



LfL

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

**Untersuchungen zur
Leistung von
Besamungstieren
unterschiedlicher
genetischer Veranlagung für
Milchleistung in Betrieben
verschiedener Intensität**

22

2006



Schriftenreihe

ISSN 1611-4159

Impressum:

Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Vöttinger Straße 38, 85354 Freising-Weihenstephan
Internet: <http://www.LfL.bayern.de>

Redaktion: Institut für Tierzucht
Prof.-Dürrwaechter-Platz 1, 85586 Poing
E-Mail: Tierzucht@LfL.bayern.de
Tel.: 089/99141-101

1. Auflage November / 2006

Druck: ES-Druck, 85356 Tüntenhausen

© LfL



**Untersuchungen zur Leistung von
Besamungstieren unterschiedlicher
genetischer Veranlagung für
Milchleistung in Betrieben
verschiedener Intensität**

**Einfluss von Betriebsintensität, genetischer
Veranlagung für Milchleistung und deren
Wechselwirkung auf Milchleistungs- und
Fitnessmerkmale.**

**Finanziell gefördert durch die
Dr. Dr. h.c. Karl Eibl-Stiftung**

**A. Gerber, Dr. D. Krogmeier, Dr. R. Emmerling,
Dr. K.-U. Götz**

Inhaltsverzeichnis	Seite
Zusammenfassung	13
Summary	15
1 Einleitung und Fragestellung	17
2 Literatur	19
2.1 Definition von „Betriebsintensität“	19
2.1.1 „Ökologische Milchviehhaltung“	20
2.2 Zusammenhänge zwischen Leistung und Fitness	21
2.2.1 Einfluss von Management auf Fitness und Leistung	21
2.2.2 Zusammenhänge zwischen Milchleistung und Fruchtbarkeit	22
2.2.3 Zusammenhänge zwischen Milchleistung und Eutergesundheit und Zellzahl	22
2.2.4 Zusammenhänge zwischen Milchleistung und Nutzungsdauer und Langlebigkeit	23
2.2.5 Zusammenhänge zwischen Milchleistungssteigerung und Fitnessmerkmalen	23
2.2.6 Zusammenhänge zwischen Milchleistung, Persistenz und dem Verlauf von Laktationskurven und Fitnessmerkmalen	24
2.3 Genotyp-Umwelt Interaktionen	24
3 Material und Methoden	28
3.1 Definition des genetischen Milchleistungsvermögens und der Betriebsintensität	28
3.2 Charakterisierung der Intensitätsstufen durch Haltung, Fütterung und Zucht	29
3.3 Datenmaterial und statistisches Auswertungsmodell für die Untersuchung der Leistungs- und Fitnessmerkmale	31
3.4 Datenmaterial und statistisches Auswertungsmodell für den Vergleich der korrigierten Töchterabweichungen aus der Milch-Zuchtwertschätzung	33
3.5 Datenmaterial und statistisches Auswertungsmodell für die Schätzung der genetischen Korrelationen	34
4 Ergebnisse	35
4.1 Leistungs- und Fitnessmerkmale in Abhängigkeit von der Betriebsintensität, vom Milchwert des Vaters und deren Interaktion	35
4.1.1 Milchleistung	35
4.1.1.1 Ergebnisse des 1. Probemelkens innerhalb der ersten drei Laktationen	36
4.1.1.2 Laktationsleistungen innerhalb der ersten drei Laktationen	40
4.1.1.3 Entwicklung der Milchleistung in den ersten drei Laktationen	46
4.1.1.4 Laktationskurven bei unterschiedlicher Leistungsveranlagung und Betriebsintensität	49
4.1.2 Eutergesundheit: Zellzahl	54

4.1.3	Nutzungsdauer: Langlebigkeit	56
4.1.4	Non-Return-Rate	57
4.1.5	Kalbeverlauf und Totgeburtenrate	59
4.2	Genotyp-Umwelt-Interaktionen bei Töchtern von Zweiteinsatzbullen unter unterschiedlichen Betriebsintensitäten	65
4.2.1	Korrelation zwischen den durchschnittlichen Töchterabweichungen unter intensiven und extensiven Bedingungen	65
4.2.2	Überprüfung möglicher Genotyp-Umwelt-Interaktionen anhand von genetischen Korrelationen	70
5	Diskussion	72
5.1	Auswirkungen der genetischen Milchleistungsveranlagung und der Betriebsintensität auf Leistungs- und Fitnessmerkmale	73
5.2	Genotyp-Umwelt-Interaktionen bei Töchtern von Zweiteinsatzbullen unter unterschiedlichen Betriebsintensitäten	75
5.3	Einfluss von ökologischem Management auf Leistungs- und Fitnessmerkmale	78
	Literaturverzeichnis	80

Abbildungsverzeichnis	Seite
Abb. 1: Entwicklung der Variation des Herdenjahreseffekts.....	17
Abb. 2: Häufigkeitsverteilung der Betriebs-Herdenjahreseffekte des Jahres 2004.....	18
Abb. 3: Ausprägungsformen der Genotyp-Umwelt-Interaktion (WILLAM, 2003).....	24
Abb. 4: Rangierung von Besamungsbullen unter Weidebedingungen und unter konventionellen Fütterungsbedingungen (KEARNEY et al., 2004).....	27
Abb. 5: Futterzuteilung der Leistungsfütterung innerhalb der Intensitätsstufen.....	29
Abb. 6: Arten der Grundfütterung innerhalb der Intensitätsstufen	30
Abb. 7: Verteilung der Haltungsformen innerhalb der Intensitätsstufen	30
Abb. 8: Kuhzuchtwerte in den einzelnen Intensitätsstufen.....	31
Abb. 9: Milchkilogramm des ersten Probemelkens in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität	37
Abb. 10: Fettprozent des ersten Probemelkens in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität	38
Abb. 11: Eiweißprozent des ersten Probemelkens in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität	39
Abb. 12: Laktationsleistung in kg der 1. Laktation in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsleistung.....	41
Abb. 13: Fettkilogramm der 1. Laktation in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität	42
Abb. 14: Eiweißkilogramm der 1. Laktation in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität	43
Abb. 15: Fettprozent innerhalb der ersten Laktation in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität	44
Abb. 16: Eiweißprozent innerhalb der ersten Laktation in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität	45
Abb. 17: Steigerung der Laktationsleistung von der 1. bis zur 3. Laktation.....	47
Abb. 18: Verlauf der Laktationskurven der 1. Laktation innerhalb der Intensitätsstufen.....	49
Abb. 19: Laktationskurven differenziert nach Milchleistungsveranlagung und Betriebsintensität.....	50
Abb. 20: Laktationskurven von Bullen mit hoher Milchleistungsveranlagung innerhalb der unterschiedlichen Betriebsintensitäten.....	51
Abb. 21: Logarithmierte Zellzahl des ersten Probemelkens (erste Laktation).....	56
Abb. 22: Logarithmierte Zellzahl des ersten Probemelkens (1. – 3. Laktation)	56
Abb. 23: Abgangsrate in der 1. Laktation in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität	57
Abb. 24: Durchschnittliche Non-Return-Rate über alle Laktationen.....	59
Abb. 25: Kalbeverlauf der ersten Laktation	60

Abb. 26: Häufigkeitsverteilung der Kalbeverlaufsklassen (kein oder ein Helfer, zwei oder mehr Helfer, Tierarzt und Operation) der ersten Laktation.....	62
Abb. 27: Anteil Totgeburten und Anteil der Kälber, die nach der Geburt verendet sind (erste Kalbung)	64
Abb. 28: Zuchtwerte von Bullen die höhere DYDs auf extensiven (Anzahl Bullen=57) bzw. intensiven (Anzahl Bullen=92) Betrieben aufweisen.....	69

Tabellenverzeichnis	Seite
Tab. 1: Entwicklung der Milchleistung beim Fleckvieh in Bayern (Quelle: LKV Bayern).....	17
Tab. 2: Zukünftige Betriebsformen der Milchviehhaltung.....	19
Tab. 3: Definitionen zur Betriebsintensität von Milchviehbetrieben	20
Tab. 4: Abgangsursachen von Milchkühen in Bayern (ADR, 2004)	23
Tab. 5: Genetische Korrelationen beim Merkmal „305-Tage-Milchleistung“ bei Holsteinkühen zwischen verschiedenen Ländern (zitiert nach KÖNIG et al., 2005).....	25
Tab. 6: Genetische Korrelationen beim Merkmal „305-Tage-Milchleistung“ bei Holsteinkühen (zitiert nach KÖNIG et al., 2005)	26
Tab. 7: Genetische Korrelationen und Heritabilitäten beim Merkmal „Milchleistung“ unter unterschiedlichen Produktionsbedingungen.....	26
Tab. 8: Einteilung der verschiedenen Intensitätsstufen nach der Höhe des Herdenjahreseffekts.....	29
Tab. 9: Kuhzuchtwerte in den Intensitätsstufen	31
Tab. 10: Verteilung der Tierzahlen auf die Intensitätsstufen und Milchwertklassen sowie deren Interaktionsklassen.....	32
Tab. 11: Verteilung der Väter auf die Milchwertklassen auf konventionell und ökologisch arbeitenden Milchviehbetrieben sowie deren durchschnittliche Milchwerte	32
Tab. 12: Anzahl Tiere in den Intensitätsstufen.....	34
Tab. 13: Übersicht über das Datenmaterial zur Schätzung der Heritabilitäten und genetischen Korrelationen.....	35
Tab. 14: Milchmenge in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität (erstes Probemelken).....	37
Tab. 15: Fettprozent in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität (erstes Probemelken).....	38
Tab. 16: Eiweißprozent in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität (erstes Probemelken).....	39
Tab. 17: Milchmenge der 1. bis 3. Laktation in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität	41
Tab. 18: Fettkilogramm der 1. - 3. Laktation in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität	42
Tab. 19: Eiweißkilogramm der 1.– 3. Laktation in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität	43
Tab. 20: Fettprozent der 1. – 3. Laktation in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität	44
Tab. 21: Eiweißprozent der 1. – 3. Laktation in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität	45

Tab. 22: Steigerung der Laktationsleistung in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität (Milchkilogramm).....	46
Tab. 23: Steigerung der Laktationsleistung in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität (Fettkilogramm).....	48
Tab. 24: Steigerung der Laktationsleistung in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität (Eiweißkilogramm).....	48
Tab. 25: Regressionskoeffizienten der Regressionskurven dritten Grades für den Laktationsverlauf vom 8. bis zum 60. Tag.....	52
Tab. 26: Regegressionskoeffizienten der linearen Regressionsgeraden für den Laktationsverlauf vom 60. bis zum 305. Tag.....	52
Tab. 27: Kennwerte des Laktationsverlaufs innerhalb der Milchleistungsveranlagungen, der Intensitätsstufen und deren Interaktionen.....	53
Tab. 28: Logarithmierte Zellzahl in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität.....	55
Tab. 29: Abgangsrate (in %) in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität.....	57
Tab. 30: Non-Return-Rate von Kalbinnen und Kühen innerhalb der Intensitätsstufen und Milchwertklassen (in %).....	58
Tab. 31: Anteil Betriebe, die keine Angaben zum Geburtsverlauf machen (in %).....	60
Tab. 32: Kalbeverlauf in der ersten, zweiten und dritten Laktation innerhalb der Milchwertklassen, Intensitätsstufen und deren Interaktion (in %).....	61
Tab. 33: Kalbeverlauf in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität.....	63
Tab. 34: Anteil Totgeburten und Anteil Kälber verendet nach der Geburt (1. – 3. Kalbung in %).....	64
Tab. 35: Korrelation zwischen der durchschnittlichen Töchterabweichung in Abhängigkeit von der durchschnittlichen Töchterzahl je Bulle unter extensiven und intensiven bzw. sehr extensiven und sehr intensiven Bedingungen.....	65
Tab. 36: Durchschnittliche DYDs von Bullen, deren DYDs sich signifikant zwischen extensiven und intensiven Betrieben unterscheiden (sortiert nach der Höhe der DYD-Differenz).....	66
Tab. 37: Durchschnittliche DYDs der 47 Bullen mit mehr als 500 Töchtern (sortiert nach der Höhe der DYD-Differenz).....	67
Tab. 38: Korrelation zwischen der Differenz und der absoluten Höhe der DYDs unter extensiven und intensiven Bedingungen.....	68
Tab. 39: Durchschnittliche DYD's der Bullen mehr als 500 Töchtern der Besamungsstation Neustadt/Aisch (sortiert nach der Höhe der DYD-Differenz).....	69
Tab. 40: Additiv-genetische Streuung, Reststreuung und Heritabilitäten* der 1. Laktation.....	70

Tab. 41: Genetische Korrelationen zwischen der Milchleistung der 1. Laktation erbracht unter unterschiedlichen Umweltbedingungen.....	71
Tab. 42: Genetische Korrelationen zwischen der Fettmenge der 1. Laktation erbracht unter unterschiedlichen Umweltbedingungen.....	71
Tab. 43: Genetische Korrelationen zwischen der Eiweißmenge der 1. Laktation erbracht unter unterschiedlichen Umweltbedingungen.....	72

Untersuchungen zur Leistung von Besamungstieren unterschiedlicher genetischer Veranlagung für Milchleistung in Betrieben verschiedener Intensität

Antonia Gerber, Dr. Dieter Krogmeier, Dr. Reiner Emmerling und Dr. Kay-Uwe Götz
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierzucht, Grub

Zusammenfassung

Da sich die Hauptzuchtrichtung an intensiv geführten Betrieben, d.h. weiter in Richtung Milchleistungssteigerung, orientiert, die landwirtschaftlichen Strukturen sich aber gleichzeitig zunehmend polarisieren, stellt sich die Frage, ob die Rasse Fleckvieh in Zukunft sowohl für Spitzenbetriebe mit hohen Milchleistungen, als auch für extensiver geführte Betriebe Bullen bereitstellen kann. Anhand der Ist-Situation sollte deshalb geklärt werden, welche Auswirkungen die genetische Leistungsveranlagung für Milchleistung unter unterschiedlichen Umwelten hat und ob die derzeitige Zucht auf hohe Milchleistung auch den extensiven Betrieben zu Gute kommt.

Neben der Milchleistung wurden auch die Auswirkungen auf ausgesuchte Fitnessmerkmale untersucht. Anhand von Korrelationen zwischen Töchterabweichungen unter unterschiedlichen Betriebsintensitäten und anhand der Berechnung genetischer Korrelationen, sollte außerdem versucht werden, eventuelle Genotyp-Umwelt-Interaktionen aufzudecken.

Eine weitere Fragestellung versuchte die ökologische Milchviehhaltung zu charakterisieren und die Eignung der aktuellen Bullen für diese Betriebe abzuklären.

Die Datengrundlage für die Untersuchungen bildeten die Bullen der Geburtsjahrgänge 1993-1994 (insgesamt 278 Bullen) mit deren Töchtern (insgesamt 327.509 Kühe). Die Töchter wurden anschließend aufgrund ihres genetischen Milchleistungsniveaus (Milchwert des Vaters) und aufgrund der Betriebsintensität (Herdenjahreseffekt der Betriebe) in jeweils 3 Gruppen eingeteilt. Ökologisch wirtschaftende Betriebe stellen eine zusätzliche Gruppe dar.

Im Bereich der Milchleistung konnte festgestellt werden, dass unter extensiven Bedingungen Töchter von Bullen mit einem hohen Milchwert eine um ca. 6 % bzw. 7 % höhere Fett- bzw. Eiweißleistung haben als Töchter von Bullen mit einem geringen Milchwert. Dagegen bedeutet eine hohe Milchleistungsveranlagung gegenüber einer niedrigen bei intensiver Haltung eine Steigerung von 10 %. Kühe können also ihr genetisches Milchleistungspotential besser unter intensiven Bedingungen entfalten. Eine weitere Milchleistungssteigerung bedeutet für intensive Betriebe einen höheren Leistungszuwachs als für extensive Betriebe. Extensive Betriebe profitieren hingegen nur in geringerem Maße von einer weiteren Selektion auf Milchleistung.

Die Annahme, dass genetisch hoch veranlagte Kühe unter extensiven Bedingungen sehr hoch einsetzen und es dann im weiteren Laktationsverlauf, aufgrund einer Überlastung des

Stoffwechsels, zu einem drastischen Einbruch in der Leistung kommt, konnte jedoch nicht bestätigt werden. Die Laktationskurven von Kühen mit hohem genetischem Milchleistungspotential verlaufen im extensiven Betriebsniveau deutlich flacher als unter intensiven Bedingungen.

Im Bereich der funktionalen Merkmale haben Töchter von Bullen mit hohem Milchwert tendenziell mehr Probleme in der Zellzahl und im Kalbeverlauf, überraschenderweise aber nicht in der Fruchtbarkeit. Insgesamt ist es aber schwierig, einen signifikanten Einfluss der genetischen Leistungsveranlagung für Milch auf Fitnessmerkmale festzustellen.

