, D.G., LINN, J.G. (2008): Crossbreds of Jersey x Holstein Compared with Pure Holsteins for Body Weight, Body Condition Score, Dry Matter Intake, and Feed Efficiency During the First One Hundred Fifty Days of First Lactation, *Journal of Dairy Science*, 91, (9), 3716-3722, DOI: 10.3168/jds.2008-1094.

- HEINS, B.J., HANSEN, L.B., SEYKORA, A.J., HAZEL, A.R., JOHNSON, D.G., LINN, J.G. (2011): Short communication: Jersey x Holstein crossbreds compared with pure Holsteins for production, mastitis, and body measurements during the first 3 lactations, *Journal of Dairy Science*, 94, (1), 501-506, DOI: 10.3168/jds.2010-3232.
- HEINS, B.J., HANSEN, L.B., SEYKORA, T. (2006): Fertility and Survival of Pure Holsteins Versus Crossbreds of Holstein with Normande, Montbeliarde, and Scandinavian Red, *Journal of Dairy Science*, 89, (12), 4944-4951, DOI: 10.3168/jds.s0022-0302(06)72545-0.
- HEINS, B.J., HANSEN, L.B., SEYKORA, T. (2007): Die Kalifornischen Erfahrungen mit Kreuzungen von Holstein Kühen und Bullen von Schwedischem Rotvieh, Norwegischem Rotvieh, Montbeliarde und Normande durch künstliche Besamung, TWOPLUS Deutschland, <http://www.twoplus.info/img/studieKalifornien.pdf>.
- HERNÁNDEZ RIVERA, J., MOLINA-OCHOA, J., LUIS, J., GARCÍA, M., PRADO, O., MACEDO-BARRAGÁN, R., CÉSAR, A., ULLAH, M. (2019): Crossbred Dairy Cattle is the Answer to Improve Environment Dependent Productive and Physiological Responses -A Review, *Pakistan journal of zoology*, 51, 773-788, DOI: 10.17582/journal.pjz/2019.51.2.773.788.
- HILL, W.G. (1971): Theoretical aspects of crossbreeding, *Annales de génétique et de sélection animale*, 3, (23), 23-34, DOI: 10.1186/1297-9686-3-1-23.
- HOEDEMAKER, M., GUNDLING, N., MÜLLER, K.E., CAMPE, A., KREIENBROCK, L., MERLE, R., DOHERR, M., KNUBBEN, G., MANSFELD, R., METZNER, M., FEIST, M. (2020): Abschlussbericht Tiergesundheit, Hygiene und Biosicherheit in deutschen Milchkuhbetrieben – eine Prävalenzstudie (PraeRi),
- HOUDEK, E. (2019): Lactation Curves of Montbeliarde-Sired and Viking Red-Sired Crossbred Cows and Their Holstein Herdmates in 7 Commercial Dairies Using Random Regression and Best Prediction, Master of Science, University of Minnesota, <https://hdl.handle.net/11299/211695>.
- ISO-TOURU, T., SAHANA, G., GULDBRANDTSEN, B., LUND, M., VILKKI, J. (2016): Genome-wide association analysis of milk yield traits in Nordic Red Cattle using imputed whole genome sequence variants, *BMC Genetics*, 17, DOI: 10.1186/s12863-016-0363-8.
- JÖNSSON, R. (2015): Estimation of heterosis and performance of crossbred Swedish dairy cows, Master of Science, Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Animal Breeding and Genetics.
- JUSZCZAK, J. UND ZIEMINSKI, R. (1994): Die Beeinflussung direkter und indirekter Leistungen rotbunter Zweinutzungsrunder durch Kreuzung mit Milchrunderassen (Holstein Friesian und Ayrshire), *Archiv für Tierzucht*, 37, (1), 5-12.
- K.I. SAMEN (2022): Hartland, K.I. SAMEN, Grashoek (NL).
- KARGO, M., MADSEN, P., NORBERG, E. (2012): Short communication: Is crossbreeding only beneficial in herds with low management level?, *Journal of Dairy Science*, 95, (2), 925-928, DOI: 10.3168/jds.2011-4707.
- KARGO, M., NORBERG, E., PEDERSEN, J., CHRISTENSEN, L. (2008): Invited Review: Crossbreeding in Dairy Cattle: A Danish Perspective, *Journal of Dairy Science*, 91, 4116-4128, DOI: 10.3168/jds.2008-1273.
- KELEKI UND SCHULZE, W. (2022): Bulle und Kuh der Rasse Deutsche Holsteins, RinderAllianz GmbH.
- KNOB, D., ALESSIO, D., NETO, A., MOZZAQUATRO, F. (2016): Reproductive performance and survival of Holstein and Holstein x Simmental crossbred cows, *Tropical Animal Health and Production*, 48, DOI: 10.1007/s11250-016-1103-9.
- KOÇ, A. (2011): A study of the reproductive performance, milk yield, milk constituents, and somatic cell count of Holstein-Friesian and Montbeliarde cows, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 35, 295-302, DOI: 10.3906/vet-1008-18.

- KRÄUßLICH, H. (1997): Spezielle Tierzuchtlehre einschließlich Tierbeurteilungslehre, Tierzucht und allgemeine Landwirtschaftslehre für Tiermediziner, KRÄUßLICH, HORST UND GOTTFRIED BREM (Hrsg.), Stuttgart, Ferdinand Enke: 306-525.
- KROGMEIER, D. (2009): Untersuchungen zur Nutzungsdauer bei Braunvieh und Fleckvieh unter besonderer Berücksichtigung der Exterieurmerkmale, Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, (6).
- KRÖMKER, V. UND FRIEDRICH, J. (2012): Modernes Monitoring zur Entwicklung der Eutergesundheit auf Herdenebene, Kompendium Nutztier, Enke Verlag: 18-20.
- KÜNZI, N. UND STRANZINGER, G. (1993): Allgemeine Tierzucht, Stuttgart, Ulmer.
- LEDERER, J.A. (2005): Kreuzungszucht bei Milch- und Zweinutzungsrasen, Kreuzungszucht und Heterosis, Seminar des Ausschusses für Genetik der ZAR, Salzburg, Zucht Data, EDV-Dienstleistungen GmbH.
- LEMBEYE, F., LÓPEZ-VILLALOBOS, N., BURKE, J., DAVIS, SR. (2016): Breed and heterosis effects for milk yield traits at different production levels, lactation number and milking frequencies, New Zealand Journal of Agricultural Research, 59, (2), 156-164, DOI: 10.1080/00288233.2016.1156551.
- LIDAUER, M., PÖSÖ, J., PEDERSEN, J., LASSEN, J., MADSEN, P., MÄNTYSAARI, E., NIELSEN, U., ERIKSSON, J.-Å., JOHANSSON, K., PITKÄNEN, T., STRANDÉN, I., AAMAND, G. (2014): Across-country test-day model evaluations for Holstein, Nordic Red Cattle, and Jersey, Journal of Dairy Science, 98, DOI: 10.3168/jds.2014-8307.
- LINDNER, R. (2008): Die leistungsstarke und robuste Kuh – Garant für eine wirtschaftliche Milcherzeugung, Aulendorfer Wintertagung 05.12.2008, Bildungs- und Wissenszentrum Aulendorf-Viehhaltung, Grünlandwirtschaft, Wild, Fischerei.
- LITWIN, G. UND MANCUSO, W. (2014, 02/2014): Las diferencias existen, Chacra-Magazin, Letzter Abruf: 31.01.2022.
- LKV BADEN-WÜRTTEMBERG (2022): Jahresbericht 2021, Landesverband Baden-Württemberg für Leistungs- und Qualitätsprüfungen in der Tierzucht e.V.
- LKV BAYERN, (Hrsg., 2019): LKV Milchleistungsprüfung 2019, Landeskontrollverband (LKV) Bayern.
- LKV BAYERN (2022): LKV Milchleistungsprüfung 2021, Jahresbericht, Landeskontrollverband (LKV) Bayern.
- LKV SACHSEN-ANHALT, (Hrsg., 2019): Jahresbericht 2019, Stendal, LKV Sachsen-Anhalt.
- LÓPEZ-VILLALOBOS, N. (1998): Effects of crossbreeding and selection on the productivity and profitability of the New Zealand industry, Diss., Massey University Palmerston North New Zealand.
- LOPEZ-VILLALOBOS, N., GARRICK, D., BLAIR, H., HOLMES, C.W. (2000): Possible Effects of 25 Years of Selection and Crossbreeding on the Genetic Merit and Productivity of New Zealand Dairy Cattle, Journal of Dairy Science, 83, 154-163, DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(00)74866-1.
- LOPEZ-VILLALOBOS, N., GARRICK, D.J., HOLMES, C.W., BLAIR, H.T., SPELMAN, R.J. (2000): Profitabilities of Some Mating Systems for Dairy Herds in New Zealand, Journal of Dairy Science, 83, (1), 144-153, DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(00)74865-X.
- LÜTKE HOLZ, K. (2019, 25.06.2019): Kreuzungszucht: Geliebt oder belächelt, Top agrar online, R24-R26.
- LWK, (Hrsg., 2020): Leitfaden Rinderhaltung, Niedersächsische Bildungsserver (NiBiS).
- MAGNE, M.-A. UND QUÉNON, J. (2021): Dairy crossbreeding challenges the French dairy cattle sociotechnical regime, Agronomy for Sustainable Development, 41, DOI: 10.1007/s13593-021-00683-2.
- MAIER, C. (2006): Fruchtbarkeit in Kennzahlen, Neue Landwirtschaft, 17, 10-11.
- MALCHIODI, F., CECCHINATO, A., BITTANTE, G. (2014): Fertility traits of purebred Holsteins and 2- and 3-breed crossbred heifers and cows obtained from Swedish Red, Montbéliarde, and Brown Swiss sires, Journal of Dairy Science, 97, (12), 7916-7926, DOI: 10.3168/jds.2014-8156.

- MALCHIODI, F., PENASA, M., TIEZZI, F., BITTANTE, G. (2011): Milk Yield Traits, Somatic Cell Score, Milking Time and Age at Calving of Pure Holstein Versus Crossbred Cow, *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 76, 259-261.
- MALTECCA, C., KHATIB, H., SCHUTZKUS, V.R., HOFFMAN, P.C., WEIGEL, K.A. (2006): Changes in Conception Rate, Calving Performance, and Calf Health and Survival From the Use of Crossbred Jersey × Holstein Sires as Mates for Holstein Dams, *Journal of Dairy Science*, 89, (7), 2747-2754, DOI: 10.3168/jds.s0022-0302(06)72351-7.
- MARTIN, J., BUCHHOLZ, C., DETER, S., HOTZLER, W., LODE, E.J., RICHTER, H., SCHMIDT, S., TILSCH, K., WINTER, W., ZELFEL, S., (Hrsg., 2008): Uckermärker - Entwicklung einer Fleischrinderrasse, Groß Kreuz, Woldegk, Interessengemeinschaft Uckermärker, Rinderproduktion Berlin, Brandenburg GmbH, Rinderzuchtverband Mecklenburg-Vorpommern e.G.
- MCALLISTER, A.J. (2002): Is Crossbreeding the Answer to Questions of Dairy Breed Utilization?, *Journal of Dairy Science*, 85, (9), 2352-2357, DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74315-4.
- MCALLISTER, A.J., LEE, A.J., BATRA, R., LIN, C.Y., ROY, G.L., VESELY, J.A., WAUTHY, J.M., WINTER, K.A. (1994): The influence of additive and nonadditive gene action on lifetime yields and profitability of dairy cattle, *Journal of Dairy Science*, 77, 2400-2414, DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(94)77183-6.
- MCCLEARN, B., DELABY, L., GILLILAND, T., GUY, C., DINEEN, M., COUGHLAN, F., BUCKLEY, F., MCCARTHY, B. (2020): An assessment of the production, reproduction, and functional traits of Holstein-Friesian, Jersey × Holstein-Friesian, and Norwegian Red × (Jersey × Holstein-Friesian) cows in pasture-based systems, *Journal of Dairy Science*, 103, DOI: 10.3168/jds.2019-17476.
- MEILI, E. (2010, 04.08.2010): Gebrauchskreuzung: Der schnelle Weg zur robusten Kuh, *Bioaktuell*, Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL).
- MEKONNEN, T., MENGESHA, Y., MESERET, S. (2020): Genetic Improvement Strategy of Indigenous Cattle Breeds: Effect of Cattle Crossbreeding Program in Production Performances, *Journal of Applied Life Sciences International*, 23-40, DOI: 10.9734/JALSI/2020/v23i130140.
- MENDONÇA, L.G.D., ABADE, C.C., DA SILVA, E.M., LITHERLAND, N.B., HANSEN, L.B., HANSEN, W.P., CHEBEL, R.C. (2014): Comparison of peripartum metabolic status and postpartum health of Holstein and Montbéliarde-sired crossbred dairy cows, *Journal of Dairy Science*, 97, (2), 805-818, DOI: 10.3168/jds.2013-7159.
- MERTENS, J., KLEMM, R., FISCHER, R. (2011): Kreuzungszucht beim Milchrind – ökonomische Bewertung, *Schriftenreihe des LfULG*, 13/2011, Dresden, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), DOI: 10.4126/98-004156078.
- MÖCKLINGHOFF-WICKE, S. UND ZIEGER, P. (2005, 24.02.2022): MLP-Raten nicht nur für die Fütterungskontrolle nutzen!, URL: <http://www.agrinet.de/l-Team/MLP%20Daten%20nutzen.pdf>, Letzte Aktualisierung: 10/2005.
- MSD (2018, 03.12.2018): Formeln zur Kennzahlberechnung, URL: <http://www.fruchtbarkeitsmanagement.de/pdf/Formeln-Fruchtbarkeitskennzahlen.pdf>
- MÜLLER, R. (2018): Herkunft und Geschichte der Jersey Rasse. Swiss Jersey, Schweizerischer Jerseyzuchtverein, <http://www.jersey.ch>, Letzter Abruf: 11.01.2022.
- MUUTTORANTA, K., TYRISEVÄ, A.-M., MÄNTYSAARI, E.A., PÖSÖ, J., AAMAND, G.P., LIDAUER, M.H. (2019): Genetic parameters for female fertility in Nordic Holstein and Red Cattle dairy breeds, *Journal of Dairy Science*, 102, (9), 8184-8196, DOI: 10.3168/jds.2018-15858.
- NASR, M.A.F., HUSSEIN, M.A., ALKHEDAIDE, A.Q., EL-TARABANY, M.S., ROUSHDY, E.-S.M. (2021): Reproductive Performance and Culling Rate of Purebred Holstein Cows and Their Crosses With Fleckvieh and Brown Swiss Cows Under Subtropical Conditions, *Frontiers in Veterinary Science*, 8, DOI: 10.3389/fvets.2021.752941.
- NAV (2022): Nordic dairy cattle, URL: <https://nordicebv.info/>, Letzte Aktualisierung: 26.01.2022.