Ein intensiveres Management verbessert die Zellzahl, verschlechtert jedoch die Non-Return-Raten und den Kalbeverlauf. Die Abgangsrate sind auf intensiven Betrieben höher, was jedoch nicht unbedingt Rückschlüsse auf die Fitness zulässt, da diese Merzungen stark durch die Leistung beeinflusst werden.

Auch die Betrachtung der Töchterabweichungen (DYDs) ergibt, dass sich eine hohe Milchleistungsveranlagung unter extensiven Bedingungen nicht in dem Maß entfaltet wie unter intensiven Bedingungen. Da hohe Rangkorrelationen bei den Bullen beobachtet werden konnten, sind in unterschiedlichen Betriebssystemen die gleichen Bullen zu selektieren.

Genetische Korrelationen über 0.9 deuten nicht auf bedeutsame Genotyp-Umwelt-Interaktionen hin. Demnach eignen sich die aktuellen Besamungsbullen, und insbesondere auch die milchleistungsstarken Spitzenbullen sowohl für intensive als auch für extensive und ökologisch wirtschaftende Betriebe. Milchleistungsstarke Bullen erzielen in allen Betriebstypen die höchsten Leistungen.

Kühe in ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieben zeigen

- sehr niedrige Milchinhaltsstoffe,
- höhere Non-Return-Raten,
- einen etwas besseren Kalbeverlauf,
- höhere Totgeburtenraten,
- niedrigere Zellzahlen in der ersten aber schlechtere Zellzahlen in den weiteren Laktationen sowie
- ein etwas geringeres Abgangsrisiko

als konventionell gehaltene Kühe.

Es konnten keine Genotyp-Umwelt-Interaktionen zwischen konventionell und ökologisch gehaltenen Herden festgestellt werden. Abgesehen vom geringen Milchleistungsniveau sind ökologische und extensive Wirtschaftsweisen nicht unbedingt gleichzusetzen.

Summary

The main goal of modern breeding programs is still to increase the milk yield. That means breeding of bulls especially suitable for intensive farms. Meanwhile the agricultural structures are polarizing more and more into high and low input management systems. This questions, whether Simmental bulls are at the same time suitable for top farms with high milk yield and for more extensive farms.

Based on the actual situation, the aim of the present investigation is to clarify consequences of genetic preposition for milk yield of cows in different environmental conditions and to clarify if extensive farms will profit of the actual breeding direction. Next to the milk yield, the influence on some functional traits is analyzed. In order to determine eventual genotype environment interactions, correlations between daughter yield deviations for milk yield under different management conditions as well as genetic correlations are calculated.

In addition organic dairy cattle production should be characterized, and the suitability of the actual bulls for these farms was examined.

The data for this study comprised bulls of the age group 1993 – 1994 (278 Bulls) and their daughters (327.509 cows). Daughters were divided into groups according to their preposition for milk yield (relative breeding value for milk of sire) and according to the intensity of the according farm into three groups. Ecological kept cows formed an additional category.

Under extensive conditions daughters of bulls with high milk yield capacity have a higher fat and protein yield of about 6% and 7%, respectively, than daughters of bulls with low breeding values. However under intensive management, the difference between high and low milk yield preposition makes up around 10%. Therefore cows show a better ability to develop their genetic potential of milk yield under intensive conditions. Further breeding on milk yield increase leads to a higher gain in milk yield on intensive farms than on extensive farms. That means extensive farms profit less. The assumption can not be attested, that under extensive conditions the lactation curve of genetic high yielding cows starts out very high, followed by a drastic slump, which is expected to be caused by metabolic disorders. In contrast, the lactation curves of cows with a high genetic milk yield potential run clearly flatter in an extensive level than under intensive conditions.

Daughters of bulls with a high milk index tend to have higher somatic cell scores and more calving difficulties. Surprisingly fertility is not decreased. All in all it was difficult to detect a significant influence of genetic preposition for milk on functional traits.

An intensive management improves the cell score and worsens the non-return-rate and calving. Culling rates are higher on intensive farms. This however does not allow any conclusions on fitness because culling is strongly influenced by the milk yield level.

High rank correlations exist between daughter yield deviations for milk yield in the two management systems. That means that top bulls can be preferred on intensive and extensive farms. Even though the advantage of daughters of top bulls is higher on intensive farms. Genetic correlations of 0.90 or higher do not indicate any relevant genotype-environment-interaction. Therefore the actual AI bulls, especially the top bulls in milk yield, are suitable for intensive, extensive and organic farms.

In contrast to conventional farms organic farms are characterized by:

- very low fat and protein percentages in milk
- high non-return-rates
- Better calving
- Higher rates of stillbirth
- Lower somatic cell score in the first lactation, but worse somatic cell scores in the later lactations
- Lower risk of culling

No genotype-environment-interactions between organic and conventional farms could be detected. Despite low level of milk yield ecological and extensive farms can not necessarily be equated in regard to intensity of management.

1 Einleitung und Fragestellung

In den vergangenen Jahren ist es beim Fleckvieh zu einer deutlichen Steigerung im Bereich der Milchleistung gekommen. So entwickelten sich die Leistungen in Bayern von 5.513 kg im Jahr 1993 auf 6.404 kg im Jahr 2003 (vgl. Tab. 1).

Tab. 1: Entwicklung der Milchleistung beim Fleckvieh in Bayern (Quelle: LKV Bayern)

Jahr	Milch-kg	Fett-kg	Fett-%	Eiweiß-kg	Eiweiß-%
1993	5.513	227	4,11	192	3,48
2003	6.404	265	4,14	225	3,52

Die Gründe für diese Steigerung liegen neben einer verbesserten Fütterung und Haltung auch im züchterischen Fortschritt. Der genetische Fortschritt beträgt ca. 110 kg Milch und 4 kg Fett bzw. 3,5 kg Eiweiß pro Jahr. Der oben dargestellte Trend zu höheren Milchleistungen ist ungebrochen.

Gleichzeitig hat auch die Streuung der durchschnittlichen Herdenjahresmilchleistung zugenommen. Damit ist nicht nur die Anzahl hochleistender Herden gestiegen, sondern auch die Anzahl der Herden mit geringem Leistungsniveau. Abb. 1 verdeutlicht diese zunehmende Streuung durch den Variationskoeffizienten des Herdenjahreseffekts.

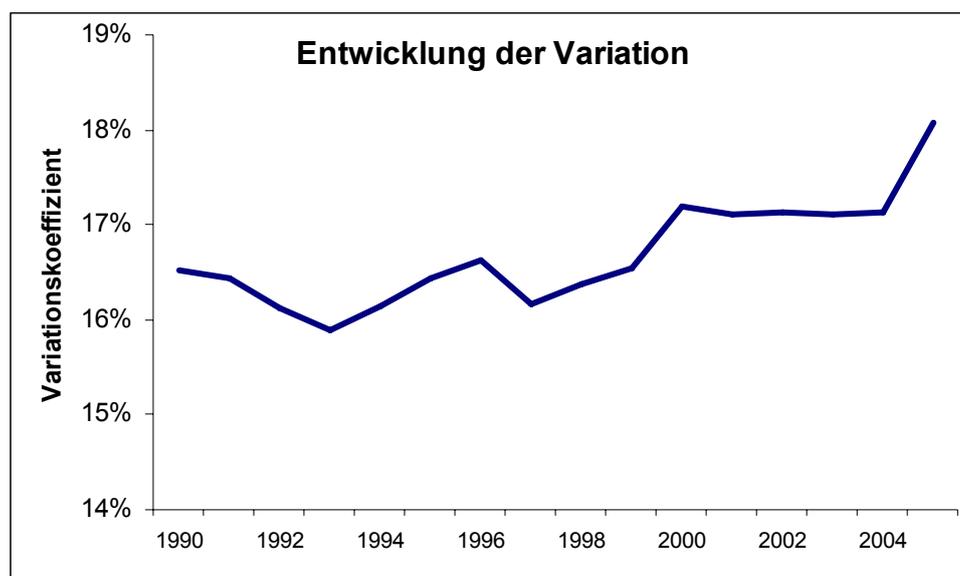


Abb. 1: Entwicklung der Variation des Herdenjahreseffekts

Der Anstieg der Streuung des Herdenjahreseffekts deutet darauf hin, dass sich die Betriebsformen zunehmend verschieden positionieren. Von einer Differenzierung in ein Hochleistungssegment („High Input“) und in ein Niedrigleistungssegment („Low Input“) kann trotzdem nicht die Rede sein. Abb. 2 zeigt die Häufigkeitsverteilung des Herdenjahreseffekts, eine Normalverteilung mit einem ausgeprägten mittleren Segment.

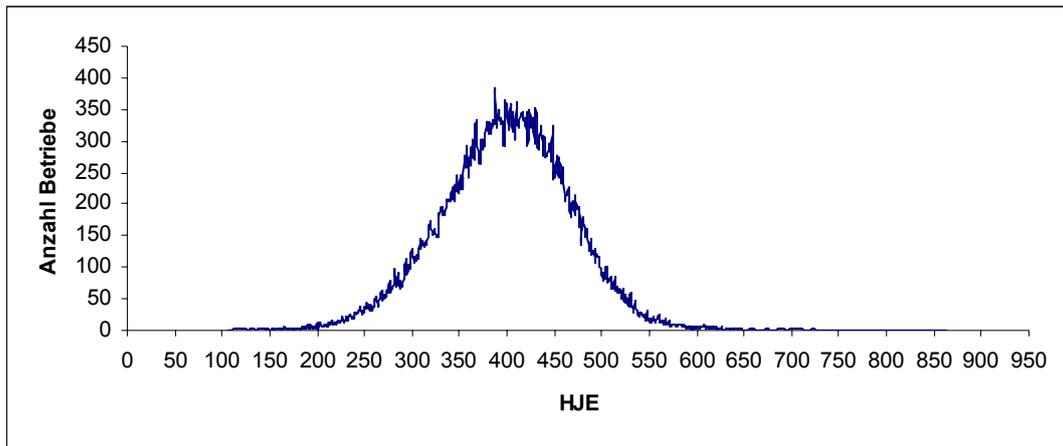


Abb. 2: Häufigkeitsverteilung der Betriebs-Herdenjahreseffekte des Jahres 2004

Wenn auch die Abschätzung der weiteren Entwicklung im Bereich der Milchproduktion schwierig ist, so ist doch zu erwarten, dass sich in Zukunft die Polarisierung in „High“ und „Low Input“ noch verstärken wird. Einerseits stellen leistungsfähige Wachstumsbetriebe hohe Ansprüche an die Milchleistung ihrer Kühe und erwarten einen weiteren Leistungsanstieg.

Andererseits fördert die anstehende Agrarreform die Extensivierung der Landwirtschaft. Damit werden weniger intensive, flächenstarke Betriebe profitieren. In Zukunft wird Grünland, trotz Biogaserzeugung, regional billiger zur Verfügung stehen und der Vorteil von Silomais gegenüber Gras wird sich verringern. Dies alles wird, zumindest bei einem Teil der Betriebe, zu einer mehr grasbetonten Fütterung führen. Der Anteil an ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieben und an Nebenerwerbsbetrieben wird ebenfalls zumindest konstant bleiben.

HEIBENHUBER, (zitiert nach KRÄUBLICH, 2002) und Swalve (1999) beschreiben die, ihrer Einschätzung nach, zukünftig vorherrschenden Betriebstypen als „Extensiv“, „Intensiv“, „Ökologisch“ oder „Systeme mit ausschließlichem Weidegang“ (vgl. Tab. 2).

Die Rasse Fleckvieh muss also in Zukunft sowohl für Spitzenbetriebe mit hohen Milchleistungen, als auch für extensiver geführte Betriebe Bullen bereitstellen. Eine Zucht auf unterschiedliche Zuchtrichtungen wird aber nicht möglich sein, da hierdurch für sehr intensiv wirtschaftende Betriebe kein ausreichender Zuchtfortschritt in der Milchleistung erreicht werden kann.

Tab. 2: Zukünftige Betriebsformen der Milchviehhaltung

Quelle	Sonderform	Extensiv	Intensiv
HEIßEN-HUBER, zitiert nach KRÄUßLICH, 2002	ökologischer Landbau: hoher Markterlös, geringe Umstellungskosten, hohe Förderbeiträge, Persönliche Einstellung	lange Weideperiode, arrundierte Flächen, hohe Wirtschaftsfutter- und Kraftfutterkosten, geringe Gebäudeflächen und Flächenkosten	hohes Leistungsniveau, möglicher Silomaisanbau, kein Weidegang möglich, hohe Gebäudeflächen und Flächenkosten
SWALVE, 1999	Low Input – Low Output: Systeme mit ausschließlichem Weidegang und saisonaler Abkalbung (Neuseeland, Australien, Südamerika)	Low Input – Medium Output: System mit minimierten Kosten (Haltung, Fütterung) und Futterwerbung über Beweidung. Milchleistung von 7500 kg und etwa 50 % des Grundfutters durch Weidegang.	High Input – High Output: System mit intensivem Management, intensiver Fütterung und hoher Milchleistung (>10.000 kg). Höhere Melkfrequenz wird als notwendig erachtet.

Ziel dieser Arbeit ist es, die Auswirkungen der genetischen Veranlagung für Milchleistung unter unterschiedlichen Umwelten zu ermitteln und eventuelle Genotyp-Umwelt-Interaktionen aufzudecken. Die Hauptzuchtichtung orientiert sich an intensiv geführten Betrieben. Eine Betrachtung von extensiv gehaltenen Kühen mit hoher Milchleistungsveranlagung soll abschätzen, welche Folgen eine weitere Milchleistungssteigerung für Betriebe hat, die nicht der Hauptzuchtichtung entsprechen.

2 Literatur

Dem Literaturteil dieser Arbeit wird ein Kapitel zum Thema „Definition von Betriebsintensität“ vorangestellt. Die Definition der Betriebsintensität ist ein zentrales Thema bei Fragestellungen im Bereich von Genotyp-Umwelt-Interaktionen zwischen Betrieben unterschiedlicher Intensität und daher ein wichtiger Bestandteil dieser Arbeit. Die Schlussfolgerungen der vorgestellten Untersuchungen auf die Definition der Betriebsintensität werden im Kapitel „Material und Methoden“ beschrieben. Dem Bereich „Definition von Betriebsintensität“ folgen im Literaturteil anschließend Literaturergebnisse zur Fragestellung „Zusammenhänge zwischen Milchleistung und Fitness“ und abschließend zum zentralen Thema der Arbeit, zu den Genotyp-Umwelt-Interaktionen.

2.1 Definition von „Betriebsintensität“

Ein Baustein der Agrarumweltprogramme der GAP ist die Extensivierung der Landwirtschaft. Ziele sind eine umweltverträgliche Rindfleischerzeugung und die Verringerung von Überproduktion. Die Begriffe „extensive“ und „intensive“ Bewirtschaftungsmethoden werden in den einschlägigen Rechtsvorschriften zwar oft verwendet, jedoch nicht eindeutig definiert (2002/C 290/01 Sonderbericht Nr. 5/2002 über die Extensivierungsprämienregelung im Rahmen der gemeinsamen Marktorganisation für Rindfleisch). Für die Extensivierungsprämienregelung im Rahmen der gemeinsamen Marktorganisation dient zusätzlich die Besatzdichte als grobe Orientierungshilfe für die Unterscheidung zwischen „Intensiv“ und „Extensiv“. Tab. 3 führt neben der Definition der Betriebsintensität aus dem Sonderbericht über die Extensivierungsprämienregelung auch allgemeine Definitionen auf.

Tab. 3: Definitionen zur Betriebsintensität von Milchviehbetrieben

Quelle	Extensive Landwirtschaft	Intensive Landwirtschaft
2002/C 290/01 Sonderbericht Nr. 5/2002	Bewirtschaftungsmethoden, bei denen die Tiere von den vorhandenen Flächen ernährt werden	Tiere bringen in der Regel den größten Teil oder ihre gesamte Lebensdauer in Stallungen zu und erhalten zugekauftes Futter
Meyers Lexikonredaktion	Bodennutzung mit geringem Einsatz von Arbeitskraft u. Kapital	auf kleinen Flächen, aber mit relativ großem Aufwand betrieben
nachbarland- niederlande.de	geringerer Technik-, Chemie- und Kapitaleinsatz bei geringeren Erträgen pro Fläche	hoher Maschinen-, Kapital-, Chemie- und Energieeinsatz und hohe Erträge pro Fläche

Auch Studien, die den Einfluss des Herdenmanagements untersuchen, stehen vor der Problematik die Herdenumwelt zu charakterisieren. In den meisten Untersuchungen wird die Herdenumwelt über die durchschnittliche Herdenleistung, bzw. die entsprechende phänotypische Varianz oder über Länder- und Regionsgrenzen definiert. RAFFRENATO et al. (2003) und CASTILLO-JUAREZ et al. (2000) verwendeten mehrere Einteilungsmöglichkeiten und verglichen ihre Ergebnisse je nach Umweltdefinition. Die Einteilung erfolgte bei RAFFRENATO et al. (2003) nach Standardabweichung innerhalb Herden-Jahres-Laktationsleistungen, nach Leistungsmaximum und nach Managementpraktiken. CASTILLO-JUAREZ et al. (2000) unterschieden die Herdenumwelt nach Standardabweichung der Herdenmilchleistung, nach einer Kombination von Mittelwert und Streuung der Herdenmilchleistung sowie nach dem auf das Kalbalter korrigierten durchschnittlichen Körpergewicht bei der ersten Kalbung.

ENEVOLDSEN et al. (1996) untersuchten Gesundheits-, Reproduktions-, Remontierungs- und Leistungsmerkmale um unterschiedliche Managementtypen zu identifizieren und die Relevanz dieser Herdenumwelt auf die Herdenleistung abzuschätzen. Aus 22 Indikatoren wurden fünf nicht korrelierte, gültige Variablen als Indikatoren abgeleitet. Diese beschreiben die Remontierungsrate, die Varianz der Milchleistung, das mögliche Leistungsmaximum, Krankheitshäufigkeit und einen komplexen Index, in den die Herdengröße, das Alter, die Kuhgröße und der Anteil an Lebendverkäufen einfließen. Diese abgeleiteten Koeffizienten lassen auf den Managementtyp einer Herde schließen. WINDIG et al. (2005) definierten die Herdenintensität anhand von 41 Variablen, die aus Produktionszahlen und den Ergebnissen der jährlichen nationalen Landwirtschaftsumfrage abgeleitet wurden. Diese Variablen wurden anschließend zu vier Komponenten zusammengefasst (durchschnittliche Leistung pro Kuh, durchschnittliche Fruchtbarkeit, Betriebsgröße, relative Leistung).

2.1.1 „Ökologische Milchviehhaltung“

Ökologisch wirtschaftende Betriebe stellen in dieser Untersuchung eine eigene Gruppe dar. Knapp 2 % der bayerischen Fleckviehhalter sind einem Ökoverband angeschlossen (GERBER, 2005).

Die Auswirkungen der ökologischen Wirtschaftsweise auf die Milchqualität fassen BARTH und RAHMANN (2005) zusammen: In dieser Untersuchung wird gefolgert, dass der Mindesttraufutteranteil einen erhöhten Fettgehalt und der saisonale Wechsel der Futtermittel eine variierende Zusammensetzung der Milch erwarten lässt.

Überraschenderweise wurde in Biomilch, insbesondere bei Zweinutzungsrasen, oft ein geringerer Fettgehalt gefunden (GEDEK et al., 1981; KRISTENSEN & KRISTENSEN, 1998; SCHWARZENBACHER, 2002), wofür in den Untersuchungen bisher keine schlüssige Erklärung gefunden wurde. Der Unterschied zum Eiweißgehalt konventionell gehaltener Kühe schwankt in den verschiedenen Untersuchungen von $-0,29\%$ (SEHESTED et al., 2003) bis zu $+0,25\%$ (LUND, 1991). Die positiven und negativen Differenzen sind vermutlich auf die Unterschiede im Versorgungsniveau zwischen den ökologisch wirtschaftenden Betrieben zurückzuführen. Trotz gemeinsamer Verbandsrichtlinien sind die Unterschiede zwischen ökologisch wirtschaftenden Betrieben oft größer als zwischen ökologischen und konventionellen Betrieben (BARTH und RAHMANN, 2005). Die Orientierung auf die Widerstandsfähigkeit gegenüber Erkrankungen müsste eine verringerte Mastitisanfälligkeit und damit einen reduzierten Zellgehalt der Milch nach sich ziehen. Dies spiegelt sich aber nicht in einer eindeutig besseren Eutergesundheit wieder (BENNEDSGAARD et al., 2003).

2.2 Zusammenhänge zwischen Leistung und Fitness

2.2.1 Einfluss von Management auf Fitness und Leistung

Nach ESSL (1999) muss bei jeder künstlichen Selektion, die nicht direkt auf Fitnesskriterien ausgerichtet ist, grundsätzlich mit einem Verlust an Vitalität und Fruchtbarkeit der Tiere gerechnet werden.

Dieser Fitnessverlust kann jedoch bis zu einem gewissen Grad durch das Management kompensiert werden (FÜRST und SÖLKNER, 2002). Höhere Milchproduktion bedeutet nicht unbedingt ein erhöhtes Risiko von Gesundheits- und Fruchtbarkeitsproblemen, solange das Management angepasst ist (WINDIG et al., 2005).

WINDIG et al. (2005) untersuchten den Zusammenhang zwischen Gesundheit, Fruchtbarkeit, Fitness und Milchleistung unter unterschiedlichen Umweltbedingungen. Die Autoren verglichen Herden mit unterschiedlichem Milchleistungsniveau und Kühe mit unterschiedlicher Leistung innerhalb einer Herde. Insgesamt konnten WINDIG et al. (2005) kein klares Risiko von Gesundheits- und Fruchtbarkeitsproblemen durch eine höhere Milchproduktion feststellen. Als mögliche Ursache sehen die Autoren, dass ein Wechsel im Management sowohl Fitnessmerkmale als auch die Produktion beeinflusst. Die Zunahme der Produktion läuft vielleicht parallel mit einer verbesserten Hygiene und Fütterung, welche sich auch positiv auf die Gesundheit und Fruchtbarkeit auswirkt. Obwohl in intensiv gemanagten Herden eine bessere Fitness festgestellt werden konnte, verursacht eine höhere Produktion einen höheren physiologischen Stress. Für die höchstleistenden Kühe in intensiv geführten Herden, ist dieser erhöhte physiologische Stress ggf. so hoch, dass sogar das verbesserte Management nicht in der Lage ist, das Risiko von Problemen zu verringern. In weniger intensiven Betrieben haben alle Tiere, unabhängig von der Leistung, fast das gleiche Gesundheits- und Fruchtbarkeitsrisiko. In hochleistenden Herden ist der Besamungserfolg geringer.

CASTILLO-JUAREZ et al., (2000) kommen zu dem Schluss, dass eine Verbesserung von Fruchtbarkeits- und Gesundheitsmerkmalen anscheinend leichter durch ein verbessertes Management erzielt wird, als durch Selektion. Ein gutes Management erzeugt eine bessere phänotypische Fitness und reduziert die negativen genetischen Korrelationen zwischen Milchleistung und Fruchtbarkeit und zwischen Milchleistung und Zellzahl. Genetische Antagonismen zwischen Leistungs- und Fitnessmerkmalen fallen unter intensiven

Umweltbedingungen durch das bessere Management geringer aus (CASTILLO-JUAREZ et al., 2000).

Nach DEMATAWEWA und BERGER (1998) soll die genetische Selektion zukünftig auf Milchleistung (und Fruchtbarkeit) ausgerichtet sein, während eine Verschlechterung von Gesundheits- und Überlebensmerkmalen durch verbessertes Management erreicht werden soll. Solange der Fitnessverlust den Leistungszuwachs nicht übersteigt, empfiehlt auch FÜRST (2000) weiter auf Milchleistung zu züchten.

2.2.2 Zusammenhänge zwischen Milchleistung und Fruchtbarkeit

Basierend auf Auswertungen umfangreicher Daten, finden DEMATAWEWA und BERGER (1998) und HANSEN (2000) Antagonismen zwischen Fruchtbarkeit und Milchleistung. GRÖHN und RAJALA-SCHULTZ (2000) vergleichen den Einfluss erhöhter Milchleistung auf das Risiko einer Empfängnis mit dem Einfluss von Krankheiten auf dieses Merkmal. Die Effekte der zunehmenden Milchleistung sind im Vergleich zu anderen Faktoren nur gering. Die Milchproduktion ist kein wesentlicher Faktor, der entscheidet, ob eine Kuh aufnimmt (LUCY, 2001).

Der von WINDIG et al. (2005) beschriebene Einfluss von Herdenniveau und Einzeltierleistung auf die Fitness ist insbesondere bei der Fruchtbarkeit zu beobachten. Mit steigenden Herdenmilchleistungen entwickelt sich die Fruchtbarkeitsleistung positiv, mit steigenden Einzeltiermilchleistungen sinkt die Fruchtbarkeitsleistung. Schlechte Fruchtbarkeitsleistungen sind häufiger in Herden mit niedrigeren Milchleistungen zu finden als in Betrieben mit hohen Durchschnittsleistungen (PLATEN, 1997).

FÜRST und SÖLKNER (2000) fanden negative Korrelationen (genetische Korrelation ca. $-0,30$) zwischen den Merkmalen Fruchtbarkeit und Leistung. Das Management und hier besonders eine bedarfsgerechte Fütterung haben einen wesentlichen Einfluss auf die Fruchtbarkeit. In Betrieben mit sehr hohen Stalldurchschnitten fanden die Autoren deshalb hohe Non-Return-Raten, obwohl grundsätzlich bei höherer Milchleistung der Anteil an Kühen sinkt, die nur eine Belegung für eine erfolgreiche Trächtigkeit benötigen. Bei reinen Milchrassen ergaben sich stärker negative Beziehungen zwischen Milch und Fitness als bei kombinierten Zweinutzungsrasen.

NEBEL UND MCGILLIARD (1993) und STEVENSON (1999) zeigten, dass in den USA Herden mit den größten Milchleistungen in der Regel eine höhere Fruchtbarkeit aufweisen. Verbessertes Management, das bessere Fütterung, größeren Kuhkomfort und bessere Hygiene beinhaltet, wird als Ursache für die geringeren Fruchtbarkeitsprobleme angegeben.

CASTILLO-JUAREZ et al. (2000) fanden, dass sich genetische Antagonismen zwischen Leistung und Empfängnisrate in Abhängigkeit von der Herdenumwelt auswirken. Höhere negative genetische Korrelationen wurden bei geringer Betriebsintensität beobachtet.

2.2.3 Zusammenhänge zwischen Milchleistung und Eutergesundheit und Zellzahl

Der Zellgehalt in der Milch wird als aussagekräftiger Parameter für die Beurteilung des Gesundheitszustandes des Euters anerkannt (KRÖMKER und HAMANN 2001).

Bei Untersuchungen von FÜRST und SÖLKNER (2002) lagen die Korrelationen zwischen Milchmenge und leistungsunabhängiger Zellzahl nahe Null. CASTILLO JUAREZ et al. (2000) fanden jedoch genetische Antagonismen zwischen Milchleistung und Zellzahl. Bei den phänotypischen Untersuchungen von WINDIG et al. (2005) war das

Zellzahlniveau in intensiven Herden aufgrund des verbesserten Managements sogar geringer. Geringere Zellzahlen gingen in dieser Untersuchung mit geringeren Leistungseinbrüchen und einer längeren Lebensdauer einher.

2.2.4 Zusammenhänge zwischen Milchleistung und Nutzungsdauer und Langlebigkeit

FÜRST und EGGER-DANNER (2004) erwarten, dass rein biologisch gesehen, Kühe mit hohen Milchleistungen aufgrund verstärkter Stoffwechselbelastung weniger lang leben als Kühe mit durchschnittlicher oder unterdurchschnittlicher Leistung. Die tatsächliche Nutzungsdauer hängt aber entscheidend von der Milchleistung einer Kuh ab, weil einerseits Kühe mit schlechter Leistung früher geschlachtet werden, andererseits der Landwirt Kühen mit besonders hoher Milchleistung eine Sonderbehandlung (z.B. bei der Anzahl der Besamungen) zukommen lässt (FÜRST und EGGER-DANNER, 2004). DEMATAWEWA und BERGER (1998) fanden positive phänotypische Korrelationen zwischen Leistung und Nutzungsdauer (+ 0,1), während die entsprechenden genetischen Korrelationen leicht negativ waren.

Aufschlüsse über die Hauptabgangsursachen von Fleckviehkühen in Bayern im Jahr 2004 ergeben sich aus Auswertungen der ADR (2004). Diese werden mit ihrem jeweiligen Anteil an den Gesamtabgängen in Tab. 4 dargestellt.

Tab. 4: Abgangsursachen von Milchkühen in Bayern (ADR, 2004)

geringe Leistung	11,6 %
Sterilität	22,4 %
Erkrankungen der Klauen und Gliedmaßen	8,9 %
Euterkrankheiten	12,1 %
Schlechte Melkbarkeit	1,8 %
Stoffwechselkrankheiten	1,4 %
Sonstige Krankheiten	0,6 %
Sonstiges	25,5 %

2.2.5 Zusammenhänge zwischen Milchleistungssteigerung und Fitnessmerkmalen

Während der ersten Laktation geht ein Teil der Energie- und der Proteinzufuhr in das Wachstum, besonders wenn Kühe jung abkalben. Die Milchleistung steigt von der ersten zur zweiten Laktation, bis die Tiere ausgewachsen sind und mehr Nährstoffe für die Milchproduktion zur Verfügung stehen. NEUENSCHWANDER et al. (2005) fanden einen positiven Zusammenhang zwischen Leistungssteigerung und funktionalen Merkmalen. Eine hohe Leistungssteigerung ist gut verträglich, weil die Tiere erst dann Höchstleistungen erzielen, wenn der Organismus ausgewachsen ist. Durch eine hohe genetische Variation des Merkmals Leistungssteigerung auf der Bullenseite, ist eine gezielte Selektion auf Leistungssteigerung möglich. Die Autoren empfehlen die Leistungssteigerung in Zukunft noch mehr züchterisch zu berücksichtigen und in das Zuchtziel mit aufzunehmen.

Krogmeier et al. (2004) fanden hingegen keine positiven Korrelationen zwischen dem Zuchtwert Leistungssteigerung und dem Zuchtwert Nutzungsdauer, allerdings wurden positive Korrelationen mit den Merkmalen Persistenz und Zellzahl und eine negative Korrelation mit der Melkbarkeit beobachtet.

2.2.6 Zusammenhänge zwischen Milchleistung, Persistenz und dem Verlauf von Laktationskurven und Fitnessmerkmalen

MUIR et al. (2004) fanden einen Zusammenhang zwischen Persistenz und Fruchtbarkeitsmerkmalen, wobei höhere Non-Return-Raten in der ersten Laktation positiv mit höherer Persistenz korreliert waren. Höhere 305-Tageleistungen und höhere Persistenz führten außerdem zu einem längeren Kalbeintervall. Die Autoren sind der Meinung, dass eine Selektion nach Persistenz Vorteile bringt, wenn es darum geht, bei gleichzeitiger Selektion auf absolute Leistung, genetisch die Reproduktionsmerkmale in der ersten Laktation zu verbessern.

2.3 Genotyp-Umwelt Interaktionen

Bei der Übertragung von züchterischen Aussagen auf stark unterschiedliche Umweltbedingungen stellt sich immer die Frage nach der Rolle von Genotyp-Umwelt-Interaktionen. Unter einer Genotyp-Umwelt Interaktion versteht man das Phänomen, dass verschiedene Genotypen unterschiedlich auf zwei Umweltniveaus reagieren. Dabei kann es zu einer Veränderung von Leistungsdifferenzen zwischen Populationen in unterschiedlichen Umwelten kommen. Dies kann soweit führen, dass sich die Rangierung der beiden Genotypen in den beiden Umwelten ändert. Dann müssten in den verschiedenen Umwelten unterschiedliche Tiere in der Zucht selektiert werden (FALCONER, 1984). WILLAM (2003) stellt dieses Problem graphisch dar.

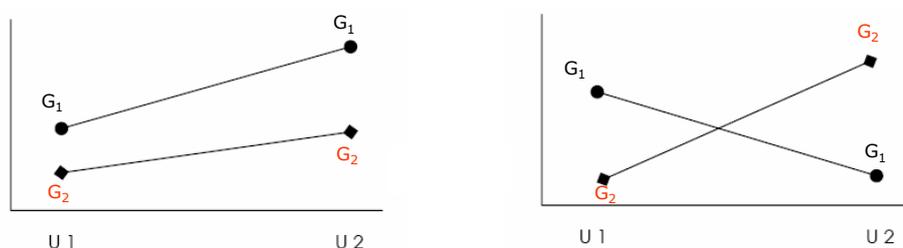


Abb. 3: Ausprägungsformen der Genotyp-Umwelt-Interaktion (WILLAM, 2003)

Mit Hilfe eines Mehrmerkmalsmodells können anhand von genetischen Korrelationen, Genotyp-Umwelt-Interaktionen aufgedeckt werden.

Die meisten aktuellen Studien bei Holsteinkühen zeigen, dass genetische Korrelationen auch zwischen verschiedenen Ländern sehr hoch liegen (KOENIG et al., 2005; vgl. Tab. 5). Signifikante Genotyp-Umwelt-Interaktionen mit einer genetischen Korrelation unter 0,70, wurden nur zwischen Ländern gefunden, die offensichtlich große Unterschiede bezüglich Produktionssystemen und Klima zeigen: z.B. England vs. Kenia (OJANGO und POLLOT, 2002).

In den meisten Untersuchungen liegen die genetischen Korrelationen innerhalb eines Landes über 0.9 und deuten damit nur sehr schwache Genotyp-Umwelt-Interaktionen an (vgl. Tab. 6, KOENIG et al., 2005).