- NOLTE, O.-V. (2019): Effekte der Rückkreuzung auf Fleckvieh aus einer Kreuzungsherde mit Deutschen Holstein-Genanteilen auf Milchleistung und Milchqualität, Diss., Ludwig-Maximilians-Universität München, Lehr- und Versuchsgut der Tierärztlichen Fakultät.
- OLSON, K.M., CASSELL, B.G., HANIGAN, M.D., PEARSON, R.E. (2011): Short communication: Interaction of energy balance, feed efficiency, early lactation health events, and fertility in first-lactation Holstein, Jersey, and reciprocal F1 crossbred cows, *Journal of Dairy Science*, 94, (1), 507-511, DOI: 10.3168/jds.2010-3433.
- OTTEN, H. (2007): Genetik für Milchproduktion auf Grasbasis, *TwoPlus Report*, (7), 3-5.
- Ouweltjes, W. (2012): Comparison of performance of Holstein and Holstein x Fleckvieh dairy cows for production, fertility and health, Confidential report, Wageningen University & Research centre (UR),
- PENASA, M. (2009): Crossbreeding effects in dairy cows, Diss., Università degli Studi di Padova, Dipartimento di Scienze Animali.
- PENASA, M., LÓPEZ-VILLALOBOS, N., EVANS, R., CROMIE, A., DAL ZOTTO, R., CASSANDRO, M. (2010): Crossbreeding effects on milk yield traits and calving interval in spring-calving dairy cows, *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 127, (4), 300-307, DOI: 10.1111/j.1439-0388.2009.00840.x.
- PETER, D. UND MEILI, J. (2020, 06.11.2019): Eine Alternative für die Milchwirtschaft?, *Newsletter, UFA-Revue*, <https://www.ufarevue.ch/nutztiere/kreuzungszucht>, Letzter Abruf: 12.05.2021.
- PHÖNIX GROUP (2023, 15.02.2023): Wir züchten mit den Besten, URL: <https://www.phoenix-genetics.de/>
- PRENDIVILLE, R., PIERCE, K.M., BUCKLEY, F. (2010): A comparison between Holstein-Friesian and Jersey dairy cows and their F1 cross with regard to milk yield, somatic cell score, mastitis, and milking characteristics under grazing conditions, *Journal of Dairy Science*, 93, (6), 2741-2750, DOI: 10.3168/jds.2009-2791.
- PUNSMANN, T. UND DISTL, O. (2017): Lebens- und Nutzungsdauer von Milchkühen – Heritabilität der Merkmale und genetische Korrelationen zu Milchleistungsmerkmalen und funktionalen Merkmalen, *Züchtungskunde*, 89, (2), 125-139.
- PUNSMANN, T., DUDA, J., DISTL, O. (2018a): Longevity, length of productive life and lifetime performance of German Brown Part 1: Systematic effects on longevity and length of productive life of German Brown cows, *Züchtungskunde*, 90, 112-125.
- PUNSMANN, T., DUDA, J., DISTL, O. (2018b): Longevity, length of productive life and lifetime performance of German Brown Part 2: Systematic effects on lifetime performance and lifetime efficiency, *Züchtungskunde*, 90, 206-217.
- PUNSMANN, T., DUDA, J., DISTL, O. (2018c): Longevity, length of productive life and lifetime performance of German Brown Part 3: Systematic effects on longevity and length of productive life of German Brown cows, *Züchtungskunde*, 90, 112-125.
- PUPPEL, K., BOGUSZ, E., GOŁĘBIEWSKI, M., NAŁĘCZ-TARWACKA, T., KUCZYŃSKA, B., SLÓSZARZ, J., BUDZIŃSKI, A., SOLARCZYK, P., KUNOWSKA-SLÓSZARZ, M., PRZYSUCHA, T. (2017): Effect of Dairy Cow Crossbreeding on Selected Performance Traits and Quality of Milk in First Generation Crossbreds, *Journal of Food Science*, 83, DOI: 10.1111/1750-3841.13988.
- R&S VERTRIEBS GMBH (2020): Maxi France - Premium Jungbullenfleisch aus Frankreich - Rassen, Letzte Aktualisierung: 25.01.2022.
- RBW (2021): Bullenangebot Original Braunvieh, Rinderunion Baden-Württemberg e.V.
- RINDERALLIANZ GMBH (2023): RinderAllianz Wert und Vision, RinderAllianz GmbH, <https://www.rinderallianz.de/>.
- RINDERALLIANZ GMBH UND MRV (2021a): Zuchtprogramm für die Rasse Deutsche Holsteins, RinderAllianz GmbH (RA), Milchkontroll- und Rinderzuchtverband eG (MRV).
- RINDERALLIANZ GMBH UND MRV (2021b): Zuchtprogramm für die Rasse Deutsche Jersey (J), RinderAllianz GmbH (RA), Milchkontroll- und Rinderzuchtverband eG (MRV).



- RINELL, E. UND HERINGSTAD, B. (2018): The effects of crossbreeding with Norwegian Red dairy cattle on common postpartum diseases, fertility and body condition score, *Animal*, 12, (12), 2619-2626, DOI: 10.1017/s175173111800037x.
- RÖMER, A. (2020): Früh gemerzte Jungkühe - wie hoch ist die Nutzungsdauer ihrer Nachkommen?, 29. Milchrindtag MV, 03./04.03.2020, Woldegk, Güstrow, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (LfA), Institut für Tierproduktion Dummerstorf; LKV MV e.V.
- ROSSOW, N. (2002, 18.11.2002): Optimale Färsenaufzucht – Voraussetzung für hohe Einsatz- und Erstlaktationsleistung der Jungkuh, Data Service Paretz GmbH, 2002, Letzter Abruf: 15.12.2021.
- ROSSOW, N. UND JÄCKEL, L. (2004, 11.02.2005): Gesundheits- und Fruchtbarkeitsmanagement in Milchkuhbeständen, Teil 1: Allgemeines, Data Service Paretz GmbH und Milchgut Schwabhausen/Thüringen, 2004, [http://www.portal-rind.de/portal/data/artikel/82/artikel\\_82.pdf](http://www.portal-rind.de/portal/data/artikel/82/artikel_82.pdf), Letzter Abruf: 16.05.2020.
- RZB (2020): Zuchtprogramm für die Rasse Uckermärker, RBB Rinderproduktion Berlin-Brandenburg GmbH, Rinderzuchtverband Berlin-Brandenburg e.G. (RZB).
- SAMBRAUS, H.H. (2011): Farbatlas Nutztierassen : 263 Rassen in Wort und Bild, 7. erw. Ausg., Stuttgart (Hohenheim), Ulmer.
- SCHAEFFER, L.R., BURNSIDE, E.B., GLOVER, P., FATEHI, J. (2011): Crossbreeding Results in Canadian Dairy Cattle for Production, Reproduction and Conformation, *The Open Agriculture Journal*, 5, (1), 63-72, DOI: 10.2174/1874331501105010063.
- SCHENDEL, J. (2012): Empfehlungen zur Anwendung des BCS für die Bewertung und Kontrolle von Wachstum und Entwicklung weiblicher Jungrinder unterschiedlicher Genotypen, BSc., Hochschule Neubrandenburg.
- SCHICHTL, V. (2007): Einfluss der Kreuzung von Deutschen Holsteins und Deutschem Fleckvieh auf Milchleistung, Milchqualität und allgemeine Gesundheitsmerkmale in einem automatischen Melksystem, Diss., Ludwig-Maximilians-Universität München, Institut für Tierzucht Lehrstuhl für Tierzucht und Allgemeine Landwirtschaftslehre der Tierärztlichen Fakultät.
- SCHRÖPFER, F. (2010): Neues von den bunten Kühen, *elite-magazin*, (4), S4 - S6.
- SCHULDT, A. UND DINSE, R. (2020): Aufzucht weiblicher Kälber und Jungrinder in landwirtschaftlichen Unternehmen; Teil 1: Konditionsbewertung als Kontrollinstrument für Wachstum und Entwicklung sowie Einfluss der Körperkondition auf Gesundheit und Leistungen, Schriftenreihe der Hochschule Neubrandenburg.
- SCHWAGER-SUTER, R., STRICKER, C., ERDIN, D., KÜNZI, N. (2001): Net energy efficiencies of Holstein, Jersey and Holstein-Jersey F1-crosses, *Animal Science*, 72, 335-342, DOI: 10.1017/S1357729800055831.
- SCHWARK, H.J. (1989): Tierproduktion - Rinderzucht, Berlin, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag.
- SCHWARK, H.J. UND FAHR, R.-D. (1976): Untersuchungen zum Wachstum, zum Eintritt der Geschlechtsreife und zu Merkmalen der Fruchtbarkeit ante und post partum beim Rind. 1. alter und Lebendmasse bei Eintritt der Geschlechtsreife und ihre Beziehungen zum Wachstum, *Archiv für Tierzucht*, 19, (2), 75-85.
- SERVAIS, L. (2011): Die Rinderrasse Normande, Wallonie Tierzucht, (7), 6-8.
- SERVAIS, L. (2012): Die Rotationskreuzung ProCROSS: Sie festigt die erhöhte Widerstandskraft der Hybriden, Wallonie Tierzucht, (1), 22-24.
- SHONKA-MARTIN, B.N., HAZEL LOESCHKE, A.R., HEINS, B.J., HANSEN, L.B. (2019): Three-breed rotational crossbreds of Montbéliarde, Viking Red, and Holstein compared with Holstein cows for dry matter intake, body traits, and production, *Journal of Dairy Science*, 102, (1), 871-882, DOI: 10.3168/jds.2018-15318.
- SHONKA-MARTIN, B.N., HEINS, B.J., HANSEN, L.B. (2019): Three-breed rotational crossbreds of Montbéliarde, Viking Red, and Holstein compared with Holstein cows for feed efficiency, income