Tab. 5: Genetische Korrelationen beim Merkmal „305-Tage-Milchleistung“ bei Holsteinkühen zwischen verschiedenen Ländern (zitiert nach KÖNIG et al., 2005)

Quelle	Region		Tierzahlen		genetische Korrelation
	A	B	A	B	
Carabano et al., 1989	Spanien	USA	10.780	762.152	0,82
Stanton et al., 1991	USA	Latein Amerika	198.079	54.604	0,91
	USA	Kolumbien	198.079	8.347	0,87
	USA	Mexiko	198.079	39.075	0,90
Costa et al., 2000	USA	Brasilien	726.932	29.413	0,85
Rekaya et al., 2001	Estland	Israel	47.329	82.224	0,74
	Österreich	Israel	58.267	82.224	0,74
	Österreich	Estland	58.267	47.329	0,79
	Estland	Finnland	47.329	69.706	0,84
	Tschechische Republik	Finnland	52.205	69.706	0,82
	Tschechische Republik	Estland	52.205	47.329	0,75
	Schweiz	Estland	52.999	47.329	0,83
	Schweiz	Israel	52.999	82.224	0,83
Ojango and Pollot, 2002	Kenia	England	1.614	20.296	0,49

Untersuchungen von KÖNIG et al. (2005) und ZWALD et al. (2002) ergaben, dass weniger Ländergrenzen entscheidend für Genotyp-Umwelt-Interaktionen sind, als die Unterschiede zwischen den Produktionssystemen. In manchen Ländern tritt eine signifikante Variation zwischen den Herden auf. Manche Herden haben mehr Gemeinsamkeiten mit Herden anderer Länder als mit Herden des eigenen Landes. Deshalb würde es für die Zuchtwertschätzung Sinn machen, ähnliche Herden über Ländergrenzen hinweg zusammenzufassen.

Tab. 6: Genetische Korrelationen beim Merkmal „305-Tage-Milchleistung“ bei Holsteinkühen (zitiert nach KÖNIG et al., 2005)

Quelle	Land	Produktionsniveau		Tierzahlen		genetische
		A	B	A	B	Korrelation
Cromie et al., 1998	Irland	geringer Kraftfuttereinsatz	hoher Kraftfuttereinsatz	11.572	20.689	0,92
Weigel et al., 2000	USA	intensive Rotationsweide	Kontrollgruppe	2.762	2.577	0,92
Boettcher et al., 2003	Kanada	Weide	Kontrollgruppe	2.817	12.774	0,93
Ceron-Munoz et al., 2004a	Brasilien & Kolumbien	obere 33%	untere 33%	31.204	31.204	0,97
Castillo-Juarez et al., 2000	USA	Herden mit <u>geringer</u> durchschnittlicher Leistung und <u>geringer</u> Standardabweichung	Herden mit <u>hoher</u> durchschnittlicher Leistung und <u>hoher</u> Standardabweichung	41.355	87.090	0,98
Jara et al., 2000	Argentinien			~ 45.000	~ 45.000	0,94
Raffrenato et al., 2003	Italien			3.753	4.532	0,63
Ceron-Munoz et al., 2004b	Brasilien			21.058	24.897	0,96
	Kolumbien			11.807	11.098	0,93

Studien von SÖLKNER et al. (2000) konnten keine Genotyp-Umwelt-Interaktionen zwischen konventionell und ökologisch gehaltenen Herden in Österreich feststellen. Die Leistungsdifferenz zwischen den Vergleichsgruppen und die Tierzahlen waren bei dieser Studie jedoch nur gering. NAUTA et al. (2006) untersuchten Genotyp-Umwelt-Interaktionen zwischen ökologischen und konventionellen Bedingungen anhand von Erstlaktationsleistungen. Die Heritabilitäten von Milch-, Fett- und Eiweißleistung waren unter ökologischen Bedingungen höher. Genetische Korrelationen für Milch-, Fett und Eiweißleistung lagen bei 0,80, 0,88 und 0,71. Diese Ergebnisse deuten auf eine mäßige Genotyp-Umwelt-Interaktion hin. Bei der Zellzahl und den Inhaltsstoffen in Prozent konnte keine Genotyp-Umwelt-Interaktion festgestellt werden.

CROMIE et al. (1997) konnten auch bei Herden, die sich im Kraftfuttereinsatz stark unterscheiden, aber auf ähnlichem Leistungsniveau waren, keine Genotyp-Umwelt-Interaktionen nachweisen.

Tab. 7: Genetische Korrelationen und Heritabilitäten beim Merkmal „Milchleistung“ unter unterschiedlichen Produktionsbedingungen

Quelle	Land	A	B	Laktation	Produktionsniveau der Herde		Anzahl Kühe		Heritabilität		Korrelation
					A	B	A	B	A	B	
SÖLKNER et al., 2000	Österreich (Rasse: Fleckvieh)	Ökologisch	Konventionell	1	4653	5022	6046	5915	0,31	0,31	1,00
				2	5304	5700	6046	5915	0,30	0,26	0,98
				3	5511	5858	6046	5915	0,16	0,21	0,97
CROMIE et al., 1997	Irland	25 % Schlechteste	25 % Beste		4878	6177	8167	8397	0,41	0,45	0,95

PRYCE et al. (1999) zeigten, dass hohe Vaterzuchtwerte in Systemen mit extensiven Kraftfuttergaben weniger stark durchschlagen als in Systemen mit intensiven Kraftfuttergaben. Der Leistungsunterschied der Töchter von genetisch hochveranlagten Besamungsbullen gegenüber durchschnittlichen Bullen ist in intensiv geführten Herden größer als in extensiven.

KEARNEY et al. (2004) kamen zu dem Ergebnis, dass Bullen, die in Hochleistungsherden getestet wurden, ihr genetisches Milchleistungspotential unter Weidebedingungen nicht entfalten können. Es besteht zwar eine deutliche Rangkorrelation zwischen den zwei Fütterungsregimen, die Rangierung einiger Bullen ist aber deutlich unterschiedlich (vgl. Abb. 4).

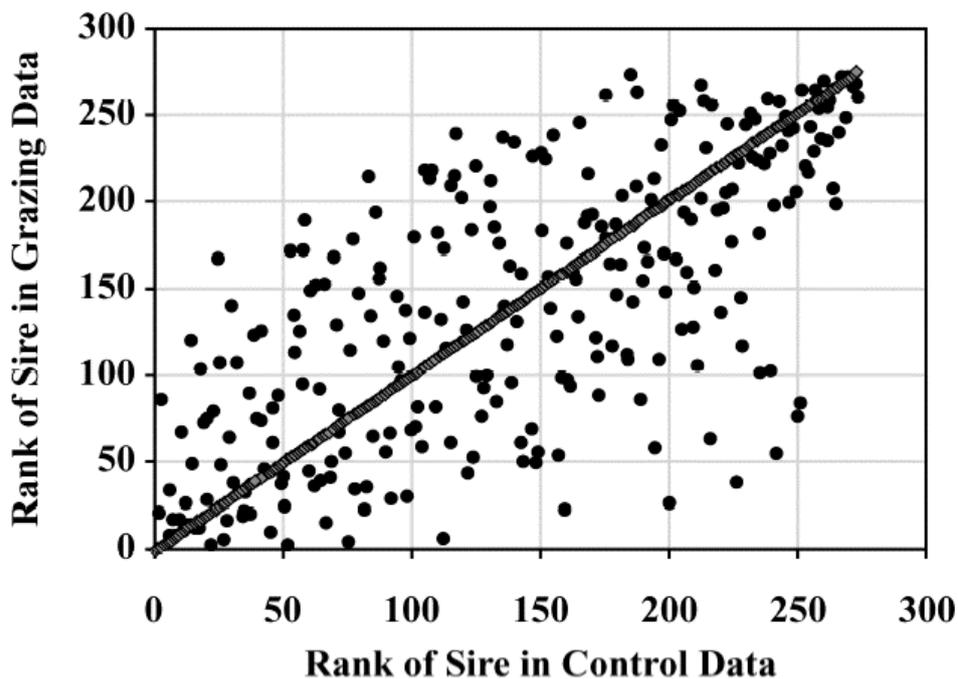


Abb. 4: Rangierung von Besamungsbullen unter Weidebedingungen und unter konventionellen Fütterungsbedingungen (KEARNEY et al., 2004)

Zusammenfassend ergeben die oben dargestellten Studien, die überwiegend bei der Rasse Holstein durchgeführt wurden, dass, abhängig von der Umweltdifferenz, nur schwache Genotyp-Umwelt-Interaktion auftreten und dass trotz Leistungsdifferenz die gleichen Bullen selbst unter unterschiedlichen Umweltbedingungen zu favorisieren sind.

Obwohl in der Mehrzahl der Untersuchungen keine Genotyp-Umwelt-Interaktionen festgestellt werden konnten, behält dieses Phänomen laut Schwarzenbacher (2002) höchste züchterische Aktualität. Es stellt sich die Frage, ob ein Fortschreiten der bisherigen Zuchtrichtung, die auf zunehmend intensiver (= kraftfutterbetonter) Fütterung ausgerichtet ist, zukünftig Probleme in der extensiven Milchrinderhaltung hervorrufen wird.

3 Material und Methoden

Die Datengrundlage für die Untersuchungen bildeten die Bullen der Geburtsjahrgänge 1993-1994, wobei nur Bullen mit mehr als 100 Töchtern in Bayern berücksichtigt wurden. Hierdurch werden Bullen, die nicht in den Zweiteinsatz gekommen sind, ausgeschlossen.

Somit gingen insgesamt 278 Bullen mit 327.509 Töchtern in die Untersuchungen ein. Für die Töchter standen folgende Leistungsdaten zur Verfügung:

- Abstammungsdaten
- Milchleistungsergebnisse: Probemelken (Milch kg, Fett %, Eiweiß %, Zellzahl) und Laktationsleistungen (Melktage, Milch kg, Fett-kg, Eiweiß-kg) der 1., 2. und 3. Laktation, Töchterabweichungen (Yield Deviations)
- Kalbedaten (Geburtsverlauf, Totgeburteninformation)
- Fruchtbarkeitsdaten (Belegdaten zur Berechnung der Non-Return-Rate)

Weiterhin standen sowohl von den Bullen als auch von den Töchtern vollständige Zuchtwertinformationen zur Verfügung. Über den Betrieb konnten den Töchtern Informationen zur Grund- und Leistungsfütterung und zur Aufstallung, die vom LKV bereitgestellt wurden, zugeordnet werden. Außerdem war für jeden Betrieb der Herdenjahreseffekt aus der Milch-Zuchtwertschätzung vorhanden.

3.1 Definition des genetischen Milchleistungsvermögens und der Betriebsintensität

Die Töchter wurden anschließend aufgrund des Milchwerts des Vaters (genetisches Milchleistungsvermögen) und aufgrund des Herdenjahreseffekts der Betriebe (Betriebsintensität) in jeweils 3 Gruppen eingeteilt. Dabei werden das genetische Leistungsvermögen und die Betriebsintensität wie folgt definiert:

a) genetisches Milchleistungsvermögen

Hierbei erfolgt die Einteilung der Tiere nach dem Milchwert des Vaters. Mit dem Milchwert liefert die Zuchtwertschätzung ein statistisch abgesichertes Bewertungssystem für die Leistungsveranlagung eines Tieres. Die Einteilung erfolgt dabei in drei Klassen:

- MW unter 100 (= geringes Milchleistungsvermögen)
- MW 100 bis 110 (= mittleres Milchleistungsvermögen)
- MW über 110 (= hohes Milchleistungsvermögen)

b) Betriebsintensität

Die Betriebsintensität wird durch den Herdenjahreseffekt definiert. Die Einteilung wurde so vorgenommen, dass jeweils ca. ein Drittel der zur Verfügung stehenden Kühe in den Klassen „Extensiv“, „Mittel“ und „Intensiv“ zu finden ist.

Tab. 8: Einteilung der verschiedenen Intensitätsstufen nach der Höhe des Herdenjahreseffekts

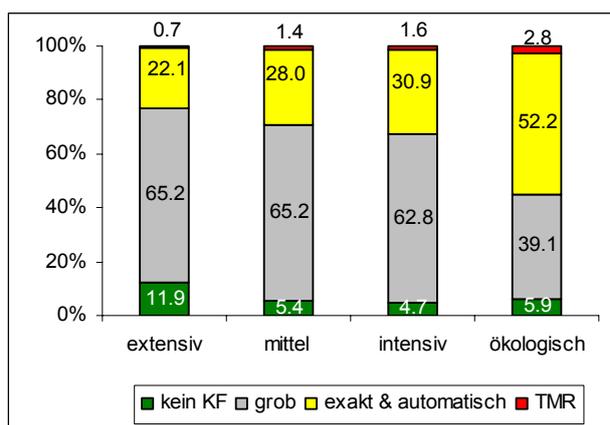
Betriebsintensität	Herdenjahreseffekt	Mittelwert	Streuung
Extensiv	106 - 397	342	43
Mittel	398 - 441	419	13
Intensiv	442 - 863	481	36
Ökologisch	Verbandszugehörigkeit	349	59

Im Herdenjahreseffekt erfolgt eine Einteilung der Betriebe nach ihrer Fett- und Eiweißleistung. Im Gegensatz zur absoluten Herdenleistung, ist der Herdenjahreseffekt, durch die Korrektur um die in der Milchzuchtwertschätzung berücksichtigten Umwelteinflüsse und um das Anpaarungsniveau (Korrektur um den halben Mutterzuchtwert), ein Maßstab für das Management des Betriebes.

Für weiterführende Untersuchungen erfolgte eine differenziertere Einteilung der Kühe. Dabei wurden Klassen mit zehn Prozent der Kühe auf den Betrieben mit den höchsten (sehr intensiv) und zehn Prozent der Kühe auf den Betrieben mit den niedrigsten Herdenjahreseffekten (sehr extensiv), gebildet.

3.2 Charakterisierung der Intensitätsstufen durch Haltung, Fütterung und Zucht

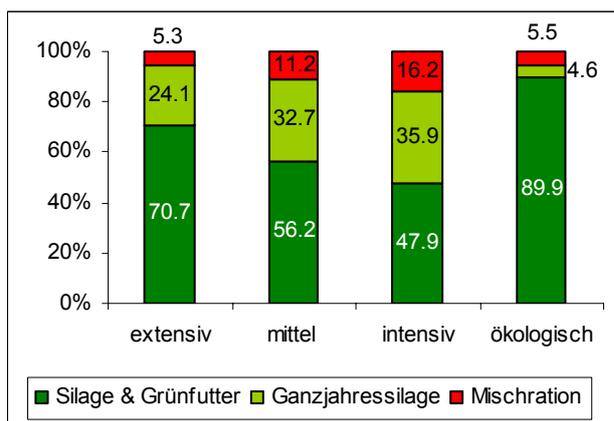
Haltung, Fütterung und Zucht sind wesentliche Faktoren, die die Betriebsintensität bestimmen. Die folgenden Häufigkeitsverteilungen beschreiben die vorherrschenden Fütterungs- und Haltungssysteme der untersuchten Betriebe in der jeweiligen Intensitätsstufe.



Auf den meisten konventionellen Betrieben (ca. 65%) erfolgt eine grobe Zuteilung des Kraftfutters nach Leistung einzelner Kühe. Tendenziell nimmt mit steigender Intensität die exakte und die computergesteuerte Kraftfutterzuteilung (von 22 % auf 31 %) und die TMR Fütterung (von 0,7 % auf 1,6 %) zu. Auf ökologischen Betrieben erfolgt die Kraftfutterzuteilung zum Großteil (ca. 52 %) exakt oder automatisch (vgl. Abb. 5).

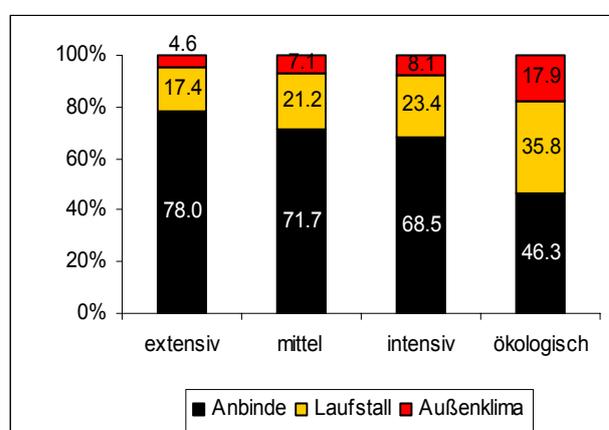
Abb. 5: Futterzuteilung der Leistungsfütterung innerhalb der Intensitätsstufen

Der Anteil Betriebe, die kein Kraftfutter füttern, nimmt mit steigender Intensität ab (von extensiv ca. 12 % bis intensiv ca. 5 %). Der Anteil bei Ökobetrieben entspricht in etwa dem der mittleren konventionellen Betriebe (5-6 %).