- over feed cost, and residual feed intake, *Journal of Dairy Science*, 102, (4), 3661-3673, DOI: 10.3168/jds.2018-15682.
- SOLARCZYK, P., SLÓSZARZ, J., GOŁĘBIEWSKI, M., PUPPEL, K. (2021): A comparison between Polish Holstein-Friesian and F1 hybrid Polish Holstein Friesian × Swedish Red cows in terms of milk yield traits, *Mljekarstvo*, 71, 141-150, DOI: 10.15567/mljekarstvo.2021.0207.
- SØRENSEN, M.K., NORBERG, E., PEDERSEN, J., CHRISTENSEN, L.G. (2008): Invited Review: Crossbreeding in Dairy Cattle: A Danish Perspective, *Journal of Dairy Science*, 91, (11), 4116-4128, DOI: 10.3168/jds.2008-1273.
- SPANRING, L.T. UND GASTEGGER, T. (2020): Normande-Rinder: Futterneid im Spermageschäft?, top agrar online.
- STAFF, R.F. (2021, 01.06.2021): Swedish Red Cattle Characteristics, Origin, Uses, roysfarm.com, Letzter Abruf: 18.01.2022.
- STATISTISCHES BUNDESAMT, (Hrsg., 1995): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Fachserie 3, Reihe 4.1 Rinder- und Schafbestand.
- STEENBECK, G. (2016): Erläuterungen zum Eutergesundheitsbericht, MLP Ergebnisse, <https://lkvsh.de/mlp/mlp-ergebnisse-mlp/erlaeuterungen-zum-eutergesundheitsbericht?tmpl=component&print=1>.
- STEINHÖFEL, I. (2011): Kontrolle von Abkalbung und Aufzucht, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, [https://www.landwirtschaft.sachsen.de/download/K\\_Abkalbung\\_Aufzucht.pdf](https://www.landwirtschaft.sachsen.de/download/K_Abkalbung_Aufzucht.pdf).
- STEWART, T., LONG, C., CARTWRIGHT, T. (1980): Characterization of Cattle of a Five-Breed Diallel. III. Puberty in Bulls and Heifers, *Journal of Animal Science*, 50, 808-820, DOI: 10.2527/jas1980.505808x.
- STEYN, Y., GONZALEZ-PENA, D., BERNAL RUBIO, Y.L., VUKASINOVIC, N., DENISE, S.K., LOURENCO, D., MISZTAL, I. (2021): Indirect genomic predictions for milk yield in crossbred Holstein-Jersey dairy cattle, *Journal of Dairy Science*, 104, DOI: 10.3168/jds.2020-19451.
- STOCK, J. (2022): Genomic methods for rotational crossbreeding in local dairy cattle breeds, Diss., Universität Hohenheim, Institut für Nutztierwissenschaften, Fakultät Agrarwissenschaften.
- STOCK, J., ESFANDYARI, H., HINRICHS, D., BENNEWITZ, J. (2021): Implementing a genomic rotational crossbreeding scheme to promote local dairy cattle breeds - A simulation study, *Journal of Dairy Science*, 104, DOI: 10.3168/jds.2020-19927.
- SUNDBERG, T., BERGLUND, B., RYDHMER, L., STRANDBERG, E. (2009): Fertility, somatic cell count and milk production in Swedish organic and conventional dairy herds, *Livestock Science*, 126, (1), 176-182, DOI: 10.1016/j.livsci.2009.06.022.
- SUTTER, F. (2006): Optimales Erstkalbealter von Aufzuchtrindern aus ökonomischer und physiologischer Sicht, 33. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Irdning, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein.
- SWALVE, H.H. (2004): Kreuzungszucht als alternativer Ansatz in der Milchrinderzucht, *Züchtungskunde*, 76, 412-420.
- SWALVE, H.H., BERGK, N., SOLMS-LICH, P. (2008): Kreuzungszucht beim Milchrind – Ergebnisse aus einem Praxisbetrieb, *Züchtungskunde*, 80, (6), 429-442.
- SWAN, A.A. UND KINGHORN, B.P. (1992): Evaluation and Exploitation of Crossbreeding in Dairy Cattle, *Journal of Dairy Science*, 75, (2), 624-639, DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(92)77800-X.
- THOMASEN, J.R., NIELSEN, H.M., HJORTØ, L., KARGO, M. (2023): DairyCross: Crossbreeding - optimization across dairy breeds, project: Grønt Udviklings- og Demonstrationsprogram (GUDP), Aarhus University, Center for Quantitative Genetics and Genomics, <https://qgg.au.dk/en/projects/project-participation/dairycross-crossbreeding-optimization-across-dairy-breeds>, Letzter Abruf: 16.01.2023.
- TIMMERMANS, F. (2007): Unterschiede von Norwegischem und Schwedischem Rotvieh, Report, (7).

- TWOPLUS (2020): Bullenangebot Normande, Twoplus Deutschland, Letzter Abruf: 25.01.2022.
- VALREN, T. (2017): Français : Vache normande sacrée championne de Bretagne au concours régional de Pontivy 2017. Wikimedia Commons.
- VANCE, E.R., FERRIS, C.P., ELLIOTT, C.T., HARTLEY, H.M., KILPATRICK, D.J. (2013): Comparison of the performance of Holstein-Friesian and Jersey x Holstein-Friesian crossbred dairy cows within three contrasting grassland-based systems of milk production, *Livestock Science*, 151, 66-79, DOI: 10.1016/j.livsci.2012.10.011.
- VANCE, E.R., FERRIS, C.P., ELLIOTT, C.T., MCGETRICK, S.A., KILPATRICK, D.J. (2012): Food intake, milk production, and tissue changes of Holstein-Friesian and Jersey x Holstein-Friesian dairy cows within a medium-input grazing system and a high-input total confinement system, *Journal of Dairy Science*, 95, (3), 1527-1544, DOI: 10.3168/jds.2011-4410.
- VDJ (2022): Bulle und Kuh der Rasse Jersey, Verband Deutscher Jerseyzüchter.
- VIKINGGENETICS (2020): Viking Red, gesunde, unkomplizierte Kühe, Innovative Zucht, VikingGenetics, Letzter Abruf: 02.02.2023.
- VIKINGGENETICS (2021): ProCROSS - Das bewährte Kreuzungszuchtprogramm, VikingGenetics Deutschland, <https://www.vikinggenetics.de/milchvieh/procross>, Letzter Abruf: 21.01.2022.
- VIKINGGENETICS (2022, 01.11.2022): Kreuzungszucht als effektives Instrument zur Verbesserung der Fruchtbarkeit, 2022, URL: <https://www.vikinggenetics.de/aktuelles/kreuzungszucht-ist-instrument-zur-fruchtbarkeit>, Letzte Aktualisierung: 19.04.2022.
- VIKINGGENETICS (2023): VikingGoldenCross - Kreuzung für saisonales Kalben, VikingGenetics, Letzter Abruf: 15.02.2023.
- WANGLER, A., BLUM, E., BÖTTCHER, I., SANFTLEBEN, P. (2009): Lebensleistung und Nutzungsdauer von Milchkühen aus der Sicht einer effizienten Milchproduktion, *Züchtungskunde*, 81, (5), 341-360.
- WANGLER, A. UND HARMS, J. (2009): Lebensleistung, Nutzungsdauer und Gesundheit von Milchkühen in Abhängigkeit vom Leistungsniveau, *Beiträge zur Tierproduktion. Mitteilungen der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (LfA)*, (Heft 41), 16-24.
- WEERDA, M. UND VEAUTHIER, G. (2020): Zellzahl: Indikator der Eutergesundheit, elite-magazin.
- WEIGEL, K.A. UND BARLASS, K.A. (2003): Results of a Producer Survey Regarding Crossbreeding on US Dairy Farms, *Journal of Dairy Science*, 86, (12), 4148-4154, DOI: 10.3168/jds.s0022-0302(03)74029-6.
- WEISS, J. (2011): 4.2 Zuchtwahl (Selektion). *Tierproduktion*. Stuttgart, Georg Thieme Verlag.
- WENGER, H. (1972): Das Simmentaler Fleckvieh, *Fachmagazin für die Schweizer Landwirtschaft*, 100, 449-456.
- WEST, J.W. (2003): Effects of Heat-Stress on Production in Dairy Cattle, *Journal of Dairy Science*, 86, (6), 2131-2144, DOI: 10.3168/jds.s0022-0302(03)73803-x.
- WHFF (2020): Inbreeding coefficients in differenz countries 1980 - 2019, World Holstein Friesian Federation (WHFF).
- WIGGANS, G., VAN RADEN, P., NICOLAZZI, E. (2019): Extending genomic evaluation to crossbred dairy cattle, Interbull Meeting, 23.-26.06.2019, Cincinnati, Ohio, USA, Interbull.
- WILLAM, A. UND SIMIANER, H. (2017): *Tierzucht*, UTB, Band-Nr. 3526, 2. vollst. überarb. Auflage, Stuttgart, Eugen Ulmer.
- WILLEKE, H. (2006): *Tierzucht, Landwirtschaftliches Lehrbuch*, Lengerken, Gerhard von und Brade, Wilfried (Hrsg.), Stuttgart, Ulmer: 73-101.
- WOLTER, W., KLOPPERT, B., CASTANEDA VÁZQUEZ, H., ZSCHÖCK, M. (2002): *Die Mastitis des Rindes: ein Kursbuch*, Staatliches Untersuchungsamt Hessen, Universidad de Guadajajara, <http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2002/910/>

WÜNSCHERS, R. (2019): Züchtung gestern bis heute, Generation Gen-Schere: Wie begegnen wir der gentechnologischen Revolution?, Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg: 39-116.

ZOLLITSCH, W., HORN, M., PFISTER, R., ROHRER, H., STEINWIDDER, A. (2016): Welche Kühe brauchen Low-Input Erzeuger? Ergebnisse aus einer internationalen Studie, Österreichische Fachtagung für Biologische Landwirtschaft, 10.11.2016, Gumpenstein, Höhere Bundelslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein.

## Anhang: Tabellen und Abbildungen

### Verzeichnis der Anhangstabellen

Tabelle A1: Tierbestand, Remontierungsrate des Jahres 2020 (Betriebe A, B, D) und 2015 (Betrieb C) sowie Anteil Kreuzungen am Gesamtbestand weiblicher Rinder ab 6 Lebensmonate in den Untersuchungsbetrieben.....	109
Tabelle A2: Anzahl ausgewerteter Kühe und MLP sowie Anteil MLP nach Betrieben und Laktationen.....	110
Tabelle A3: Kreuzungsschemata und Genanteile der Rassen in den ausgewerteten Genotypen.....	111
Tabelle A4: Minima und Maxima der Geburtsjahre sowie Anzahl der ausgewerteten Genotypen in den Betrieben.....	112
Tabelle A5: Minima und Maxima der Geburtsjahre sowie Anzahl der ausgewerteten 3-Rassen-Kreuzungen in den Betrieben.....	112
Tabelle A6: Ausgewählte Väter (Bullen) Vererber, Geburtsjahr, Anzahl ausgewerteter Töchter und Zuchtwerte.....	113
Tabelle A7: Statistische Parameter ausgewählter Leistungen von Deutschen Holsteins (DH) und Kreuzungen mit unterschiedlichen Genanteilen in der Gesamtstichprobe.....	115
Tabelle A8: Statistische Parameter sowie Signifikanzen zwischen Mittelwerten ausgewählter Leistungen der Gesamtstichprobe nach Betrieben.....	120
Tabelle A9: Statistische Parameter sowie Signifikanzen zwischen Mittelwerten ausgewählter Leistungen der Deutschen Holsteins (DH) und Kreuzungen mit unterschiedlichen Genanteilen der Rasse Montbéliarde (MON, Betrieb A).....	122
Tabelle A10: Statistische Parameter sowie Signifikanzen zwischen Mittelwerten ausgewählter Leistungen der Deutschen Holsteins (DH) und Kreuzungen mit unterschiedlichen Genanteilen der Rasse Braunvieh (BV, Betrieb D).....	123
Tabelle A11: Statistische Parameter sowie Signifikanzen zwischen Mittelwerten ausgewählter Leistungen der Deutschen Holsteins (DH) und Kreuzungen mit unterschiedlichen Genanteilen der Rasse Schwedische Rotbunte (SRB, Betriebe A, B, C, D).....	125
Tabelle A12: Statistische Parameter und Signifikanzen zwischen Mittelwerten der Leistungsmerkmale Erstkalbealter und Lebenseffektivität der Deutschen Holsteins (DH) vs. Töchtern mit Vätern der Rassen MON, JER, BV und SRB.....	127
Tabelle A13: Statistische Parameter der Leistungsmerkmale EKA und Lebenseffektivität der Deutschen Holsteins (DH) vs. Töchtern ausgewählter Väter der Rassen MON, JER, BV und SRB.....	127
Tabelle A14: Signifikanzen zwischen Mittelwerten des Erstkalbealters (EKA in Monaten) der Deutschen Holsteins (DH) vs. Töchtern ausgewählter Väter der Rassen MON, JER, BV und SRB.....	128
Tabelle A15: Signifikanzen zwischen Mittelwerten der Lebenseffektivität in kg Milchmenge je Lebenstag der Deutschen Holsteins (DH) vs. Töchtern ausgewählter Väter der Rassen MON, JER, BV und SRB.....	128
Tabelle A16: Leistungsvergleich von DH vs. BV50 in Betrieben mit niedrigem (D) und mittlerem (C) Herdenniveau.....	130
Tabelle A17: Leistungsvergleich von DH vs. SRB50 in Betrieben mit niedrigem (D) und mittlerem (A, B) Herdenniveau.....	131

*Tabelle A1: Tierbestand, Remontierungsrate des Jahres 2020 (Betriebe A, B, D) und 2015 (Betrieb C) sowie Anteil Kreuzungen am Gesamtbestand weiblicher Rinder ab 6 Lebensmonate in den Untersuchungsbetrieben*