Bei der Grundfütterung überwiegt auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben deutlich Grünfutter und Silage (ca. 90 %). Es gibt systembedingt nur sehr wenige Betriebe, die ganzjährig Silage füttern. Auf konventionellen Betrieben sind Ganzjahressilage und Mischrationen weiter verbreitet (vgl. Abb. 6).

Abb. 6: Arten der Grundfütterung innerhalb der Intensitätsstufen



Wie Abb. 7 verdeutlicht, überwiegt bei den untersuchten Betrieben die Anbindehaltung, die vor allem unter extensiven Bedingungen vorherrscht. Der Anteil Betriebe mit Außenklima- und Laufstallhaltung nimmt mit steigender Intensität zu. Ökologisch wirtschaftende Betriebe weisen einen besonders hohen Anteil an Lauf- oder Außenklimaställen auf.

Abb. 7: Verteilung der Haltungsformen innerhalb der Intensitätsstufen

In Abb. 8 und Tab. 9 sind die Kuhzuchtwerte in den verschiedenen Intensitätsstufen dargestellt. In Betrieben höherer Intensität haben die Kühe höhere Milchwerte und höhere Gesamtzuchtwerte. Bei den Zuchtwerten Persistenz, Zellzahl, Fruchtbarkeit und Kalbeverlauf ergeben sich kaum Unterschiede (< 1 Punkt). Ein hoher Persistenzzuchtwert sticht bei den ökologisch gehaltenen Kühen hervor.

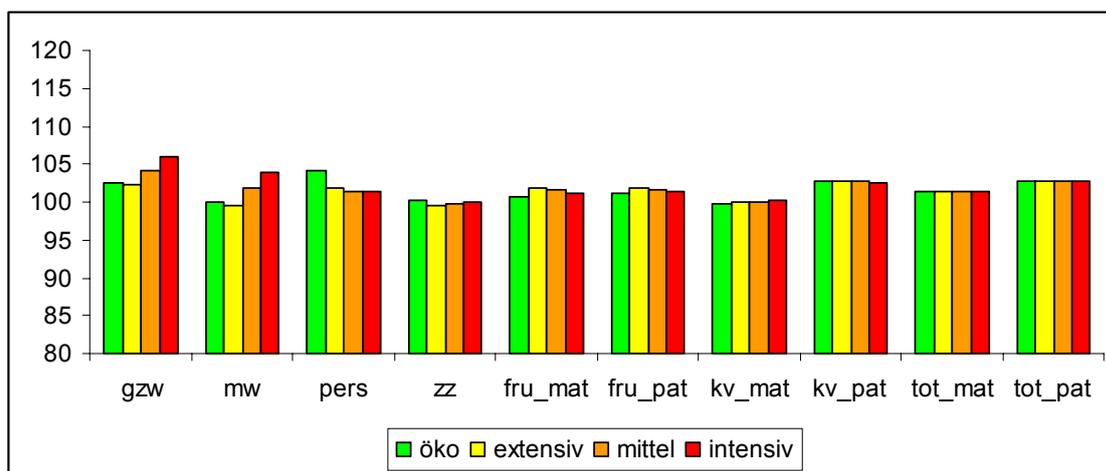


Abb. 8: Kuhzuchtwerte in den einzelnen Intensitätsstufen

Tab. 9: Kuhzuchtwerte in den Intensitätsstufen

	ökologisch	extensiv	mittel	intensiv
Gesamtzuchtwert	103	102	104	106
Milchwert	100	100	102	104
Persistenz	104	102	101	101
Zellzahl	100	100	100	100
Maternale Fruchtbarkeit	101	102	102	101
Paternale Fruchtbarkeit	101	102	102	101
Maternaler Kalbeverlauf	100	100	100	100
Paternaler Kalbeverlauf	103	103	103	103
Totgeburten (maternal)	101	101	101	101
Totgeburten (paternal)	103	103	103	103

3.3 Datenmaterial und statistisches Auswertungsmodell für die Untersuchung der Leistungs- und Fitnessmerkmale

Tab. 10 zeigt die Verteilung der Töchter innerhalb der Betriebsintensitätsstufen, der Milchwertklassen sowie deren Interaktionsklassen. Von diesen Kühen lagen in der 2. Laktation 190.742 und in der 3. Laktation 78.052 Datensätze vor.

Tab. 11 zeigt die Anzahl Väter in den verschiedenen Milchwertklassen auf konventionell und ökologisch wirtschaftenden Betrieben sowie die durchschnittlichen Milchwerte der Bullen in den Klassen.

Tab. 10: Verteilung der Tierzahlen auf die Intensitätsstufen und Milchwertklassen sowie deren Interaktionsklassen

Betriebsintensität	gesamt	Gering MW < 100	Mittel MW 100-110	Hoch MW >110
gesamt	327.509	55.160	136.624	135.725
Extensiv	108.107	21.115	46.995	39.997
Mittel	104.119	17.479	43.687	42.953
Intensiv	115.283	16.566	45.942	52.775
Ökologisch	3.588	617	1.352	1.619

Tab. 11: Verteilung der Väter auf die Milchwertklassen auf konventionell und ökologisch arbeitenden Milchviehbetrieben sowie deren durchschnittliche Milchwerte

Betriebsintensität	gesamt	Gering MW < 100	Mittel MW 100-110	Hoch MW >110
konventionell	278	88	123	67
ökologisch	239	69	109	61
Durchschnittlicher MW	104	94	105	115

Folgendes Modell wurde für die Auswertung der Merkmale des *ersten Probemelkens Milch-kg, Fett- und Eiweiß-% und Zellzahl* herangezogen:

$$y_{ijklmn} = \mu + MW_i + I_j + MW \cdot I_k + DIM_l + EKA_m + JS_n + e_{ijklmn}$$

μ = globaler Mittelwert

MW_i = fixer Effekt der Milchwertklasse des Vaters ($i = 1-3$)

I_j = fixer Effekt der Intensitätsstufe des Betriebes ($j = 1-4$)

$MW \cdot I_k$ = fixer Effekt Interaktion Milchwertklasse und Intensitätsstufe ($k = 1-12$)

DIM_l = fixer Effekt Laktationstag 1. Probemelken ($l = 1-42$)

EKA_m = fixer Effekt Erstkalbealter ($m = 1-11$)

JS_n = fixer Effekt Jahr*Saison des 1. Probemelkens ($n=1-40$)

e_{ijklmn} = zufälliger Restfehler

Für die Auswertung der *Laktationsleistungen für Milch-, Fett- und Eiweiß-kg sowie Fett- und Eiweiß-%* wurde das folgende Modell verwendet:

$$y_{ijklmno} = \mu + MW_i + I_j + MW \cdot I_k + MT_l + MT^2_m + EKA_n + J_o + e_{ijklmno}$$

μ = globaler Mittelwert

MW_i = fixer Effekt der Milchwertklasse des Vaters ($i = 1-3$)

I_j = fixer Effekt der Intensitätsstufe des Betriebes ($j = 1-4$)

$MW \cdot I_k$ = fixer Effekt der Interaktion Milchwertklasse und Intensitätsstufe ($k = 1-12$)

MT_l = lineare Regression der Laktationsleistung auf die Melktage ($l = 1$)

MT_m^2	= quadratische Regression der Laktationsleistung auf die Melktage ($m = 1$)
EKA_n	= fixer Effekt des Erstkalbealters ($n = 1-11$)
J_o	= fixer Effekt des Laktationsjahres ($o = 1-10$)
$e_{ijklmno}$	= zufälliger Restfehler

Bei der Auswertung der Unterschiede im Kalbeverlauf wurde der Kalbeverlaufszuchtwert (Einteilung in 7 Klassen) des Belegstiers als fixer Effekt im Modell berücksichtigt.

$$y_{ijklmn} = \mu + MW_i + I_j + MW * I_k + EKA_l + JS_m + ZWKV_n + e_{ijklm}$$

μ	= globaler Mittelwert
MW_i	= fixer Effekt der Milchwertklasse des Vaters ($i = 1-3$)
I_j	= fixer Effekt der Intensitätsstufe des Betriebes ($j = 1-4$)
$MW * I_k$	= fixer Effekt der Interaktion Milchwertklasse und Intensitätsstufe ($k = 1-12$)
EKA_l	= fixer Effekt des Erstkalbealters ($l = 1-11$)
JS_m	= fixer Effekt Jahr*Saison des Abkalbens ($m = 1-40$)
$ZWKV_n$	= fixer Effekt des Kalbeverlaufszuchtwertes des Belegstiers ($l = 1-7$)
e_{ijklm}	= zufälliger Restfehler

3.4 Datenmaterial und statistisches Auswertungsmodell für den Vergleich der korrigierten Töchterabweichungen aus der Milch-Zuchtwertschätzung

Die korrigierten Töchterabweichungen (YDs) entstammen der Milch-Zuchtwertschätzung. Die Töchterabweichungen werden aus den individuellen Testtagsabweichungen der Probemelken einer Kuh gemittelt. Diese wurden im Zuchtwertschätzmodell um die systematischen bei der Milchzuchtwertschätzung berücksichtigten Umwelteinflüsse sowie den halben Mutterzuchtwert, d. h. das Anpaarungsniveau, bereinigt (vgl. LIDAUER et al., 2005).

In den Untersuchungen wurde für jeden Bullen die durchschnittliche Töchterabweichung (DYD) berechnet. Um unterschiedliche Töchterzahlen bei den einzelnen Bullen auszugleichen, kam folgendes Modell zur Anwendung:

$$y_{ijk} = \mu + B_i + V_j + B * V_k + e_{ijk}$$

μ	= globaler Mittelwert (YD)
B_i	= fixer Effekt Betriebstyp ($i = 1-2$)
V_j	= fixer Effekt Vater ($j = 1- 278$)
$B * V_k$	= fixer Effekt Interaktion Betriebstyp und Vater ($k = 1-556$)
e_{ijk}	= zufälliger Restfehler

Zur Absicherung der Ergebnisse wurden bei der Berechnung der Korrelationen und der Rangkorrelationen nur die durchschnittlichen Töchterabweichungen von Vätern mit mindestens 100 Töchtern in jeder Betriebsintensität berücksichtigt. In weiterführenden Untersuchungen wurde die Töchterzahl auf mindestens jeweils 500 Töchter erhöht.

Die folgende Tabelle zeigt die entsprechenden Tierzahlen in Abhängigkeit von der Intensitätsstufe und der vorgegebenen Mindestanzahl an Töchtern.

Tab. 12: Anzahl Tiere in den Intensitätsstufen

	Alle Bullen	Bullen mit einer geforderten Mindesttöchterzahl von 100	Bullen mit einer geforderten Mindesttöchterzahl von 500
Drittel Einteilung (extensiv / intensiv)			
Anzahl Bullen	276	149	47
Ø Töchterzahl	433	1.386	3.133
Anzahl Töchter	119.614	206.446	147.274
- Extensiv	108.088	98.319	67.050
- Intensiv	11.526	108.127	80.224
Zehntel Einteilung (sehr extensiv / sehr intensiv)			
Anzahl Bullen	276	56	8
Ø Töchterzahl	235	806	903
Anzahl Töchter	64.811	45.163	7.226
- sehr Extensiv	31.800	20.250	6.041
- sehr Intensiv	33.011	24.913	1.185

3.5 Datenmaterial und statistisches Auswertungsmodell für die Schätzung der genetischen Korrelationen

Die Schätzung der genetischen Korrelationen erfolgte an zufällig ausgewählten Betrieben in Nordbayern und Südbayern. Hierzu wurden Betriebe anhand ihres Herdenjahreseffekts in extensiv / intensiv bzw. sehr extensiv / sehr intensiv eingeteilt, so dass auf jede Intensitätsstufe ca. 20.000 Kühe entfallen. Hierbei entspricht die Einteilung nach Intensitätsstufen der Einteilung in den bisherigen Untersuchungen.

Zur Schätzung der genetischen Korrelationen zwischen ökologischen und konventionellen Betrieben wurde ein Datensatz mit sämtlichen Kühen auf ökologischen Betrieben und mit Kühen auf südbayerischen Betrieben erstellt. Da ein Großteil der erfassten ökologischen Betriebe in Südbayern liegt, konnte hierdurch eine gute Verknüpfung über Bullen mit Töchtern sowohl in ökologischen als auch in konventionellen Betrieben erreicht werden.

Tab. 13: Übersicht über das Datenmaterial zur Schätzung der Heritabilitäten und genetischen Korrelationen.

Region	Betriebsintensität	Anzahl Betriebe	Ø Kuhzahl pro Betrieb 1994-2004	Kühe gesamt (n)	Ø Milchleistung (kg)	Ø Leistung Fett-kg	Ø Leistung Eiweiß-kg
Nordbayern	extensiv	230	87,8	20.192	5.071 ± 1.042	212,0 ± 44,4	176,6 ± 36,8
	intensiv	190	101,0	19.190	6.070 ± 1.194	254,5 ± 48,8	217,5 ± 41,8
	sehr extensiv	240	83,1	19.955	4.639 ± 957	193,0 ± 41,2	158,9 ± 34,1
	sehr intensiv	180	100,4	18.079	6.330 ± 1.255	267,9 ± 51,6	227,5 ± 43,2
Südbayern	extensiv	200	100,5	20.099	4.816 ± 958	195,6 ± 41,5	161,9 ± 33,4
	intensiv	150	135,3	20.290	5.825 ± 1.191	240,8 ± 49,5	203,7 ± 43,0
	sehr extensiv	219	92,0	20.145	4.435 ± 879	178,1 ± 37,7	146,1 ± 30,2
	sehr intensiv	145	139,5	20.225	6.107 ± 1.334	252,8 ± 55,3	216,2 ± 48,6
Südbayern	ökologisch	130	97,4	12.660	4.781 ± 988	189,9 ± 41,3	158,9 ± 34,3
	konventionell	108	108,4	11.704	5.351 ± 1187	219,3 ± 50,4	184,2 ± 44,3
	ökologisch	130	97,4	12.660	4.781 ± 988	189,9 ± 41,2	158,9 ± 34,3
	sehr extensiv	198	91,6	18.132	4.438 ± 882	178,5 ± 37,9	146,4 ± 30,3
	ökologisch	130	97,4	12.660	4.781 ± 988	189,9 ± 41,2	158,9 ± 34,3
	sehr intensiv	145	139,2	20.074	6.109 ± 1.335	252,9 ± 55,3	216,3 ± 48,7

Zur Schätzung der genetischen Korrelationen wurde für die einzelnen Merkmale das folgende Modell verwendet:

$$y_{ijkl} = \mu + MT_i + EKA_j + B*J_k + J*S_l + e_{ijkl}$$

μ = globaler Mittelwert

MT_i = lineare Regression der Laktationsleistung auf die Melktage

EKA_j = fixer Effekt Erstkalbealter

$B*J_k$ = fixer Effekt Betrieb*Laktationsjahr

$J*S_l$ = fixer Effekt Laktationsjahr*Saison

e_{ijkl} = zufälliger Restfehler

4 Ergebnisse

4.1 Leistungs- und Fitnessmerkmale in Abhängigkeit von der Betriebsintensität, vom Milchwert des Vaters und deren Interaktion

4.1.1 Milchleistung

Die Ergebnisse im Bereich der Milchleistung verdeutlichen die Unterschiede zwischen den Töchtergruppen von Besamungsstieren mit hohem, mittlerem und niedrigem

Milchwert unter unterschiedlichen Umweltbedingungen anhand der Ergebnisse des 1. Probemelkens und der Laktationsleistungen innerhalb der ersten drei Laktationen.

4.1.1.1 Ergebnisse des 1. Probemelkens innerhalb der ersten drei Laktationen

Die Unterschiede in der Milchmenge des 1. Probemelkens anhand der LS-Means innerhalb der ersten drei Laktationen zeigt Tab. 14. Die Unterschiede in der ersten Laktation sind ebenfalls in Abb. 9 dargestellt.

Wie erwartet, steigt in allen Intensitätsstufen und in allen 3 Laktationen die Milchleistung in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters, wobei sich niedrige und hohe Leistungsveranlagung in allen Intensitätsstufen signifikant voneinander unterscheiden.

Dabei ist die Steigerung von geringer zu hoher Milchwertklasse sowohl absolut als auch relativ bei extensiven Betrieben am geringsten und steigt hin zur Klasse der intensiven Betriebe. Überraschend ist das Ergebnis bei den ökologisch arbeitenden Betrieben, bei denen die mit 1,71 kg und einem Quotienten von 1,09 die größte Differenz zwischen den Milchwertstufen beobachtet werden konnte.

Kombiniert man Milchwertklassen und Intensitätsstufen, zeigt sich ein nahezu linearer Anstieg von Bullen mit niedrigem Milchwert in extensiver Haltung zu Bullen mit hohem Zuchtwert in intensiver Haltung (Abb. 9). Auch aus Abb. 9 ist ersichtlich, dass die Unterschiede zwischen den Milchwertklassen unter intensiven Bedingungen größer ausfallen als unter extensiven, d.h. dass sich bessere Genetik mit zunehmender Intensität stärker auswirkt. Töchter von Bullen mit hohem Milchwert geben unter extensiven Bedingungen ca. 4 % mehr Milch als Töchter von Bullen mit geringem Milchwert. Dagegen bedeutet eine hohe Milchleistungsveranlagung gegenüber einer niedrigen bei intensiver Haltung eine Steigerung von 7 % in der ersten Laktation.