Jahr	Betrieb	A	B	C	D
Durchschnittlicher Tierbestand des letzten vollständig auswertbaren Jahres					
Jahr		2020	2020	2015	2020
Gesamt		298	340	626	613
Milchvieh		232	236	374	329
Nachzucht ab 6. Lebensmonat		66	104	252	284
Anteil Kreuzungen am Gesamtbestand ab 6 Lebensmonate					
	2001				3 %
	2002				7 %
	2003				14 %
	2004	6 %			25 %
	2005	3 %	2 %		24 %
	2006	2 %	3 %	1 %	32 %
	2007	8 %	3 %	1 %	36 %
	2008	5 %	3 %	4 %	38 %
	2009	4 %	4 %	12 %	38 %
	2010	3 %	6 %	17 %	41 %
	2011	5 %	7 %	21 %	43 %
	2012	7 %	9 %	26 %	49 %
	2013	8 %	12 %	30 %	52 %
	2014	11 %	12 %	33 %	54 %
	2015	14 %	13 %	35 %	55 %
	2016	18 %	16 %		58 %
	2017	21 %	20 %		57 %
	2018	21 %	25 %		63 %
	2019	26 %	27 %		61 %
	2020	28 %			63 %
	MW	11 %	11 %	18 %	41 %

**Tabelle A2: Anzahl ausgewerteter Kühe und MLP sowie Anteil MLP nach Betrieben und Laktationen**

	A	B	C	D
Jahre	2006 – 21	2007 – 21	2008 - 16	2007 – 21
Anzahl Kühe	1.751	768	825	2.278
Anzahl MLP	49.607	25.633	22.172	39.474
Laktation	Anteil Datensätze			
1.	37,7%	26,4%	41,8%	29,1%
2.	28,1%	21,3%	27,6%	23,7%
3.	18,3%	18,1%	16,4%	17,4%
4.	9,4%	14,1%	8,8%	12,3%
5.	4,0%	9,2%	4,0%	6,8%
6.	1,7%	5,5%	1,3%	4,9%
7.	0,7%	3,1%	0,1%	2,8%
8.	0,2%	1,4%	0,0%	1,4%
9.	0,0%	0,5%		0,7%
10.		0,3%		0,7%
11.		0,1%		0,1%
1. und 2.	65,8%	47,7%	69,4%	52,8%
>3.	15,9%	34,2%	14,2%	29,8%

Tabelle A3: Kreuzungsschemata und Genanteile der Rassen in den ausgewerteten Genotypen

Genotyp	Kreuzung	Anzahl Tiere	Genanteile der Rassen in %				
			DH	MON	JER	BV	SRB
DH > 75	divers	412	> 75,0	0 – 12,5	1,6 – 12,5	1,6 – 18,8	1,6 – 15,6
DH < 75	divers	162	12,5 – 71,9	12,5 – 62,5	12,5 – 37,5	6,3 – 75,0	3,1 – 87,5
MON50	MON X DH	74	50,0	50,0			
MON25	DH X MON50	26	75,0	25,0			
MON12,5	DH X MON25	25	87,5	12,5			
JER50	DH x JER	57	50,0		50,0		
JER25	DH x JER50	18	75,0		25,0		
BV50	DH x BV	260	50,0			50,0	
BV25	DH x BV50	145	75,0			25,0	
BV12,5	DH x BV25	51	87,5			12,5	
SRB75	SRB X SRB50	11	25,0				75,0
SRB50	DH x SRB	434	50,0				50,0
SRB25	DH x SRB50	344	75,0				25,0
SRB12,5	DH X SRB25	114	87,5				12,5
MON50SRB25, PRCR	MON x SRB50	82	25,0	50,0			25,0
3-Rassen-Kreuzungen		479					
MON75SRB12,5	MON x PRCR	17	12,5	75,0			12,5
MON50SRB12,5	MON x SRB25	24	37,5	50,0			12,5
MON25SRB12,5	DH x MON50SRB25	57	62,5	25,0			12,5
BV50SRB25	BV x SRB50	95	25,0			50,0	25,0
BV50SRB12,5	BV x BV50SRB25	45	37,5			50,0	12,5
BV25SRB12,5	DH x BV50SRB25	75	62,5			25,0	12,5
SRB50MON25	SRB x MON50	23	25,0	25,0			50,0
SRBBV25	SRB x BV50	88				25,0	50,0
SRB12,5BV6,25	DH x SRBBV25	35	81,25			6,25	12,5
SRBJER	SRB x JER50	20	25,0		25,0		50,0

DH = Deutsche Holsteins, MON = Montbéliarde, JER = Jersey, BV = Braunvieh, SRB = Schwedische Rotbunte, PRCR = ProCROSS



**Tabelle A4: Minima und Maxima der Geburtsjahre sowie Anzahl der ausgewerteten Genotypen in den Betrieben**

Genotyp	Geburtsjahr		Betrieb				
	min	max	A	B	C	D	gesamt
Gesamt	25.01.01	27.11.19	2.144	825	659	2.223	6.251
DH	26.01.01	23.01.19	1661	757	483	881	3.782
Alle Kreuzungen	25.01.01	27.11.19	483	68	176	1742	2.269
DH > 75	17.06.05	07.10.19	45	9		358	412
DH < 75	22.11.06	20.11.19	66	2	5	89	162
MON50	06.08.09	27.11.19	67	7			74
MON25	16.11.11	02.09.19	26				26
MON12,5	04.03.15	07.10.19	25				25
JER50	05.09.02	01.10.09			47	10	57
JER25	23.11.06	23.04.12				18	18
BV50	07.06.02	29.09.13	3		88	169	260
BV25	13.08.04	28.04.16			6	139	145
BV12,5	18.03.07	11.10.16				51	51
SRB75	07.07.08	12.10.15	1	1		9	11
SRB50	25.01.01	14.05.17	57	21	10	346	434
SRB25	26.04.03	11.06.19	29	14		301	344
SRB12,5	17.06.05	07.03.19	20	7		87	114
PRCR	01.12.08	11.07.19	70	12			82
3-Rassen-Kreuzungen	10.07.04	12.07.19	119	2	20	338	479

DH = Deutsche Holsteins, MON = Montbéliarde, JER = Jersey, BV = Braunvieh, SRB = Schwedische Rotbunte, PRCR = ProCROSS (MON50SRB25), Zahlen im Genotyp geben den Genanteil in % an

**Tabelle A5: Minima und Maxima der Geburtsjahre sowie Anzahl der ausgewerteten 3-Rassen-Kreuzungen in den Betrieben**

3-Rassen-Kreuzung Genotyp	Geburtsjahr		Betrieb				
	min	max	A	B	C	D	gesamt
MON75SRB25	21.04.12	12.07.19	17				17
MON50SRB12,5	08.05.11	31.07.19	24				24
MON25SRB12,5	20.10.12	19.09.19	55	2			57
BV50SRB25	10.07.04	18.12.09				95	95
BV50SRB12,5	03.08.07	26.06.14				45	45
BV25SRB12,5	23.06.07	29.03.16				75	75
SRB50MON25	01.07.12	26.04.17	23				23
SRBBV25	10.09.05	30.07.13				88	88
SRB12,5BV6,25	01.10.10	23.04.18				35	35
SRBJER	31.03.10	18.07.11			20		20
Gesamt	10.07.04	12.07.19	119	2	20	338	479

MON = Montbéliarde, JER = Jersey, BV = Braunvieh, SRB = Schwedische Rotbunte, Zahlen im Genotyp geben den Anteil in % an



Name	HB-Nr.	Jahr	n	RZG	GZW	RZM	NTM	ISU	Yield	INEL	NM\$	VV	BW
St Hallebo	598977	2010	17			301							
Stoepafors	594100	1994	42										
Superman	813791	2008	30								+531		
T Bruno	592064	1990	65										
Tuima	589020	2004	13										
Nero	588972	2011	18	101									
Walstad	593813	1996	15										

HB-Nr. = Herdbuchnummer, Jahr = Geburtsjahr, n = Anzahl ausgewerteter Töchter in der Gesamtstichprobe

Zuchtwerte:

- RZG = Gesamtzuchtwert (Deutschland DD, Österreich, Au)
- GZW = Gesamtzuchtwert Braunvieh (DD, Au)
- RZM = Relativzuchtwert Milch (DD, Au)
- NTM = Nordic Total Merit-Index (Skandinavien, Sk)
- ISU = Index Synthèse UPRa (Frankreich, Fr)
- Yield = Zuchtwert Milchleistung (Sk)
- INEL = INdex Economique Laitier (Fr)
- NM\$ = Net Merit (STgenetics, USA)
- VV = Veislinė vertė (Litauen)
- BW = Breeding Worth (New Zealand)

*Tabelle A7: Statistische Parameter ausgewählter Leistungen von Deutschen Holsteins (DH) und Kreuzungen mit unterschiedlichen Genanteilen in der Gesamtstichprobe*

Genotyp/ Rasse	Statistische Parameter				
	Anzahl	MW	sf	min	max
<b>Erstbesamungsalter in Tagen</b>					
DH	3.104	16,5	0,7	10,1	36,4
Alle Kreuzungen	1.654	16,3	0,7	10,9	36,3
DH > 75%	277	17,1	1,1	10,9	27,3
DH < 75	111	18,2	1,3	13,0	25,4
MON50	68	15,1	0,1	13,1	17,4
MON25	22	15,3	0,2	13,9	17,0
MON12,5	24	15,5	0,2	14,3	17,2
JER50	51	18,1	3,2	13,7	25,8
JER25	9	19,6	2,0	16,5	22,0
BV50	185	16,4	0,5	12,9	21,9
BV25	90	17,8	0,3	14,4	25,0
BV12,5	34	18,5	1,7	12,1	25,1
SRB75	6	19,8	1,8	16,0	26,8
SRB50	270	16,4	0,7	12,9	29,7
SRB25	220	16,3	1,0	13,4	27,9
SRB12,5	82	17,3	1,3	12,8	28,1
PRCR	72	15,6	0,6	12,6	19,0
3-Rassen	301	16,6	0,7	10,9	32,3
<b>Erstkalbealter in Tagen</b>					
DH	2.917	26,3	0,5	20,3	43,8
Alle Kreuzungen	1.900	26,1	0,5	20,0	45,3
DH > 75%	298	26,9	0,9	20,0	37,0
DH < 75	107	27,5	1,0	23,6	34,4
MON50	54	25,8	1,0	23,4	32,9
MON25	18	25,0	0,4	22,9	30,3
MON12,5	17	25,6	1,1	23,8	29,0
JER50	54	28,8	4,0	23,1	40,5
JER25	16	28,6	1,7	24,8	33,6
BV50	206	26,1	0,5	22,3	31,5
BV25	124	27,4	0,2	23,7	34,2
BV12,5	39	27,7	2,1	21,1	34,2
SRB75	10	28,3	1,6	25,0	35,7
SRB50	350	26,2	0,6	22,1	34,8
SRB25	260	26,2	0,8	22,3	42,4
SRB12,5	90	27,1	1,0	23,1	37,0
PRCR	67	25,6	0,8	21,9	30,5
3-Rassen	366	26,3	0,6	20,0	41,3
<b>Zwischenkalbezeit in Tagen</b>					
DH	1.729	418,3	6,3	293,7	1022,0
Alle Kreuzungen	791	389,8	6,6	276,0	697,0
DH > 75	70	406,2	11,2	356,0	521,0
DH < 75	35	397,7	11,3	325,0	496,7
MON50	28	381,8	6,7	332,0	446,5
MON25	6	421,6	39,2	347,5	613,0
MON12,5	5	428,4	21,6	376,0	486,0

Genotyp/ Rasse	Statistische Parameter				
	Anzahl	MW	sf	min	max
JER50	30	375,4	6,5	309,0	446,0
JER25	6	469,0	0,44	359,0	531,5
BV50	73	395,9	8,3	276,0	630,0
BV25	54	417,0	8,1	335,0	697,0
BV12,5	12	422,4	16,5	351,0	521,0
SRB75	5	359,7	17,2	333,0	422,0
SRB50	193	392,3	6,3	315,0	696,0
SRB25	69	404,2	6,6	327,0	621,0
SRB12,5	23	392,1	15,1	316,0	502,5
PRCR	41	371,8	4,6	327,3	484,5
3-Rassen	172	387,0	10,1	328,5	634,0
Anzahl Melktage					
DH	2.097	926,6	73,6	16	3576
Alle Kreuzungen	1.286	862,7	111,6	9	3592
DH > 75%	159	533,9	36,4	28	2423
DH < 75	67	1034,2	594,7	14	2989
MON50	37	786,1	82,9	38	1960
MON25	9	662,0	427,9	132	1671
MON12,5	6	560,7	259,7	19	903
SRB75	8	506,3	124,2	30	870
SRB50	257	1029,3	201,7	9	2736
SRB25	135	943,2	202,2	17	2410
SRB12,5	52	573,5	98,4	20	2423
BV50	130	808,4	47,6	18	2417
BV25	86	659,9	48,6	20	2826
BV12,5	24	505,0	49,6	28	1777
JER50	38	733,2	50,6	19	1776
JER25	10	754,3	0,4	62	1.738
PRCR	53	761,5	52,6	41	1968
3-Rassen	321	786,2	112,6	14	3592
Milchmenge in kg					
DH	2.097	27.218	2.501	48	108.931
Alle Kreuzungen	1.286	25.126	3.703	2	95.841
DH > 75%	159	13.266	1.538	92	63.720
DH < 75	67	32.097	19.771	2	95.841
MON50	37	26.560	3.206	890	76.778
MON25	9	24.896	11.897	3.716	69.570
MON12,5	6	18.572	4.532	317	29.369
SRB75	8	8.807	2.595	147	21.679
SRB50	257	28.979	6.486	106	82.344
SRB25	135	29.423	8.604	213	94.678
SRB12,5	52	14.381	1.924	92	63.720
BV50	130	23.575	3.982	54	69.067
BV25	86	19.427	2.489	70	84.100
BV12,5	24	12.512	2.542	319	46.981
JER50	38	20.481	9.851	57	58.405
JER25	10	18.057	0,429	1.214	49.405
PRCR	53	23.668	2.185	4.689	12.577
3-Rassen	321	786,2	112,6	180	89.981
Milchmenge in kg je Melktag					