Betrachtet man die Inhaltsstoffe des ersten Probemelkens in der ersten Laktation, dann ergibt sich ein sehr differenziertes Bild (vgl. Tab. 15, Tab. 16, Abb. 10 und Abb. 11). Insgesamt fällt auf, dass die Unterschiede zwischen den Milchwertklassen bei beiden Inhaltsstoffen nur gering sind, wobei die Töchtergruppe der Bullen mit einer hohen Milchleistungsveranlagung im Fettgehalt geringfügig über und im Eiweißgehalt etwa auf dem Niveau der Gruppe „niedriger Milchwert“ liegt. Auffallend und nicht erklärbar sind die sehr niedrigen Fettgehalte der mittleren Milchwertgruppe.

Vergleicht man die Betriebsintensitäten dann fällt auf, dass die extensiven Betriebe erwartungsgemäß die höchsten Fett- und die niedrigsten Eiweißprozentage aufweisen. Demgegenüber zeigen die intensiven Betriebe die geringsten Fett- und die höchsten Eiweißgehalte. Sehr überraschend ist der sehr niedrige Fettgehalt der Milch bei den ökologischen Betrieben. Diese weisen zwar auch den niedrigsten Eiweißgehalt auf, hierbei sind die Unterschiede zu den anderen Betriebsintensitäten aber geringer.

Ein Vergleich der Interaktionsklassen zeigt im Bereich des Eiweißgehalts, ähnlich wie bei der Milchleistung, die höchsten Gehalte in der Gruppe hoher Milchwert und intensiver Betrieb. Beim Fettgehalt sind die Unterschiede gering, auffallend sind wieder die niedrigen Fettgehalte in der mittleren Milchwertklasse.

Tab. 14: Milchmenge in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität (erstes Probemelken)

Milchwert des Vaters Betriebsintensität	Gesamt		Gering		Mittel		Hoch		Differenzen Hoch – Gering	Quotient Hoch / Gering
	LSMEAN	s _x								
1. Laktation										
Gesamt	-	-	20,37	0,13	21,13	0,13	21,70	0,13	1,34***	1,07
Ökologisch	19,09	0,15	18,19	0,21	19,17	0,17	19,90	0,17	1,71***	1,09
Extensiv	19,80	0,13	19,37	0,13	19,84	0,13	20,19	0,13	0,82***	1,04
Mittel	21,81	0,13	21,21	0,13	21,85	0,13	22,37	0,13	1,16***	1,05
Intensiv	23,56	0,13	22,69	0,13	23,65	0,13	24,35	0,13	1,66***	1,07
2. Laktation										
Gesamt	-	-	25,47	0,10	26,09	0,09	26,97	0,09	1,50***	1,06
Ökologisch	23,46	0,15	22,81	0,28	23,23	0,21	24,34	0,21	1,53***	1,07
Extensiv	23,85	0,07	23,39	0,08	23,83	0,08	24,33	0,08	0,94***	1,04
Mittel	27,27	0,07	26,63	0,08	27,18	0,08	28,00	0,08	1,37***	1,05
Intensiv	30,14	0,07	29,07	0,09	30,14	0,08	31,21	0,08	2,15***	1,07
3. Laktation										
Gesamt	-	-	27,09	0,13	27,81	0,12	28,73	0,13	1,64***	1,06
Ökologisch	25,29	0,22	24,47	0,39	24,90	0,33	26,49	0,36	2,03***	1,08
Extensiv	25,49	0,09	24,90	0,11	25,51	0,10	26,05	0,11	1,14***	1,05
Mittel	28,89	0,09	28,18	0,11	28,93	0,10	29,58	0,11	1,40***	1,05
Intensiv	31,85	0,09	30,83	0,11	31,89	0,10	32,81	0,11	1,98***	1,06

*** hoch signifikante Unterschiede

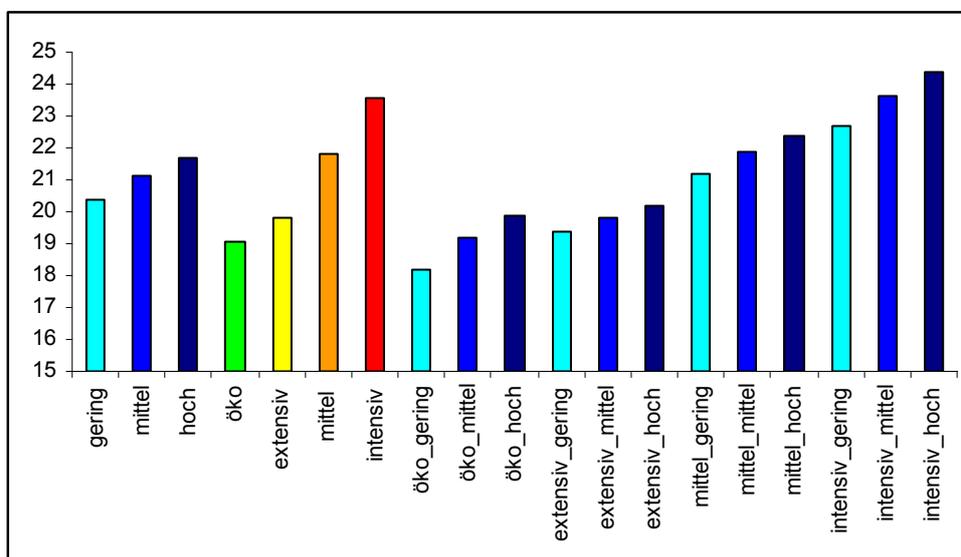


Abb. 9: Milchkilogramm des ersten Probemelkens in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität

Tab. 15: Fettprozent in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität (erstes Probemelken)

Milchwert des Vaters Betriebsintensität	Gesamt		Gering		Mittel		Hoch	
	LSMEAN	s _x						
1. Laktation								
Gesamt			4,10	0,023	4,07	0,022	4,13	0,022
Ökologisch	4,01	0,025	4,02	0,036	3,98	0,029	4,04	0,028
Extensiv	4,15	0,022	4,15	0,022	4,13	0,022	4,19	0,022
Mittel	4,14	0,022	4,14	0,022	4,11	0,022	4,16	0,022
Intensiv	4,11	0,022	4,11	0,022	4,08	0,022	4,14	0,022
2. Laktation								
Gesamt			4,07	0,013	4,00	0,012	4,05	0,012
Ökologisch	3,96	0,020	4,00	0,038	3,92	0,028	3,96	0,028
Extensiv	4,07	0,010	4,10	0,011	4,03	0,010	4,07	0,011
Mittel	4,06	0,010	4,09	0,011	4,02	0,011	4,08	0,011
Intensiv	4,06	0,010	4,08	0,012	4,02	0,011	4,08	0,011
3. Laktation								
Gesamt			4,10	0,018	4,04	0,017	4,11	0,018
Ökologisch	4,02	0,031	4,03	0,055	3,97	0,047	4,07	0,050
Extensiv	4,10	0,013	4,12	0,015	4,06	0,014	4,12	0,016
Mittel	4,09	0,013	4,12	0,016	4,06	0,014	4,11	0,015
Intensiv	4,11	0,013	4,12	0,016	4,06	0,014	4,14	0,015

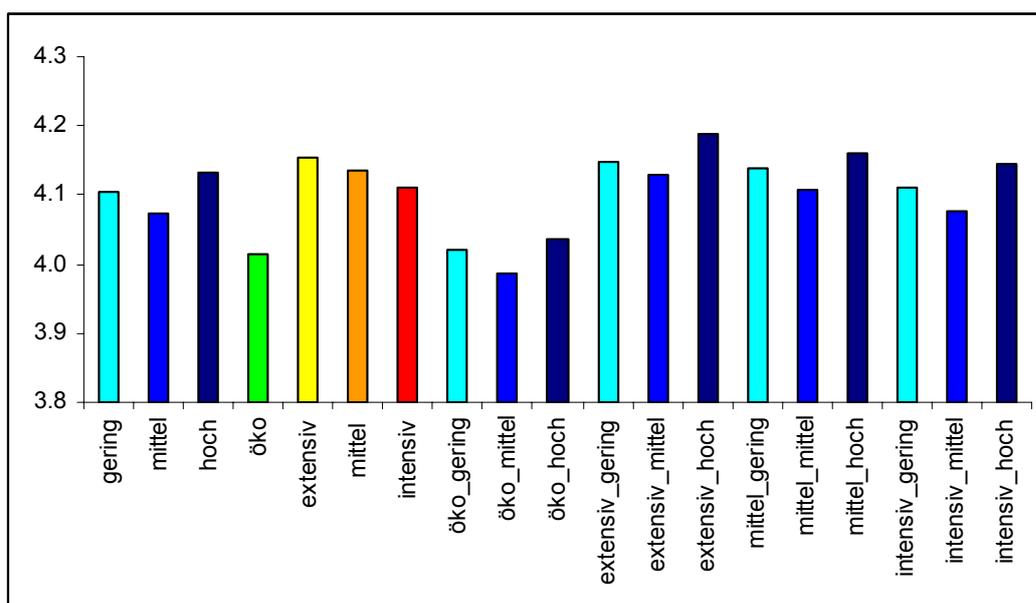


Abb. 10: Fettprozent des ersten Probemelkens in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität

Tab. 16: Eiweißprozent in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität (erstes Probemelken)

Milchwert des Vaters Betriebsintensität	Gesamt		Gering		Mittel		Hoch	
	LSMEAN	s _x						
1. Laktation								
Gesamt			3,19	0,008	3,19	0,008	3,20	0,008
Ökologisch	3,13	0,009	3,14	0,013	3,12	0,011	3,13	0,010
Extensiv	3,16	0,008	3,15	0,008	3,16	0,008	3,16	0,008
Mittel	3,22	0,008	3,21	0,008	3,22	0,008	3,22	0,008
Intensiv	3,26	0,008	3,26	0,008	3,27	0,008	3,27	0,008
2. Laktation								
Gesamt			3,24	0,005	3,26	0,004	3,28	0,004
Ökologisch	3,22	0,008	3,20	0,014	3,22	0,011	3,24	0,011
Extensiv	3,24	0,004	3,22	0,004	3,24	0,004	3,26	0,004
Mittel	3,28	0,004	3,27	0,004	3,28	0,004	3,30	0,004
Intensiv	3,30	0,004	3,29	0,004	3,30	0,004	3,32	0,004
3. Laktation								
Gesamt			3,19	0,007	3,21	0,006	3,24	0,007
Ökologisch	3,19	0,011	3,17	0,020	3,18	0,017	3,22	0,018
Extensiv	3,19	0,005	3,17	0,006	3,18	0,005	3,22	0,006
Mittel	3,22	0,005	3,20	0,006	3,22	0,005	3,24	0,006
Intensiv	3,24	0,005	3,22	0,006	3,24	0,005	3,26	0,005

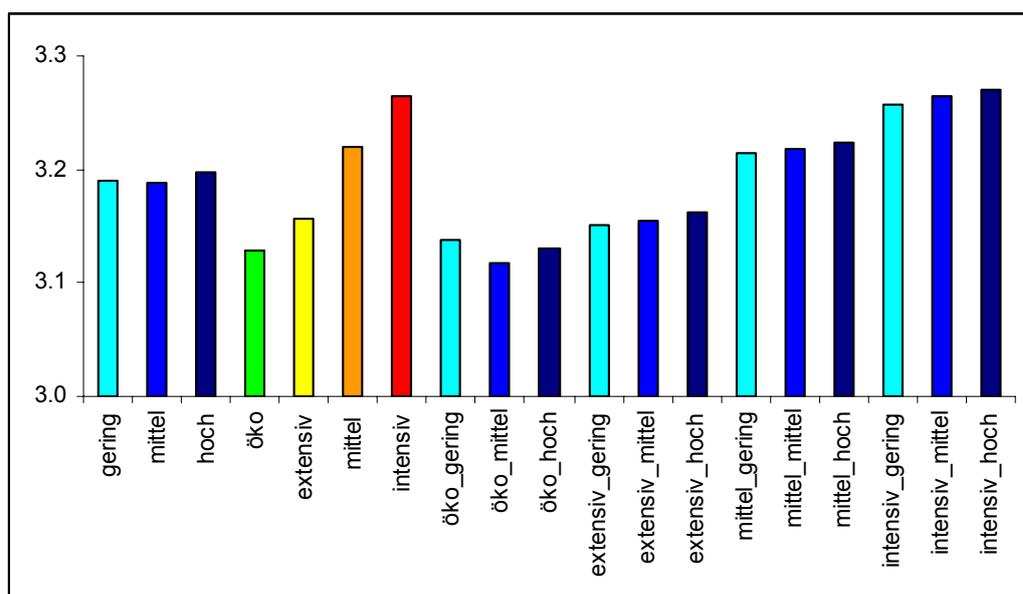


Abb. 11: Eiweißprozent des ersten Probemelkens in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität

4.1.1.2 Laktationsleistungen innerhalb der ersten drei Laktationen

Bei der Milchleistung der ersten drei Laktationen ergibt sich innerhalb der drei Betriebsintensitäten ein ähnliches Bild wie bei den ersten Probemelken (vgl. Abb. 12 und Tab. 17). Abgesehen von der Laktationsleistung von ökologisch und extensiv gehaltenen Kühen, unterscheiden sich die Laktationsleistungen der Kühe in allen anderen Intensitätsstufen und Milchwertklassen signifikant voneinander. Die höchsten Milchleistungen werden in der Interaktionsklasse intensive Betriebe x Töchter von Bullen mit hohen Milchwerten erreicht. Wie bei den Probemelken sind in der Gruppe der intensiven Betriebe auch die größten Unterschiede zwischen Töchtern von Bullen mit hohen Milchwerten und Töchtern von Bullen mit niedrigen Milchwerten zu verzeichnen. Interessant ist, dass die ökologischen Betriebe in der ersten Laktation tendenziell unter den extensiven konventionellen Betrieben liegen, in den weiteren Laktationen aber höhere Milchleistungen aufweisen. Dies gilt insbesondere für die Töchter von Bullen mit mittlerem und hohem Milchleistungspotential.

Betrachtet man die Ergebnisse hinsichtlich der Fett- und Eiweißmenge der ersten drei Laktationen, dann zeigt sich ein der Milchleistung entsprechendes Bild. Die Fett- und Eiweißmenge steigt innerhalb der Betriebsintensitäten und innerhalb der Milchwertklassen, wobei die höchsten Leistungen von milchleistungsstarken Kühen auf intensiven Betrieben erbracht werden. Die niedrigsten Mengen werden auf ökologischen Betrieben erreicht (vgl. Abb. 13, Abb. 14, Tab. 18 und Tab. 19).

Bei den Inhaltsstoffen innerhalb der Laktationen fallen wiederum die sehr niedrigen Gehalte bei den ökologischen Betrieben auf. Während bei den Fettgehalten, mit Ausnahme der ökologischen Betriebe, kaum Unterschiede zwischen den Betriebstypen vorhanden sind, steigt der Eiweißgehalt in allen drei Laktationen von den extensiven hin zu den intensiven Betrieben und von den milchwertschwachen hin zu den milchwertstarken Kühen. Die höchsten Eiweißprozentage werden von Kühen milchwertstarker Väter auf intensiven Betrieben erreicht. Töchter von Bullen mit hohem Milchwert zeigen tendenziell höhere Fettprozentage, die auch in der Interaktion wieder zu finden sind (vgl. Abb. 15, Abb. 16, Tab. 20: und Tab. 21).