Genotyp/ Rasse	Statistische Parameter				
	Anzahl	MW	sf	min	max
DH	2.097	28,1	1,6	2,8	59,1
Alle Kreuzungen	1.286	26,8	1,7	0,1	52,0
DH > 75%	159	25,8	2,4	2,0	29,2
DH < 75	67	25,9	2,0	0,1	38,6
MON50	37	30,8	1,0	16,8	42,2
MON25	9	34,0	5,9	24,3	48,7
MON12,5	6	30,2	3,1	16,7	37,7
SRB75	8	17,7	2,6	4,9	24,9
SRB50	257	27,0	2,1	1,4	47,9
SRB25	135	27,0	3,4	9,7	42,8
SRB12,5	52	25,0	2,5	2,0	33,0
BV50	130	26,0	2,9	0,9	40,3
BV25	86	25,8	2,5	2,0	37,7
BV12,5	24	22,7	1,0	11,4	32,2
JER50	38	27,4	2,6	3,0	41,5
JER25	10	23,3	0,4	18,3	28,4
PRCR	53	28,4	2,2	14,5	52,0
3-Rassen	321	26,7	1,7	5,3	41,1
Milchmenge in kg je Nutzungstag					
DH	2.097	24,7	1,4	2,8	66,0
Alle Kreuzungen	1.286	23,5	1,5	0,07	37,5
DH > 75%	159	22,9	2,5	1,9	29,1
DH < 75	67	23,1	2,0	0,1	35,8
MON50	37	27,3	0,8	16,8	37,4
MON25	9	30,1	1,4	22,9	34,1
MON12,5	6	27,4	2,4	16,7	32,4
SRB75	8	17,2	2,1	4,9	24,1
SRB50	257	23,7	1,9	0,01	31,9
SRB25	135	23,7	2,6	2,3	33,3
SRB12,5	52	21,9	2,7	0,1	30,1
BV50	130	22,4	2,5	0,03	34,0
BV25	86	23,2	2,8	2,0	31,4
BV12,5	24	20,3	3,5	7,8	26,8
JER50	38	23,3	1,8	3,0	33,6
JER25	10	20,8	0,4	16,1	26,4
PRCR	53	20,6	4,0	14,5	37,5
3-Rassen	295	23,3	1,4	5,0	36,1
Milchmenge in kg je Lebenstag					
DH	2.097	12,9	0,9	0,1	30,5
Alle Kreuzungen	1.286	11,7	1,1	0,003	26,7
DH > 75%	159	8,7	1,4	0,1	19,0
DH < 75	67	9,4	1,8	0,003	22,7
MON50	37	13,4	1,2	1,2	26,2
MON25	9	13,1	6,0	4,2	25,0
MON12,5	6	12,0	2,6	0,4	17,3
SRB75	8	5,3	1,3	0,2	10,9
SRB50	257	12,5	1,7	0,1	23,1
SRB25	135	12,6	2,9	0,2	26,7
SRB12,5	52	7,7	0,7	0,1	19,0
BV50	130	12,1	1,8	0,1	21,3

Genotyp/ Rasse	Statistische Parameter				
	Anzahl	MW	sf	min	max
BV25	86	9,3	0,6	0,1	20,1
BV12,5	24	7,3	0,9	0,4	17,5
JER50	38	10,6	3,9	0,1	22,2
JER25	10	9,0	0,4	1,4	15,6
PRCR	53	11,6	1,4	0,7	21,5
3-Rassen	321	11,3	1,3	0,2	26,0
Abgangsalter in Jahren					
DH	2.831	4,0	0,2	0,01	13,5
Alle Kreuzungen	1.948	3,9	0,3	0,01	13,5
DH > 75%	278	2,6	0,1	0,03	9,2
DH < 75	104	2,8	1,9	0,03	12,1
MON50	51	3,7	0,3	0,03	8,0
MON25	14	3,0	1,5	0,04	7,6
MON12,5	12	2,9	0,4	1,43	4,7
JER50	44	5,2	0,7	2,04	8,1
JER25	15	4,0	1,0	0,03	8,7
BV50	227	4,0	0,1	0,01	12,3
BV25	123	4,2	0,7	0,01	11,4
BV12,5	40	3,0	0,3	0,02	8,1
SRB75	9	3,5	0,6	1,17	5,5
SRB50	384	5,1	0,6	0,01	10,7
SRB25	278	3,4	0,6	0,01	9,8
SRB12,5	82	2,7	0,2	0,03	9,2
PRCR	68	3,7	0,4	0,01	8,2
3-Rassen	371	3,4	0,4	0,02	13,5
Nutzungsdauer in Jahren					
DH	2.123	2,9	0,2	0,03	11,5
Alle Kreuzungen	1.436	2,7	0,3	0,02	11,3
DH > 75%	176	1,5	0,1	0,02	7,1
DH < 75	62	3,3	1,9	0,1	9,5
MON50	37	2,5	0,3	0,1	6,0
MON25	9	2,2	1,5	0,4	5,6
MON12,5	8	1,3	0,4	0,1	2,7
JER50	44	2,5	0,7	0,1	5,8
JER25	14	2,1	1,0	0,1	6,6
BV50	179	2,7	0,1	0,1	9,9
BV25	101	2,2	0,7	0,1	9,2
BV12,5	30	1,5	0,3	0,1	5,8
SRB75	8	1,7	0,6	0,1	2,8
SRB50	302	3,4	0,6	0,0	8,6
SRB25	201	2,8	0,6	0,1	8,5
SRB12,5	62	1,7	0,2	0,0	7,1
PRCR	53	2,7	0,4	0,1	6,2
3-Rassen	317	2,4	0,4	0,1	11,3
Anzahl begonnene Laktationen					
DH	2.098	3,1	0,2	1	10
Alle Kreuzungen	1.286	2,9	0,2	1	10
DH > 75%	159	2,4	0,5	1	5
DH < 75	67	3,5	1,7	1	9
MON50	37	3,2	0,3	1	6

Genotyp/ Rasse	Statistische Parameter				
	Anzahl	MW	sf	min	max
MON25	9	2,6	1,4	1	6
MON12,5	6	2,2	0,3	1	3
JER50	38	2,7	0,9	1	6
JER25	10	2,3	0,4	1	4
BV50	130	2,8	0,2	1	8
BV25	86	2,2	0,7	1	8
BV12,5	24	1,9	0,3	1	6
SRB75	8	1,6	0,2	1	3
SRB50	257	3,3	0,4	1	8
SRB25	135	3,0	0,6	1	8
SRB12,5	52	2,4	0,6	1	6
PRCR	53	2,9	0,2	1	7
3-Rassen	321	2,8	0,4	1	10
Gehalt an somatischen Zellen, Summe in Tsd. je ml Milch					
DH	1.926	310,1	19,1	13,0	6.574,0
Alle Kreuzungen	1.210	318,8	15,5	5,5	5.537,0
DH > 75%	140	308,6	48,8	21,0	2.599,3
DH < 75	46	284,2	44,4	25,3	1.563,7
MON50	28	557,1	177,6	27,3	4.262,0
MON25	9	313,6	109,0	26,9	1.064,6
MON12,5	5	196,2	76,4	42,0	469,7
JER50	42	437,3	109,0	43,3	1.877,3
JER25	9	237,2	0,3	66,8	605,0
BV50	156	318,0	21,2	43,8	1.781,0
BV25	95	274,9	38,2	29,6	2.511,9
BV12,5	23	392,4	394,9	45,9	2.599,3
SRB75	6	260,1	113,8	31,3	700,8
SRB50	248	329,5	36,1	23,3	1.955,0
SRB25	167	287,8	35,5	5,5	4.767,3
SRB12,5	50	248,9	46,8	14,0	2.166,0
PRCR	50	414,7	106,2	39,3	5.050,5
3-Rassen	269	331,7	29,9	21,3	1.888,0
Gehalt an somatischen Zellen in Tsd. Anteil < 100 Tsd. je ml Milch					
DH	1.926	45,8%	7,5%	0%	100%
Alle Kreuzungen	1.210	44,2%	4,5%	0%	100%
DH > 75%	140	53,2%	2,6%	0%	100%
DH < 75	46	49,5%	4,1%	0%	100%
MON50	28	53,9%	4,5%	0%	100%
MON25	9	40,9%	5,6%	20,0%	100%
MON12,5	5	56,9%	8,7%	36,7%	91,7%
JER50	42	46,0%	6,3%	0%	100%
JER25	9	40,6%	35,4%	28,2%	83,9%
BV50	156	57,2%	4,3%	0%	100%
BV25	95	45,7%	11,1%	0%	100%
BV12,5	23	55,3%	2,9%	0%	100%
SRB75	6	62,6%	10,8%	0%	92,6%
SRB50	248	46,2%	16,7%	0%	100%
SRB25	167	45,2%	1,7%	0%	100%
SRB12,5	50	53,8%	3,8%	0%	100%
PRCR	50	36,0%	8,3%	0%	100%



Genotyp/ Rasse	Statistische Parameter				
	Anzahl	MW	sf	min	max
3-Rassen	269	45,4%	6,6%	0%	100%
Gehalt an somatischen Zellen, Anteil > 400 Tsd. je ml Milch					
DH	1.926	15,9%	2,8%	0%	100%
Alle Kreuzungen	1.210	17,4%	1,5%	0%	100%
DH > 75%	140	12,6%	1,7%	0%	100%
DH < 75	46	12,8%	2,9%	0%	100%
MON50	28	17,7%	11,3%	0%	100%
MON25	9	11,0%	3,6%	0%	30%
MON12,5	5	13,3%	6,9%	0%	36%
JER50	42	29,9%	7,8%	0%	100%
JER25	9	7,1%	33,9%	0%	26%
BV50	156	17,8%	2,2%	0%	100%
BV25	95	14,0%	2,3%	0%	100%
BV12,5	23	16,7%	4,1%	0%	100%
SRB75	6	20,8%	13,0%	0%	100%
SRB50	248	17,1%	1,4%	0%	100%
SRB25	167	13,1%	1,7%	0%	29,6%
SRB12,5	50	21,0%	11,0%	0%	36,4%
PRCR	50	22,5%	8,4%	0%	100%
3-Rassen	269	18,9%	2,9%	0%	26,3%

DH = Deutsche Holsteins, MON = Montbéliarde, JER = Jersey, BV = Braunvieh, SRB = Schwedische Rotbunte, PRCR = ProCROSS (MON50SRB25), Zahlen im Genotyp geben den Genanteil in % an, n = Anzahl Tiere, MW = Mittelwert, sf = Standardfehler, min = Minimum, max = Maximum

**Tabelle A8: Statistische Parameter sowie Signifikanzen zwischen Mittelwerten ausgewählter Leistungen der Gesamtstichprobe nach Betrieben (A, B, C, D)**

Betrieb	Anzahl n	Statistische Parameter				Signifikanz bei p < 0,05		
		MW	sf	min	max	B	C	D
Erstbesamungsalter in Monaten, n = 4.758 Tiere								
A	2.037	15,3	0,03	10,1	26,9	0,000	0,000	0,000
B	716	16,2	0,1	11,1	36,4		0,008	0,000
C	612	15,9	0,1	12,9	21,0			0,000
D	1.393	18,3	0,1	10,9	36,3			
Erstkalbealter in Monaten, n = 4.817 Tiere								
A	1.783	25,2	0,04	21,4	33,4	0,000	0,000	0,000
B	613	26,3	0,1	20,3	43,8		0,007	0,000
C	570	25,9	0,1	22,3	33,4			0,000
D	1.851	27,5	0,1	20,0	45,3			
Zwischenkalbezeit in Tagen, n = 2.488 Tiere								
A	1.062	400,6	1,6	294	674	0,000	0,310	0,000
B	341	424,9	4,0	310	810		0,000	0,053
C	283	404,6	3,7	276	666			0,010
D	802	415,9	2,3	316	1.022			
Anzahl Melktage								
A	1.288	888,7	14,7	14	2.902	0,000	0,000	0,000
B	406	1.143,2	35,6	20	3.576		0,000	0,000
C	387	788,1	23,6	16	2.204			0,616
D	1.164	802,4	15,9	9	3.592			
Milchmenge in kg, n = 3.245 Tiere								
A	1.288	29.170,6	518,8	2	96.742	0,000	0,000	0,000

Betrieb	Anzahl n	Statistische Parameter				Signifikanz bei $p < 0,05$		
		MW	sf	min	max	B	C	D
B	406	32.824,2	1.128,1	322	108.931		0,000	0,000
C	387	24.577,8	811,8	48	88.646			0,616
D	1.164	19.765,8	449,6	70	89.981			
Milchmenge in kg je Melktag, n = 3.236 Tiere								
A	1.288	31,3	0,2	0,1	59,1	0,000	0,000	0,000
B	406	27,2	0,3	9,5	46,4		0,000	0,000
C	387	29,3	0,3	3,0	48,5			0,000
D	1.155	23,2	0,1	0,9	51,3			
Milchmenge in kg je Nutzungstag, n = 3.236 Tiere								
A	1.288	27,7	0,1	0,1	38,6	0,000	0,000	0,000
B	406	23,2	0,2	9,5	35,5		0,000	0,000
C	387	25,6	0,3	3,0	41,0			0,000
D	1.155	20,5	0,1	0,9	66,0			
Milchmenge in kg je Lebenstag, n = 3.236 Tiere								
A	1.288	14,5	0,2	0,003	28,2	0,000	0,000	0,000
B	406	13,2	0,2	0,3	26,7		0,541	0,000
C	387	12,9	0,3	0,1	30,5			0,000
D	1.155	9,8	0,1	0,1	21,6			
Abgangsalter in Jahren, n = 4.779 Tiere								
A	1.547	4,3	0,1	0,01	11,2	0,367	0,000	0,000
B	586	4,5	0,1	0,02	13,5		0,001	0,000
C	493	4,0	0,1	0,01	8,8			0,000
D								
Nutzungsdauer in Jahren, n = 3.559 Tiere								
A	1.327	2,8	0,05	0,10	9,1	0,000	0,000	0,000
B	433	3,5	0,1	0,10	11,5		0,000	0,000
C	396	2,4	0,1	0,10	6,7			0,667
D	2.153	3,3	0,1	0,01	13,5			
Anzahl Laktationen								
A	1.288	3,1	0,04	1	9	0,000	0,000	0,000
B	407	3,7	0,1	1	10		0,000	0,000
C	387	2,6	0,1	1	7			0,646
D	1.164	2,7	0,05	1	10			
Gehalt an somatischen Zellen in Tsd. je ml Milch, Summe, n = 3.136 Tiere								
A	1.186	315,6	13,4	16,0	6.574	0,957	0,053	0,151
B	402	316,8	17,4	13,0	3.169		0,113	0,207
C	375	350,4	12,0	32,7	1.833			0,000
D	1173	290,9	10,8	5,5	5.537			
Gehalt an somatischen Zellen, Anteil < 100 Tsd. je ml Milch, Summe, n = 3.136 Tiere								
A	1.186	51,6%	0,8%	0,0%	100,0%	0,093	0,000	0,564
B	402	49,0%	1,3%	0,0%	100,0%		0,000	0,040
C	375	25,6%	1,2%	0,0%	100,0%			0,000
D	1173	52,2%	0,8%	0,0%	100,0%			
Gehalt an somatischen Zellen, Anteil > 400 Tsd. je ml Milch, Summe, n = 3.136 Tiere								
A	1.186	14,0%	0,5%	0,0%	100,0%	0,307	0,000	0,910
B	402	15,0%	0,9%	0,0%	100,0%		0,000	0,364
C	375	23,4%	1,1%	0,0%	100,0%			0,000
D	1173	14,1%	0,6%	0,0%	100,0%			

n = Anzahl Tiere, MW = Mittelwert, sf = Standardfehler, min = Minimum, max = Maximum, signifikant  $p < 0,05$ ; hochsignifikant  $p < 0,01$ ; höchstsignifikant  $p < 0,001$ , Tsd. = Tausend

*Tabelle A9: Statistische Parameter sowie Signifikanzen zwischen Mittelwerten ausgewählter Leistungen der Deutschen Holsteins (DH) und Kreuzungen mit unterschiedlichen Genanteilen der Rasse Montbéliarde (MON, Betrieb A)*

Genotyp	Anzahl n	Statistische Parameter				Signifikanz bei $p < 0,05$		
		MW	sf	min	max	MON50	MON25	MON12,5
Erstbesamungsalter in Monaten								
DH	1.353	15,1	0,03	10,1	26,4	0,751	0,309	0,017
MON50	61	15,1	0,1	13,1	17,4		0,439	0,038
MON25	22	15,3	0,2	13,9	17,0			0,285
MON12,5	24	15,5	0,2	14,3	17,2			
Erstkalbealter in Monaten								
DH	1.171	25,0	0,05	21,4	33,4	0,902	0,886	0,122
MON50	48	24,9	0,2	23,4	32,9		0,851	0,154
MON25	18	25,0	0,4	22,9	30,3			0,337
MON12,5	17	25,6	0,4	23,8	29,0			
Zwischenkalbezeit in Tagen								
DH	622	400,4	2,1	293,7	674,0	0,028	0,611	0,266
MON50	26	383,7	6,9	332,0	446,5		0,382	0,108
MON25	6	421,6	39,2	347,5	613,0			0,884
MON12,5	5	428,4	21,6	376,0	486,0			
Anzahl Melktage								
DH	789	775,9	16,0	17	2.446	0,823	0,551	0,159
MON50	34	795,7	86,6	38	1.960		0,521	0,163
MON25	9	662,0	182,4	132	1.671			0,658
MON12,5	6	560,7	129,8	19	903			
Milchmenge in kg								
DH	789	25.604,3	581,7	109	96.742	0,680	0,934	0,183
MON50	34	27.019,5	3.357,0	890	76.778		0,815	0,161
MON25	9	24.895,6	8.223,4	3.716	69.570			0,514
MON12,5	6	18.572,2	4.532,1	317	29.369			
Milchmenge in kg je Melktag								
DH	789	31,4	0,2	2,8	59,1	0,810	0,333	0,715
MON50	34	31,1	1,1	16,8	42,2		0,317	0,787
MON25	9	34,0	2,5	24,3	48,7			0,357
MON12,5	6	30,2	3,0	16,7	37,7			
Milchmenge in kg je Nutzungstag								
DH	789	28,2	0,2	2,8	38,6	0,399	0,208	0,759
MON50	34	27,5	0,8	16,8	37,4		0,126	0,980
MON25	9	30,1	1,4	22,9	34,1			0,358
MON12,5	6	27,4	2,4	16,7	32,4			
Milchmenge in kg je Lebenstag								
DH	789	14,0	0,2	0,1	28,2	0,814	0,756	0,485
MON50	34	13,7	1,3	1,2	26,2		0,858	0,582
MON25	9	13,1	2,6	4,2	25,0			0,759
MON12,5	6	12,0	2,6	0,4	17,3			
Abgangsalter in Jahren								
DH	950	4,0	0,1	0,5	9,7	0,289	0,138	0,009
MON50	47	3,7	0,3	0,03	8,0		0,368	0,113
MON25	14	3,0	0,6	0,04	7,6			0,856
MON12,5	12	2,9	0,3	1,4	4,7			
Nutzungsdauer in Jahren								
DH	785	2,4	0,1	0,1	7,5	0,622	0,822	0,034

Genotyp	Anzahl n	Statistische Parameter				Signifikanz bei p < 0,05		
		MW	sf	min	max	MON50	MON25	MON12,5
MON50	37	2,5	0,3	0,1	6,0		0,698	0,027
MON25	9	2,2	0,6	0,4	5,6			0,277
MON12,5	8	1,3	0,4	0,1	2,7			
Anzahl Laktationen								
DH	789	2,7	0,05	1	7	0,122	0,810	0,141
MON50	34	3,1	0,3	1	6		0,409	0,033
MON25	9	2,6	0,6	1	6			0,577
MON12,5	6	2,2	0,3	1	3			
Gehalt an somatischen Zellen in Tsd. je ml Milch, Summe								
DH	708	301,6	18,4	16,0	6.574,0	0,133	0,916	0,244
MON50	25	608,5	196,7	27,3	4.262,0		0,199	0,061
MON25	9	313,6	109,0	26,9	1.064,6			0,395
MON12,5	5	196,2	76,4	42,0	469,7			
Gehalt an somatischen Zellen, Anteil < 100 Tsd. je ml Milch								
DH	669	54,9%	1,1%	0,0%	100,0%	0,019	0,826	0,517
MON50	21	39,4%	6,6%	0,0%	100,0%		0,119	0,105
MON25	9	56,9%	8,7%	20,0%	100,0%			0,691
MON12,5	5	62,6%	10,8%	36,7%	91,7%			
Gehalt an somatischen Zellen, Anteil > 400 Tsd. je ml Milch								
DH	503	13,1%	0,8%	0,0%	100,0%	0,070	0,583	0,977
MON50	21	24,9%	6,8%	0,0%	100,0%		0,062	0,234
MON25	6	11,0%	4,4%	0,0%	29,6%			0,775
MON12,5	3	13,3%	8,9%	0,0%	36,4%			

DH = Deutsche Holsteins, MON = Montbéliarde, Zahlen im Genotyp geben den Genanteil in % an, n = Anzahl Tiere, MW = Mittelwert, sf = Standardfehler, min = Minimum, max = Maximum

**Tabelle A10: Statistische Parameter sowie Signifikanzen zwischen Mittelwerten ausgewählter Leistungen der Deutschen Holsteins (DH) und Kreuzungen mit unterschiedlichen Genanteilen der Rasse Braunvieh (BV, Betrieb D)**

Genotyp	Anzahl n	Statistische Parameter				Signifikanz bei p < 0,05		
		MW	sf	min	max	BV50	BV25	BV12,5
Erstbesamungsalter in Monaten								
DH	351	18,6	0,1	13,0	28,9	0,000	0,000	0,190
BV50	104	17,2	0,1	13,3	21,9		0,019	0,000
BV25	84	17,9	0,3	14,4	25,0			0,203
BV12,5	34	18,5	0,4	12,1	25,1			
Erstkalbealter in Monaten								
DH	468	27,7	0,1	22,0	38,1	0,000	0,018	0,225
BV50	129	26,8	0,1	22,4	31,5		0,014	0,000
BV25	118	27,5	0,2	23,7	34,2			0,651
BV12,5	39	27,7	0,4	21,1	34,2			
Zwischenkalbezeit in Tagen								
DH	276	432,8	4,8	322	1.022	0,008	0,398	0,128
BV50	36	405,0	11,2	329	630		0,379	0,489
BV25	52	417,5	8,5	335	697			0,793
BV12,5	12	422,4	16,5	351	521			
Anzahl Melktage								
DH	304	956,2	29,2	25	3.070	0,003	0,349	0,000
BV50	82	765,9	56,5	24	2.417		0,366	0,053
BV25	80	848,6	71,5	20	2.826			0,013