Tab. 17: Milchmenge der 1. bis 3. Laktation in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität

Milchwert des Vaters Betriebsintensität	Gesamt		Gering		Mittel		Hoch		Differenzen Hoch – Gering	Quotient Hoch / Gering
	LSMEAN	s _x								
1. Laktation										
Gesamt			5264	12	5469	10	5667	9	403***	1,08
Ökologisch	4950	21	4754	44	4914	31	5182	30	428***	1,09
Extensiv	4958	6	4827	9	4959	7	5089	8	261***	1,05
Mittel	5676	6	5472	9	5690	7	5865	8	392***	1,07
Intensiv	6283	6	6003	10	6313	7	6532	7	529***	1,09
2. Laktation										
Gesamt			5841	19	6044	16	6361	17	520***	1,09
Ökologisch	5568	35	5348	68	5407	53	5949	56	601***	1,11
Extensiv	5404	10	5229	13	5403	12	5581	14	351***	1,07
Mittel	6292	10	6049	14	6296	12	6532	13	483***	1,08
Intensiv	7062	10	6737	15	7070	12	7381	12	643***	1,10
3. Laktation										
Gesamt			5864	166	6126	166	6360	167	496***	1,08
Ökologisch	5527	175	5251	197	5494	192	5836	201	585***	1,11
Extensiv	5448	164	5283	165	5476	165	5584	166	301***	1,06
Mittel	6334	164	6083	165	6350	165	6570	166	487***	1,08
Intensiv	7159	164	6840	165	7186	165	7450	165	611***	1,09

*** hoch signifikante Unterschiede

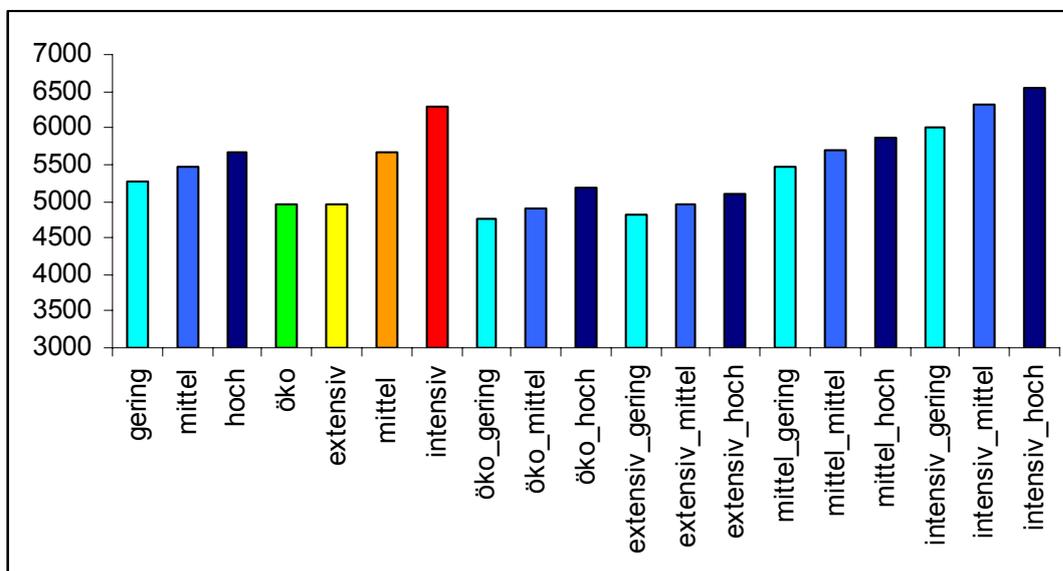


Abb. 12: Laktationsleistung in kg der 1. Laktation in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsleistung

Tab. 18: Fettkilogramm der 1. - 3. Laktation in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität

Milchwert des Vaters Betriebsintensität	Gesamt		Gering		Mittel		Hoch		Differenz Hoch – Gering	Quotient Hoch / Gering
	LSMEAN	s _x								
1. Laktation										
Gesamt			215	0,53	224	0,40	234	0,40	19***	1,09
ökologisch	197	0,89	188	1,86	195	1,31	207	1,28	20***	1,10
extensiv	205	0,26	199	0,37	204	0,31	212	0,34	13***	1,07
Mittel	236	0,27	227	0,40	235	0,32	245	0,33	18***	1,08
intensiv	261	0,27	249	0,41	261	0,31	273	0,32	25***	1,10
2. Laktation										
Gesamt			238	0,82	246	0,67	263	0,71	25***	1,11
ökologisch	221	1,49	211	2,92	214	2,26	239	2,39	28***	1,13
extensiv	223	0,41	214	0,58	222	0,51	232	0,58	18***	1,08
Mittel	260	0,42	249	0,61	259	0,51	272	0,56	23***	1,09
intensiv	292	0,42	278	0,63	291	0,51	307	0,53	29***	1,10
3. Laktation										
Gesamt			246	7,24	258	7,22	272	7,26	26***	1,11
ökologisch	229	7,64	214	8,59	228	8,34	245	8,76	31***	1,14
extensiv	232	7,15	224	7,19	232	7,18	241	7,22	17***	1,08
Mittel	269	7,15	257	7,19	269	7,18	282	7,22	25***	1,10
intensiv	303	7,15	288	7,20	303	7,18	319	7,19	31***	1,11

*** hoch signifikante Unterschiede

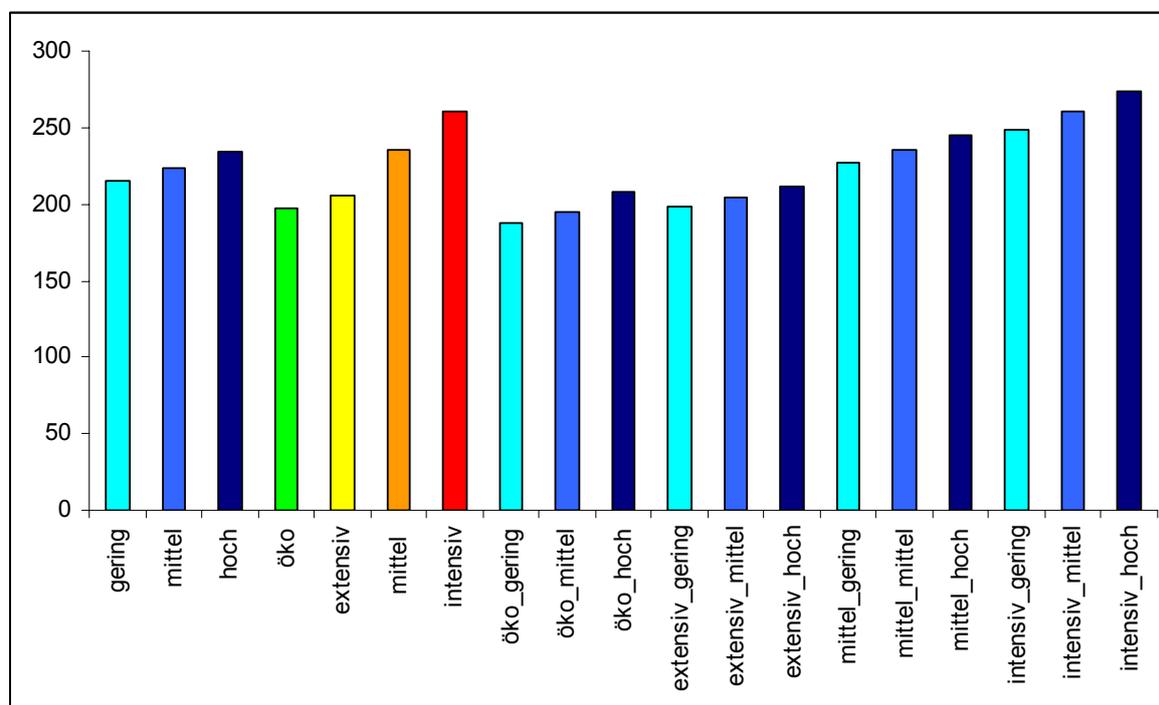


Abb. 13: Fettkilogramm der 1. Laktation in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität

Tab. 19: Eiweißkilogramm der 1.– 3. Laktation in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität

Milchwert des Vaters	Gesamt		Gering		Mittel		Hoch		Differenz	Quotient
Betriebs-Intensität	LSMEAN	s _x	Hoch – Gering	Hoch / Gering						
1. Laktation										
Gesamt			180	0,44	188	0,34	196	0,34	16***	1,09
Ökologisch	163	0,74	156	1,55	162	1,09	172	1,07	16***	1,10
Extensiv	168	0,22	163	0,31	168	0,26	174	0,28	10***	1,06
Mittel	198	0,22	190	0,33	198	0,26	206	0,28	16***	1,08
Intensiv	222	0,22	211	0,34	223	0,26	232	0,26	21***	1,10
2. Laktation										
Gesamt			202	0,67	211	0,55	224	0,58	22***	1,11
Ökologisch	188	1,21	179	2,38	183	1,84	203	1,95	24***	1,13
Extensiv	187	0,34	180	0,47	187	0,41	195	0,47	15***	1,08
Mittel	222	0,34	212	0,50	222	0,41	232	0,46	20***	1,09
Intensiv	252	0,34	239	0,51	252	0,41	265	0,43	26***	1,11
3. Laktation										
Gesamt			199	5,85	210	5,83	221	5,86	22***	1,11
Ökologisch	185	6,17	173	6,94	184	6,74	197	7,08	24***	1,14
Extensiv	185	5,78	177	5,80	186	5,80	191	5,83	14***	1,08
Mittel	220	5,78	209	5,81	220	5,80	230	5,83	21***	1,10
Intensiv	251	5,77	237	5,81	252	5,80	264	5,80	27***	1,11

*** hoch signifikante Unterschiede

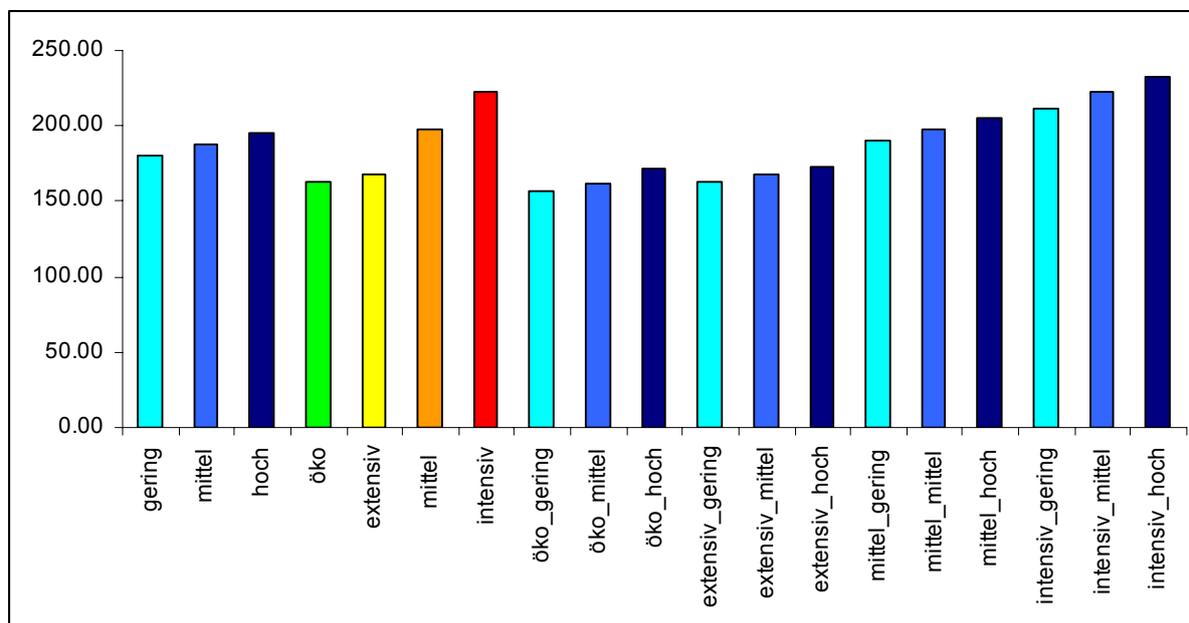


Abb. 14: Eiweißkilogramm der 1. Laktation in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität

Tab. 20: Fettprozent der 1. – 3. Laktation in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität

Milchwert des Vaters Betriebsintensität	Gesamt		Gering		Mittel		Hoch	
	LSMEAN	s _x						
1. Laktation								
Gesamt			4,10	0,005	4,10	0,004	4,15	0,004
Ökologisch	3,98	0,009	3,96	0,019	3,97	0,013	4,02	0,013
Extensiv	4,15	0,003	4,13	0,004	4,13	0,003	4,18	0,003
Mittel	4,17	0,003	4,16	0,004	4,15	0,003	4,19	0,003
Intensiv	4,16	0,003	4,15	0,004	4,14	0,003	4,19	0,003
2. Laktation								
Gesamt			4,08	0,008	4,09	0,006	4,15	0,007
Ökologisch	3,99	0,014	3,95	0,027	3,97	0,021	4,05	0,022
Extensiv	4,14	0,004	4,12	0,005	4,13	0,005	4,18	0,005
Mittel	4,15	0,004	4,13	0,006	4,13	0,005	4,18	0,005
Intensiv	4,15	0,004	4,13	0,006	4,13	0,005	4,18	0,005
3. Laktation								
Gesamt			4,19	0,064	4,23	0,064	4,28	0,064
Ökologisch	4,14	0,067	4,06	0,076	4,15	0,074	4,20	0,077
Extensiv	4,26	0,063	4,23	0,063	4,24	0,063	4,32	0,064
Mittel	4,27	0,063	4,23	0,063	4,26	0,063	4,31	0,064
Intensiv	4,27	0,063	4,24	0,063	4,25	0,063	4,31	0,063

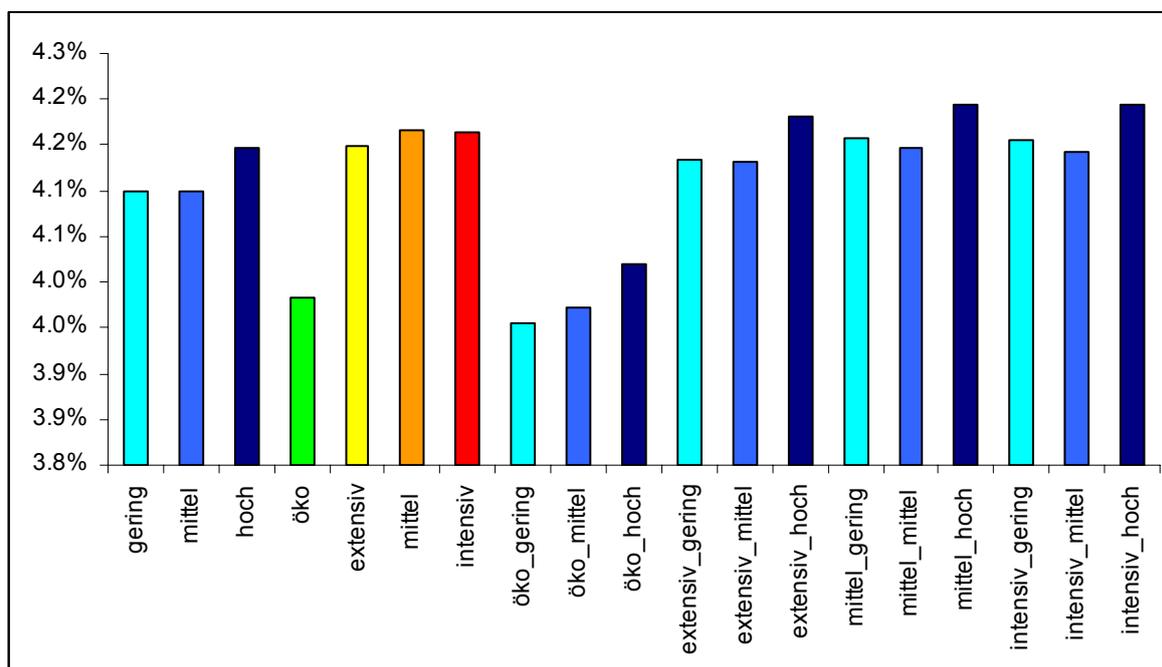


Abb. 15: Fettprozent innerhalb der ersten Laktation in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität

Tab. 21: Eiweißprozent der 1. – 3. Laktation in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität

Milchwert des Vaters	Gesamt		Gering		Mittel		Hoch	
Betriebsintensität	LSMEAN	s _x						
1. Laktation								
Gesamt			3,42	0,003	3,43	0,002	3,45	0,002
ökologisch	3,30	0,005	3,29	0,010	3,31	0,007	3,32	0,007
extensiv	3,40	0,001	3,39	0,002	3,40	0,002	3,41	0,002
mittel	3,49	0,001	3,48	0,002	3,49	0,002	3,51	0,002
intensiv	3,54	0,001	3,53	0,002	3,54	0,002	3,56	0,002
2. Laktation								
Gesamt			3,47	0,004	3,50	0,003	3,52	0,003
ökologisch	3,39	0,007	3,35	0,014	3,40	0,011	3,42	0,011
extensiv	3,47	0,002	3,45	0,003	3,47	0,002	3,50	0,003
mittel	3,54	0,002	3,52	0,003	3,54	0,002	3,57	0,003
intensiv	3,57	0,002	3,55	0,003	3,57	0,002	3,59	0,003
3. Laktation								
Gesamt			3,40	0,032	3,44	0,032	3,47	0,032
ökologisch	3,35	0,034	3,31	0,038	3,36	0,037	3,38	0,039
extensiv	3,41	0,032	3,37	0,032	3,41	0,032	3,44	0,032
mittel	3,47	0,032	3,45	0,032	3,47	0,032	3,50	0,032
intensiv	3,51	0,032	3,47	0,032	3,50	0,032	3,55	0,032