Genotyp	Anzahl n	Statistische Parameter				Signifikanz bei p < 0,05		
		MW	sf	min	max	BV50	BV25	BV12,5
BV12,5	24	543,0	95,0	28	1.777			
Milchmenge in kg								
DH	304	24.355,7	842,0	468	86.934	0,003	0,393	0,000
BV50	82	18.173,4	1.656,7	144	69.067		0,142	0,160
BV25	80	22.071,2	2.059,2	70	84.100			0,013
BV12,5	24	13.455,4	2.666,0	319	46.981			
Milchmenge in kg je Melktag								
DH	304	24,8	0,2	14,3	51,3	0,001	0,030	0,021
BV50	82	21,4	0,8	0,9	32,0		0,021	0,140
BV25	80	23,8	0,7	2,0	35,0			0,322
BV12,5	24	22,6	1,0	11,4	32,2			
Milchmenge in kg je Nutzungstag								
DH	304	21,7	0,2	7,3	36,6	0,131	0,160	0,171
BV50	127	20,6	0,7	0,0	34,0		0,850	0,775
BV25	80	20,8	0,6	2,0	31,4			0,657
BV12,5	24	20,3	1,0	7,8	26,8			
Milchmenge in kg je Lebenstag								
DH	304	11,6	0,2	0,5	20,8	0,001	0,024	0,000
BV50	82	9,3	0,5	0,1	20,3		0,347	0,207
BV25	80	10,1	0,6	0,1	20,1			0,049
BV12,5	24	7,8	1,0	0,4	17,5			
Abgangsalter in Jahren								
DH	641	2,9	0,1	0,01	11,8	0,000	0,000	0,191
BV50	163	4,0	0,2	0,01	12,3		0,589	0,012
BV25	117	4,2	0,2	0,01	11,4			0,002
BV12,5	40	3,0	0,3	0,02	8,1			
Nutzungsdauer in Jahren								
DH	307	3,0	0,1	0,0	9,7	0,371	0,218	0,000
BV50	130	2,7	0,2	0,1	9,9		0,986	0,000
BV25	95	2,7	0,2	0,1	9,2			0,001
BV12,5	30	1,5	0,3	0,1	5,8			
Anzahl Laktationen								
DH	304	3,0	0,1	1	9	0,067	0,463	0,000
BV50	82	2,6	0,2	1	8		0,300	0,059
BV25	80	2,9	0,2	1	8			0,011
BV12,5	24	2,0	0,3	1	6			
Gehalt an somatischen Zellen in Tsd. je ml Milch, Summe								
DH	270	237,3	15,9	16,0	1.855,9	0,012	0,440	0,184
BV50	112	316,1	27,7	43,8	1.781,0		0,428	0,769
BV25	90	277,4	40,0	29,6	2.511,9			0,341
BV12,5	23	392,4	111,7	45,9	2.599,3			
Gehalt an somatischen Zellen, Anteil < 100 Tsd. je ml Milch								
DH	264	60,3%	1,6%	0,0%	100,0%	0,000	0,301	0,009
BV50	101	45,9%	2,5%	0,0%	100,0%		0,022	0,991
BV25	82	54,9%	3,2%	0,0%	100,0%			0,212
BV12,5	19	46,0%	6,9%	0,0%	92,3%			
Gehalt an somatischen Zellen, Anteil > 400 Tsd. je ml Milch								
DH	179	10,4%	1,0%	0,0%	87,5%	0,002	0,288	0,150
BV50	89	16,4%	2,0%	0,0%	100,0%		0,346	0,906
BV25	65	13,6%	2,8%	0,0%	100,0%			0,522

Genotyp	Anzahl n	Statistische Parameter				Signifikanz bei p < 0,05		
		MW	sf	min	max	BV50	BV25	BV12,5
BV12,5	16	16,7%	4,9%	0,0%	83,3%			

DH = Deutsche Holsteins, BV = Braunvieh, Zahlen im Genotyp geben den Genanteil in % an, n = Anzahl Tiere, MW = Mittelwert, sf = Standardfehler, min = Minimum, max = Maximum

*Tabelle A11: Statistische Parameter sowie Signifikanzen zwischen Mittelwerten ausgewählter Leistungen der Deutschen Holsteins (DH) und Kreuzungen mit unterschiedlichen Genanteilen der Rasse Schwedische Rotbunte (SRB, Betriebe A, B, C, D)*

Genotyp	Anzahl n	Statistische Parameter				Signifikanz bei p < 0,05			
		MW	sf	min	max	SRB75	SRB50	SRB25	SRB12,5
<b>Erstbesamungsalter in Monaten</b>									
DH	3.104	16,5	0,7	10,1	36,4	0,062	0,668	0,721	0,256
SRB75	6	18,3	1,1	16,0	26,8		0,042	0,047	0,234
SRB50	270	16,3	0,7	12,9	29,7			0,983	0,164
SRB25	220	16,3	0,8	13,4	27,9				0,186
SRB12,5	82	17,1	0,8	12,8	28,1				
<b>Erstkalbealter in Monaten</b>									
DH	2.917	26,3	0,5	20,3	43,8	0,119	0,363	0,857	0,233
SRB75	10	27,6	0,9	25,0	35,7		0,052	0,112	0,428
SRB50	350	26,0	0,5	22,1	34,8			0,518	0,107
SRB25	260	26,2	0,5	22,3	42,4				0,236
SRB12,5	90	26,9	0,6	23,1	37,0				
<b>Zwischenkalbezeit in Tagen</b>									
DH	1.719	418,0	5,3	294	1.022	0,031	0,060	0,186	0,158
SRB75	5	355,1	28,9	333	422		0,229	0,116	0,198
SRB50	193	390,5	7,7	315	696			0,336	0,718
SRB25	69	402,4	10,0	327	621				0,716
SRB12,5	23	396,2	14,8	316	503				
<b>Anzahl Melktage</b>									
DH	2.051	903,7	150,3	16	3.576	0,479	0,896	0,691	0,327
SRB75	8	732,8	255,4	30	870		0,441	0,358	1,000
SRB50	257	921,8	164,7	9	2.736			0,787	0,297
SRB25	135	964,8	177,1	17	2.410				0,228
SRB12,5	52	732,8	191,1	20	2.423				
<b>Milchmenge in kg</b>									
DH	2.051	26.502,8	5306,5	48	108.931	0,319	0,917	0,520	0,341
SRB75	8	18.718,7	8527,0	147	21.679		0,354	0,183	0,762
SRB50	257	26.048,6	5734,3	106	82.344			0,481	0,395
SRB25	135	29.683,7	6106,3	213	94.678				0,174
SRB12,5	52	21.214,8	6534,5	92	63.720				
<b>Milchmenge in kg je Melktag</b>									
DH	2.051	28,1	1,7	2,8	59,1	0,000	0,000	0,123	0,003
SRB75	8	21,8	2,5	4,9	24,9		0,008	0,002	0,033
SRB50	257	26,5	1,8	1,4	47,9			0,150	0,423
SRB25	135	27,3	1,8	9,7	42,8				0,085
SRB12,5	52	25,8	1,9	2,0	33,0				
<b>Milchmenge in kg je Nutzungstag</b>									
DH	2.051	24,7	1,5	2,8	66,0	0,012	0,128	0,336	0,038
SRB75	8	20,2	2,2	4,9	24,1		0,101	0,045	0,310
SRB50	257	23,1	1,5	0,0	31,9			0,408	0,316
SRB25	135	23,9	1,6	2,3	33,3				0,133

Genotyp	Anzahl n	Statistische Parameter				Signifikanz bei p < 0,05			
		MW	sf	min	max	SRB75	SRB50	SRB25	SRB12,5
SRB12,5	52	22,1	1,7	0,1	30,1				
Milchmenge in kg je Lebenstag									
DH	2.051	12,7	1,5	0,1	30,5	0,080	0,453	0,934	0,129
SRB75	8	8,8	2,5	0,2	10,9		0,172	0,083	0,517
SRB50	257	11,8	1,7	0,1	23,1			0,470	0,313
SRB25	135	12,8	1,8	0,2	26,7				0,140
SRB12,5	52	10,3	1,9	0,1	19,0				
Abgangsalter in Jahren									
DH	2.831	4,0	1,1	0,01	13,5	0,806	0,228	0,937	0,654
SRB75	9	4,3	1,4	1,2	5,5		0,573	0,771	0,592
SRB50	384	4,9	1,2	0,01	10,7			0,234	0,147
SRB25	278	4,0	1,2	0,01	9,8				0,722
SRB12,5	82	3,7	1,2	0,03	9,2				
Nutzungsdauer in Jahren									
DH	2.123	2,9	0,5	0,03	11,5	0,480	0,761	0,967	0,284
SRB75	8	2,2	0,9	0,10	2,8		0,387	0,509	0,956
SRB50	302	3,0	0,5	0,02	8,6			0,757	0,209
SRB25	201	2,8	0,6	0,10	8,5				0,331
SRB12,5	62	2,2	0,6	0,02	7,1				
Anzahl Laktationen									
DH	2.052	3,0	0,5	1	10	0,282	0,818	0,880	0,805
SRB75	8	2,3	0,7	1	3		0,342	0,263	0,391
SRB50	257	2,9	0,5	1	8			0,737	0,947
SRB25	135	3,0	0,5	1	8				0,730
SRB12,5	52	2,9	0,5	1	6				
Gehalt an somatischen Zellen in Tsd. je ml Milch, Summe									
DH	1.926	309,7	18,7	13,0	6.574,0	0,792	0,678	0,846	0,456
SRB75	7	271,7	143,4	31,3	700,8		0,709	0,845	0,952
SRB50	247	326,5	33,0	23,3	1.955,0			0,642	0,363
SRB25	167	300,7	39,8	5,5	4.767,3				0,601
SRB12,5	50	262,5	59,5	14,0	2.166,0				
Gehalt an somatischen Zellen, Anteil < 100 Tsd. je ml Milch									
DH	1.819	46%	7%	0%	100%	0,283	0,093	0,722	0,932
SRB75	4	35%	12%	0%	93%		0,701	0,352	0,329
SRB50	236	39%	8%	0%	100%			0,204	0,197
SRB25	154	45%	8%	0%	100%				0,860
SRB12,5	43	46%	8%	0%	100%				
Gehalt an somatischen Zellen, Anteil > 400 Tsd. je ml Milch									
DH	1.471	16%	3%	0%	100%	0,161	0,306	0,666	0,515
SRB75	3	25%	7%	0%	75%		0,396	0,226	0,292
SRB50	198	19%	3%	0%	67%			0,423	0,568
SRB25	107	17%	3%	0%	100%				0,805
SRB12,5	31	18%	4%	0%	100%				

DH = Deutsche Holsteins, SRB = Schwedische Rotbunte, Zahlen im Genotyp geben den Genanteil in % an, n = Anzahl Tiere, MW = Mittelwert, sf = Standardfehler, min = Minimum, max = Maximum

**Tabelle A12: Statistische Parameter und Signifikanzen zwischen Mittelwerten der Leistungsmerkmale Erstkalbealter und Lebens effektivität der Deutschen Holsteins (DH) vs. Töchtern mit Vätern der Rassen MON, JER, BV und SRB**

Rasse	Statistische Parameter					Signifikanz bei $p < 0,05$			
	n	MW	sf	min	max	MON	JER	BV	SRB
<b>Erstkalbealter in Monaten</b>									
DH	3.783	26,2	1,42	20,3	37,6	0,865	0,814	0,890	0,533
MON	165	27,6	1,86	21,9	32,9		0,766	0,817	0,582
JER	57	27,8	1,79	23,1	34,6			0,910	0,856
BV	428	25,2	1,75	22,3	34,4				0,724
SRB	578	25,8	1,43	22,1	35,7				
<b>Lebens effektivität in kg Milchmenge je Lebenstag</b>									
DH	3.782	13,1	0,75	0,1	43,8	0,002	0,640	0,010	0,000
MON	130	11,3	0,95	0,7	32,9		0,039	0,313	0,641
JER	51	13,6	1,17	0,1	40,5			0,121	0,045
BV	95	12,0	0,84	0,1	34,4				0,378
SRB	149	11,6	0,81	0,003	35,7				

DH = Deutsche Holsteins, MON = Montbéliarde, JER = Jersey, BV = Braunvieh, SRB = Schwedische Rotbunte, Nr. = Nummer, = Anzahl Töchter, MW = Mittelwert, sf = Standardfehler, min = Minimum, max = Maximum

**Tabelle A13: Statistische Parameter der Leistungsmerkmale EKA und Lebens effektivität der Deutschen Holsteins (DH) vs. Töchtern ausgewählter Väter der Rassen MON, JER, BV und SRB**

Name	Vater				Statistische Parameter			
	Betrieb	Rasse	Nr.	n	MW	sf	min	max
<b>Erstkalbealter in Monaten</b>								
DH	alle	DH	0	2.917	26,0	0,7	20,3	43,8
Triomphe	A, B	MON	1	91	25,0	0,8	21,9	32,9
Helux	A	MON	2	17	26,1	0,9	23,6	27,5
Plumitif	A, B	MON	4	16	25,5	0,9	23,6	30,0
Brazo	C	JER	6	12	23,8	1,0	23,1	27,4
Rampant	C	JER	7	11	24,2	1,0	23,7	26,5
Agenda	C	BV	14	27	25,3	0,8	23,6	27,7
A Linne	A, D	SRB	28	21	26,1	0,9	22,8	30,6
Langbo	D	SRB	31	15	25,4	0,9	23,7	27,3
Gunnarstorp	A, B	SRB	37	11	24,5	1,0	22,5	25,7
Tuima	A	SRB	38	11	24,5	1,0	22,6	25,8
<b>Lebens effektivität in kg Milchmenge je Lebenstag</b>								
DH	alle	DH	0	2.050	13,7	0,2	0,1	30,5
Triomphe	A, B	MON	1	70	13,9	0,7	0,7	26,2
Plumitif	A, B	MON	4	14	15,3	1,5	0,3	19,9
Paul	C, D	JER	5	20	11,8	1,3	2,3	23,1
Brazo	C	JER	6	10	12,7	1,8	0,1	18,4
Rampant	C	JER	7	8	15,6	2,0	10,4	22,2
Eagel	C	BV	9	32	13,3	1,0	0,3	21,3
Hucos	D	BV	17	4	13,2	2,8	11,5	18,3
Juwel	D	BV	19	2	12,9	3,9	8,3	17,2
Peterslund	alle	SRB	22	108	12,0	0,6	0,3	23,1
Gunnarstorp	A, B	SRB	37	11	14,0	1,7	0,9	20,3

DH = Deutsche Holsteins, MON = Montbéliarde, JER = Jersey, BV = Braunvieh, SRB = Schwedische Rotbunte, Nr. = Nummer, n = Anzahl Töchter, MW = Mittelwert, sf = Standardfehler, min = Minimum, max = Maximum



*Tabelle A14: Signifikanzen zwischen Mittelwerten des Erstkalbealters (EKA in Monaten) der Deutschen Holsteins (DH) vs. Töchtern ausgewählter Väter der Rassen MON, JER, BV und SRB*

Vater					Signifikanz bei $p < 0,05$									
Name	Betrieb	Rasse	Nr.	n	1	2	4	6	7	14	28	31	37	38
DH	A,B,C,D	DH	0	2.917	0,000	0,873	0,345	0,001	0,007	0,099	0,849	0,339	0,029	0,026
Triomphe	A, B	MON	1	91		0,086	0,509	0,079	0,219	0,660	0,059	0,547	0,443	0,417
Helux	A	MON	2	17			0,431	0,009	0,029	0,251	0,994	0,422	0,071	0,065
Plumitif	A	MON	4	16				0,059	0,143	0,794	0,403	0,976	0,279	0,264
Brazo	C	JER	6	12					0,724	0,066	0,006	0,067	0,478	0,500
Rampant	C	JER	7	11						0,170	0,023	0,157	0,727	0,753
Agenda	C	BV	14	27							0,217	0,824	0,340	0,321
A Linne	A, D	SRB	28	21								0,394	0,059	0,054
Langbo	D	SRB	31	15									0,299	0,283
Gunnarstorp	A, B	SRB	37	11										0,973
Tuima	A	SRB	38	11										

DH = Deutsche Holsteins, MON = Montbéliarde, JER = Jersey, BV = Braunvieh, SRB = Schwedische Rotbunte, Nr. = Nummer, n = Anzahl Töchter

*Tabelle A15: Signifikanzen zwischen Mittelwerten der Lebenseffektivität in kg Milchmenge je Lebenstag der Deutschen Holsteins (DH) vs. Töchtern ausgewählter Väter der Rassen MON, JER, BV und SRB*

Vater					Signifikanz bei $p < 0,05$									
Name	Betrieb	Rasse	Nr.	n	1	4	5	6	7	9	17	19	22	37
DH	A,B,C,D	DH	0	2.050	0,784	0,289	0,128	0,545	0,327	0,710	0,845	0,839	0,002	0,882
Triomphe	A, B	MON	1	70		0,393	0,142	0,506	0,403	0,642	0,798	0,804	0,029	0,973
Plumitif	A	MON	4	14			0,072	0,250	0,888	0,274	0,500	0,571	0,036	0,553
Paul	C, D	JER	5	20				0,696	0,099	0,331	0,655	0,788	0,899	0,304
Brazo	C	JER	6	10					0,256	0,729	0,874	0,950	0,715	0,588
Rampant	C	JER	7	8						0,296	0,467	0,535	0,072	0,517
Eagel	C	BV	9	32							0,952	0,915	0,222	0,751
Hucos	D	BV	17	4								0,958	0,674	0,807
Juwel	D	BV	19	2									0,813	0,806
Peterslund	A,B,C,D	SRB	22	108										0,262
Gunnarstorp	A, B	SRB	37	11										

DH = Deutsche Holsteins, MON = Montbéliarde, JER = Jersey, BV = Braunvieh, SRB = Schwedische Rotbunte, Nr. = Nummer, n = Anzahl Töchter

Tabelle A16: Abgangsgründe aller Genotypen in den Untersuchungsbetrieben

Betrieb	n	Anteil Abgänge nach Abgangsgründen							
		Alter	Euterkrankheiten	geringe Leistung	Klauen und Gliedmaßen	Melkbarkeit	Stoffwechsel	Unfruchtbarkeit	sonstige
A	1.547	4,0%	1,8%	31,8%	9,8%	24,0%	2,7%	10,9%	15,0%
B	586	7,0%	13,3%	4,1%	5,8%	3,6%	1,7%	20,1%	44,4%
C	493	0,0%	14,2%	8,9%	9,9%	0,4%	2,8%	37,1%	26,6%
D	2.089	0,0%	12,3%	15,9%	7,1%	1,9%	2,9%	15,4%	44,4%

n = Anzahl abgegangener Tiere

Tabelle A17: Leistungsvergleich von DH vs. BV50 in Betrieben mit niedrigem (D) und mittlerem (C) Herdenniveau

Leistungsniveau / Betrieb	niedrig / D			mittel / C		
	n	MW	p	n	MW	p
Alle Genotypen	2.623			673		C vs. D
Erstkalbealter, Monate	1.851	27,5		570	25,9	0,000
Zwischenkalbzeit, Tage	802	415,9		683	404,6	0,010
Lebensleistung, kg MM	1.164	19.766		387	24.578	0,000
Lebenseffektivität, kg MM je LT	1.164	9,8			12,9	0,000
Nutzungsdauer, Jahre	1.403	2,5		396	2,4	0,667
SZ, Tsd. je ml Milch		291		375	350	0,000
Anteil < 100 Tsd. je ml Milch	1.173	52,2 %			25,6 %	0,000
Anteil > 400 Tsd. je ml Milch		14,1 %			23,4 %	0,000
DH	881			483		
Erstkalbealter, Monate	518	27,7		562	26,0	
Zwischenkalbzeit, Tage	326	429,0		309	413,0	
Lebensleistung, kg MM		23.879		364	24.679	
Lebenseffektivität, kg MM je LT	354	11,4			13,0	
Nutzungsdauer, Jahre	357	2,9		388	2,4	
SZ, Tsd. je ml Milch		261		361	361	
Anteil < 100 Tsd. je ml Milch	320	57,7 %			23,8 %	
Anteil > 400 Tsd. je ml Milch		11,8 %			24,1 %	
BV50	169		DH vs. BV50	88		DH vs. BV50
Erstkalbealter, Monate	129	26,8	0,000	74	25,6	0,085
Zwischenkalbzeit, Tage	36	405,0	0,052	34	385,4	0,000
Lebensleistung, kg MM		18.173	0,002	45	26.501	0,563
Lebenseffektivität, kg MM je LT	82	9,3	0,001		13,4	0,344
Nutzungsdauer, Jahre	130	2,7	0,186	46	2,7	0,890
SZ, Tsd. je ml Milch		316	0,082	42	329	0,116
Anteil < 100 Tsd. je ml Milch	112	45,9 %	0,000		28,2 %	0,017
Anteil > 400 Tsd. je ml Milch		16,4 %	0,021		21,4 %	0,262

DH = Deutsche Holsteins, BV = Braunvieh, n = Anzahl Tiere, MW = Mittelwert, MM = Milchmenge, LT = Lebenstag, SZ = Somatische Zellen Tsd. = Tausend, p = Signifikanz, signifikant  $p < 0,05$ ; hochsignifikant  $p < 0,01$ ; höchstsignifikant  $p < 0,001$

Tabelle A18: Leistungsvergleich von DH vs. SRB50 in Betrieben mit niedrigem (D) und mittlerem (A, B) Herdenniveau

Leistungsniveau / Betrieb	niedrig / D			mittel / A			mittel / B		
	n	MW	p	n	MW	p	n	MW	p
Alle Genotypen	2.623			2.144		A vs. D	825		B vs D
Erstkalbealter, Monate	1.851	27,5		1.783	25,2	0,000	613	26,3	0,000
Zwischenkalbzeit, Tage	802	415,9		1.062	400,6	0,000	341	424,9	0,053
Lebensleistung, kg MM	1.164	19.766		1.288	29.171	0,000	406	32.824	0,000
Lebenseffektivität, kg MM je LT	1.164	9,8		1.288	14,5	0,000	406	13,2	0,000
Nutzungsdauer, Jahre	1.403	2,5		1.327	2,8	0,000	433	3,5	0,000
SZ, Tsd. je ml Milch	1.173	291		1.186	316	0,153	402	317	0,209
Anteil < 100 Tsd. je ml Milch		52,2%			51,6%	0,555		49,0%	0,039
Anteil > 400 Tsd. je ml Milch		14,1%			14,0%	0,907		15,0%	0,365
DH	881			1.661			757		
Erstkalbealter, Monate	518	27,7		1429	25,2		562	26,3	
Zwischenkalbzeit, Tage	326	429,0		874	403,5		309	429,5	
Lebensleistung, kg MM	354	23.879		1047	29.171		364	32.567	
Lebenseffektivität, kg MM je LT	354	11,4		1047	14,5		364	13,2	
Nutzungsdauer, Jahre	357	2,9		1085	2,8		388	3,5	
SZ, Tsd. je ml Milch	320	261		966	309		361	312	
Anteil < 100 Tsd. je ml Milch		57,7%			52,3%			49,2%	
Anteil > 400 Tsd. je ml Milch		11,8%			13,5%			14,4%	
SRB50	346		DH vs. SRB50	57		DH vs. SRB50	21		DH vs. SRB50
Erstkalbealter, Monate	266	27,2	0,000	53	25,0	0,351	21	25,5	0,088
Zwischenkalbzeit, Tage	132	399,9	0,000	42	381,1	0,000	19	393,3	0,000
Lebensleistung, kg MM	187	19.843	0,003	48	32.226	0,492	21	42.941	0,048
Lebenseffektivität, kg MM je LT	187	9,6	0,000	48	14,4	0,599	21	15,1	0,140
Nutzungsdauer, Jahre	232	2,7	0,062	48	3,4	0,084	21	5,0	0,013
SZ, Tsd. je ml Milch	179	339	0,003	47	256	0,123	21	414	0,138
Anteil < 100 Tsd. je ml Milch		44,4%	0,000		49,6%	0,459		47,3%	0,709
Anteil > 400 Tsd. je ml Milch		17,5%	0,000		13,4%	0,947		20,8%	0,095

DH = Deutsche Holsteins, SRB = Schwedische Rotbunte, n = Anzahl Tiere, MW = Mittelwert, MM = Milchmenge, LT = Lebenstag, SZ = Somatische Zellen  
 Tsd. = Tausend, p = Signifikanz, signifikant  $p < 0,05$ ; hochsignifikant  $p < 0,01$ ; höchstsignifikant  $p < 0,001$

**Anhang: Abbildungen von Kreuzungstieren**

Abbildung A1: JER x DH, Tochter von Rampant (JER), 4. Laktation	132
Abbildungen A2 (a, b): BS x DH, Töchter von (a) Agenda (BV), 4. Laktation, (b) Eagle (BV), 6. Laktation	133
Abbildungen A3 (a, b): SRB x DH, Töchter von (a) Orraryd (SRB), 4. Laktation, (b) Peterslund (SRB), 7. Laktation	134
Abbildungen A4 (a, b): Rückkreuzung: SRB25 (DH x (SRB x DH)) (a) Färse (b) Kuh, 2. Laktation	135
Abbildung A5: Rückkreuzung Färse DH x (MON x DH)	136
Abbildungen A6 (a, b): 3-Rassen-Kreuzung, SRB x (MON x DH) (a) Färse (b) Kuh 3. Laktation	137
Abbildungen A7 (a, b): 3-Rassen-Kreuzung, Kuh 3. Laktation, (a) SRB x (BV x DH), (b) SRB x (JER x DH),	138
Abbildungen A8 (a, b, c, d): ProCROSS (MON x (SRB x DH)) (a) Kalb (b) Färse (c) Kuh, 3. Laktation (d) Kuh, 4. Laktation	141



Abbildung A1: JER x DH, Tochter von Rampant (JER), 4. Laktation



(a)



(b)

Abbildungen A2 (a, b): BS x DH, Töchter von (a) Agenda (BV), 4. Laktation, (b) Eagle (BV), 6. Laktation



(a)



(b)

Abbildungen A3 (a, b): SRB x DH, Töchter von (a) Orraryd (SRB), 4. Laktation, (b) Peterslund (SRB), 7. Laktation



(a)



(b)

Abbildungen A4 (a, b): Rückkreuzung: SRB25 (DH x (SRB x DH)) (a) Färse (b) Kuh, 2. Laktation





*Abbildung A5: Rückkreuzung Färse DH x (MON x DH)*



(a)



(b)

Abbildungen A6 (a, b): 3-Rassen-Kreuzung, SRB x (MON x DH) (a) Färse (b) Kuh 3. Laktation



(a)



(b)

Abbildungen A7 (a, b): 3-Rassen-Kreuzung, Kuh 3. Laktation, (a) SRB x (BV x DH),  
(b) SRB x (JER x DH),



(a)



(b)



(b)



(c)



(c)



(d)

Abbildungen A8 (a, b, c, d): ProCROSS (MON x (SRB x DH)) (a) Kalb (b) Färse (c) Kuh, 3. Laktation (d) Kuh, 4. Laktation