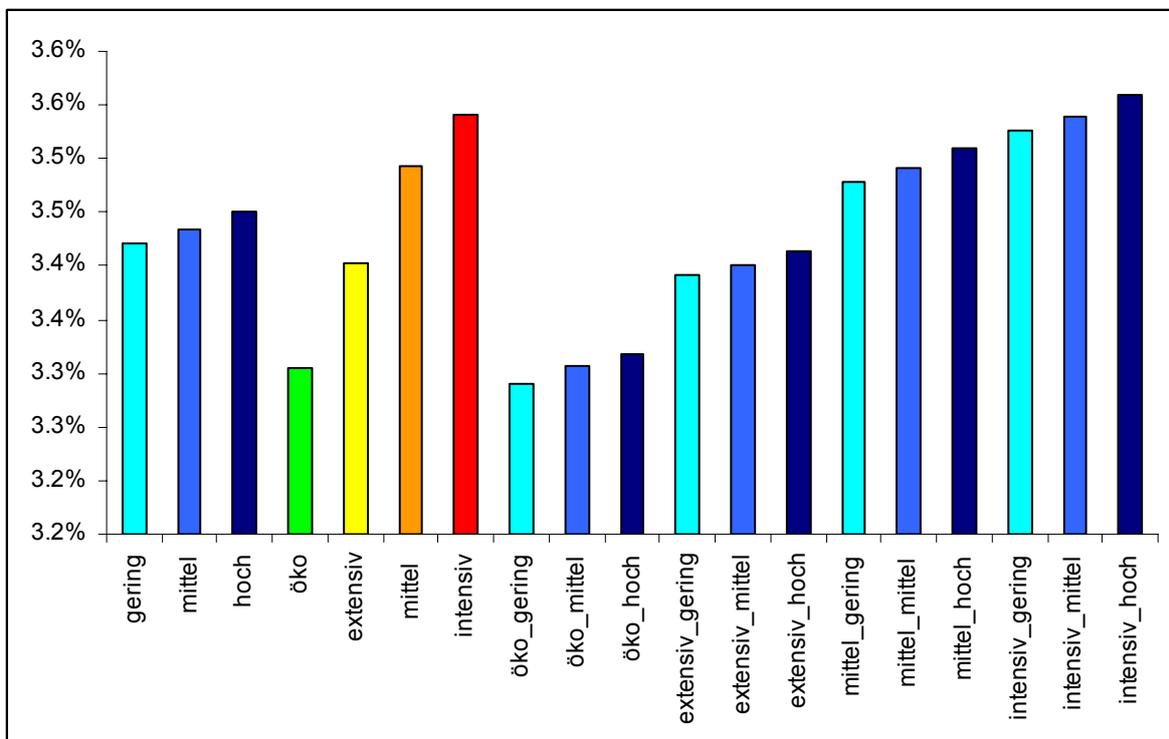


Abb. 16: Eiweißprozent innerhalb der ersten Laktation in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität

4.1.1.3 Entwicklung der Milchleistung in den ersten drei Laktationen

Abb. 17 zeigt die Milchleistung in der ersten, zweiten und dritten Laktation. Die Leistung von der ersten zur zweiten Laktation nimmt in den unterschiedlichen Klassen unterschiedlich stark zu (vgl. Tab. 22) mit steigender Intensität oder steigendem Milchwert nimmt auch die Leistungssteigerung zu. Dies ist auch in den Interaktionsklassen zu beobachten. Auffällig ist, dass ökologisch und intensiv gehaltene Kühe eine hohe Leistungssteigerung aufweisen, während sich extensiv gehaltene Tiere weniger stark steigern. Zwischen der zweiten und der dritten Laktation sind nur geringe Unterschiede zu verzeichnen.

Tab. 22: Steigerung der Laktationsleistung in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität (Milchkilogramm)

	1. Laktation	2. Laktation	3. Laktation	1. auf 2. (%)	2. auf 3. (%)
Gering	5264	5841	5864	11	0
Mittel	5469	6044	6126	11	1
Hoch	5667	6361	6360	12	0
Ökologisch	4950	5568	5527	12	-1
Extensiv	4958	5404	5448	9	1
Mittel	5676	6292	6334	11	1
Intensiv	6283	7062	7159	12	1
öko_gering	4754	5348	5251	12	-2
öko_mittel	4914	5407	5494	10	2
öko_hoch	5182	5949	5836	15	-2
extensiv_gering	4827	5229	5283	8	1
extensiv_mittel	4959	5403	5476	9	1
extensiv_hoch	5089	5581	5584	10	0
mittel_gering	5472	6049	6083	11	1
mittel_mittel	5690	6296	6350	11	1
mittel_hoch	5865	6532	6570	11	1
intensiv_gering	6003	6737	6840	12	2
intensiv_mittel	6313	7070	7186	12	2
intensiv_hoch	6532	7381	7450	13	1

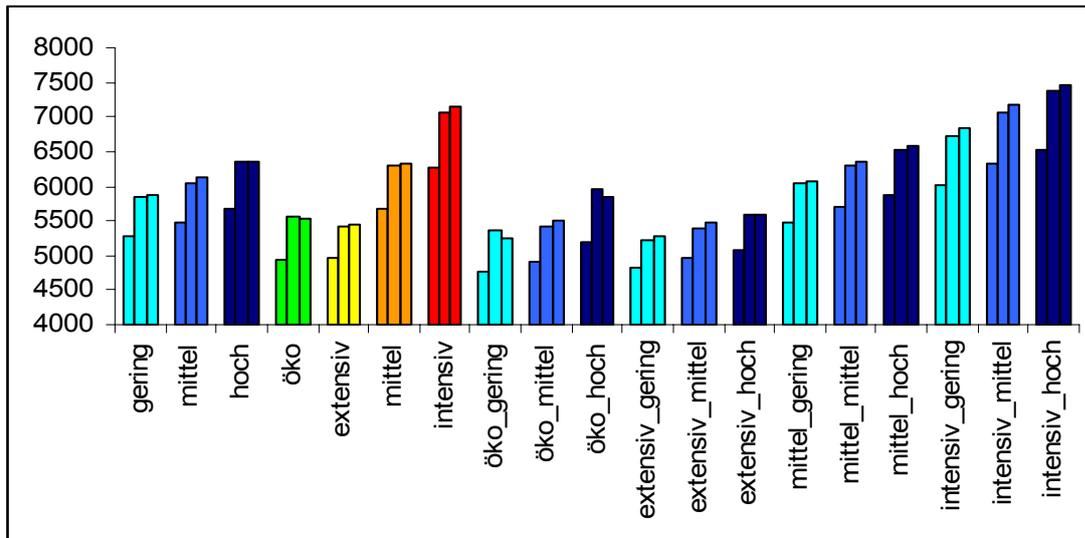


Abb. 17: Steigerung der Laktationsleistung von der 1. bis zur 3. Laktation

Betrachtet man die Entwicklung der Fettkilogramm, dann fällt auf, dass die Steigerung von der ersten auf die zweite Laktation der Steigerung bei der Milchmenge entspricht. Im Gegensatz dazu kommt es von der zweiten auf die dritte Laktation zu einer weiteren Steigerung, die je nach Interaktionsklasse 1-7 % beträgt. Die Steigerung der Eiweißmenge von der ersten auf die zweite Laktation ist höher als bei der Milch- und Fettmenge. Allerdings kommt es hin zur dritten Laktation zu einem tendenziellen Abfall.

Tab. 23: Steigerung der Laktationsleistung in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität (Fettkilogramm)

	1. Laktation	2. Laktation	3. Laktation	1. auf 2. (%)	2. auf 3. (%)
Gering	215	238	246	11	3
Mittel	224	246	258	10	5
Hoch	234	263	272	12	3
Ökologisch	197	221	229	12	4
Extensiv	205	223	232	9	4
Mittel	236	260	269	10	3
Intensiv	261	292	303	12	4
öko_gering	188	211	214	12	1
öko_mittel	195	214	228	10	7
öko_hoch	207	239	245	15	3
extensiv_gering	199	214	224	8	5
extensiv_mittel	204	222	232	9	5
extensiv_hoch	212	232	241	9	4
mittel_gering	227	249	257	10	3
mittel_mittel	235	259	269	10	4
mittel_hoch	245	272	282	11	4
intensiv_gering	249	278	288	12	4
intensiv_mittel	261	291	303	11	4
intensiv_hoch	273	307	319	12	4

Tab. 24: Steigerung der Laktationsleistung in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität (Eiweißkilogramm)

	1. Laktation	2. Laktation	3. Laktation	1. auf 2. (%)	2. auf 3. (%)
Gering	180	202	199	12	-1
Mittel	188	211	210	12	0
Hoch	196	224	221	14	-1
Ökologisch	163	188	185	15	-2
Extensiv	168	187	185	11	-1
Mittel	198	222	220	12	-1
Intensiv	222	252	251	14	0
öko_gering	156	179	173	15	-3
öko_mittel	162	183	184	13	1
öko_hoch	172	203	197	18	-3
Extensiv_gering	163	180	177	10	-2
Extensiv_mittel	168	187	186	11	-1
Extensiv_hoch	174	195	191	12	-2
mittel_gering	190	212	209	12	-1
mittel_mittel	198	222	220	12	-1
mittel_hoch	206	232	230	13	-1
Intensiv_gering	211	239	237	13	-1
Intensiv_mittel	223	252	252	13	0
Intensiv_hoch	232	265	264	14	0

4.1.1.4 Laktationskurven bei unterschiedlicher Leistungsveranlagung und Betriebsintensität

Abb. 18 verdeutlicht die Unterschiede der Milchleistung von Kühen unter den verschiedenen Betriebsintensitäten anhand ihrer Laktationskurven in der ersten Laktation.

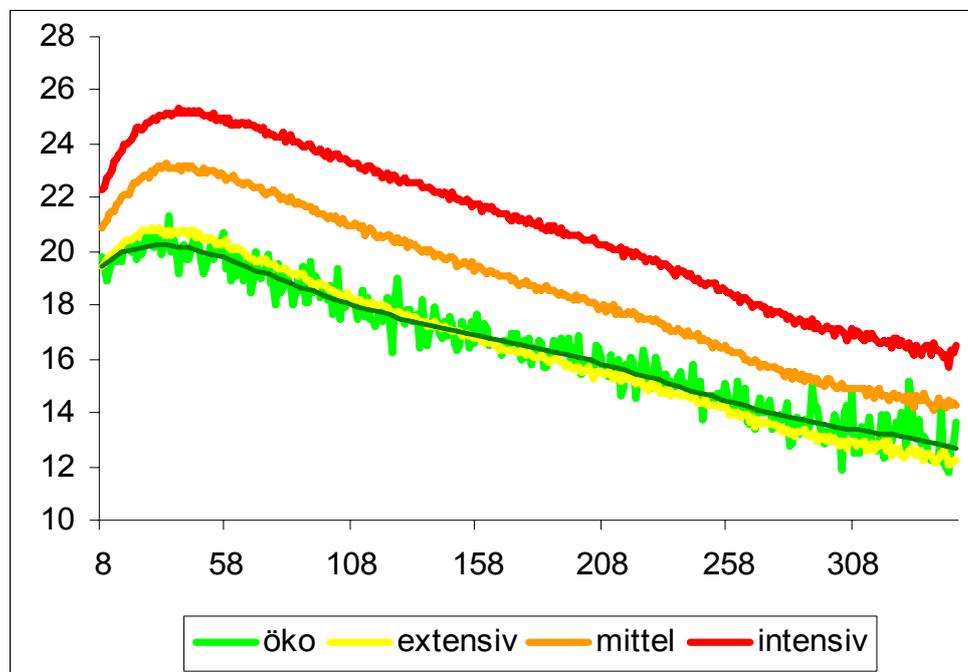


Abb. 18: Verlauf der Laktationskurven der 1. Laktation innerhalb der Intensitätsstufen

Es zeigt sich, dass die Kühe mit zunehmender Betriebsintensität deutlich höher einsetzen und die Laktationskurven im ersten Laktationsabschnitt steiler ansteigen. Nach dem Leistungsmaximum verlaufen alle Kurven in etwa parallel zu einander. „Ökologische“ und „extensive“ Laktationskurven verlaufen auf gleichem Niveau, wobei die Kurve ökologisch gehaltener Kühe weniger hoch einsetzt, dafür aber etwas langsamer abfällt.

In Abb. 19 sind die Laktationskurven in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters in den verschiedenen Betriebsintensitäten dargestellt.

Unter extensiven Bedingungen verlaufen die Laktationskurven von Kühen mit unterschiedlicher Leistungsveranlagung sehr ähnlich. Sie setzen relativ niedrig ein, steigen leicht an und fallen nach dem Laktationsmaximum leicht ab. Die Kurven von Kühen unterschiedlicher Leistungsveranlagung verlaufen anschließend fast parallel zueinander.

Da nur eine geringe Zahl von ökologisch gehaltenen Kühen vorliegt, verzerren Ausreißer die Abbildung der Laktationskurve. Die gemittelten Laktationskurven ähneln denen der extensiv gehaltenen Tiere. Es zeigen sich flache und fast parallele Laktationskurven, jedoch liegen die Kurven im Niveau weiter auseinander als die der extensiv gehaltenen Tiere. Töchter von Bullen mit höherem Milchleistungsniveau unterscheiden sich auf ökologischen Betrieben deutlich stärker von Töchtern mit genetisch niedrigem Milchleistungsniveau als dies unter extensiven Bedingungen der Fall ist.

Mit steigender Intensität ist ein größerer Unterschied in Abhängigkeit vom genetischen Milchleistungsniveau zu erkennen. Intensiv gehaltene Kühe mit unterschiedlicher Leistungsveranlagung setzen zwar auf ähnlichem Niveau ein, die Milchleistung von

Kühen mit hohem Milchwert des Vaters zeigt jedoch einen deutlich stärkeren Anstieg als die der Töchter von Bullen mit geringeren Milchwerten. Das Laktationsmaximum liegt deutlich höher. Nach dem Maximum fallen alle Kurven mit fast gleicher Steigung ab.

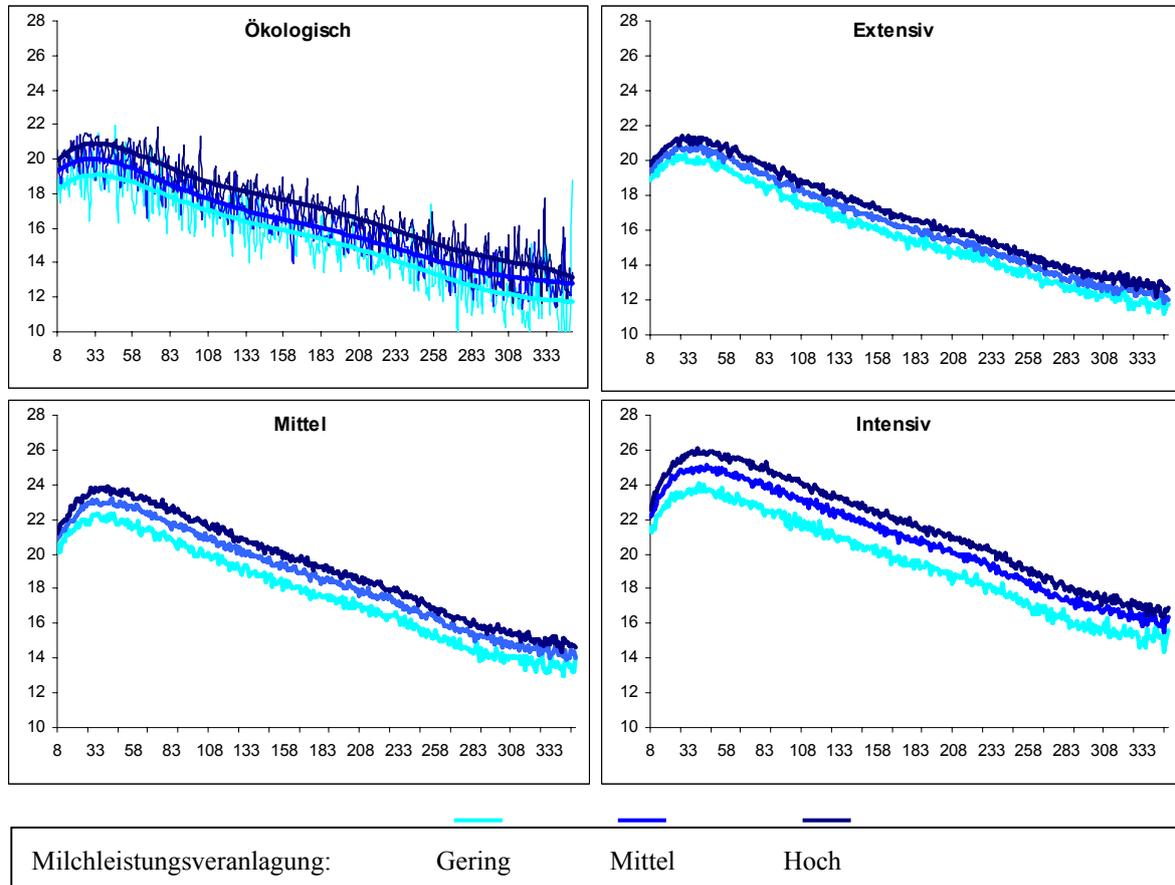


Abb. 19: Laktationskurven differenziert nach Milchleistungsveranlagung und Betriebsintensität

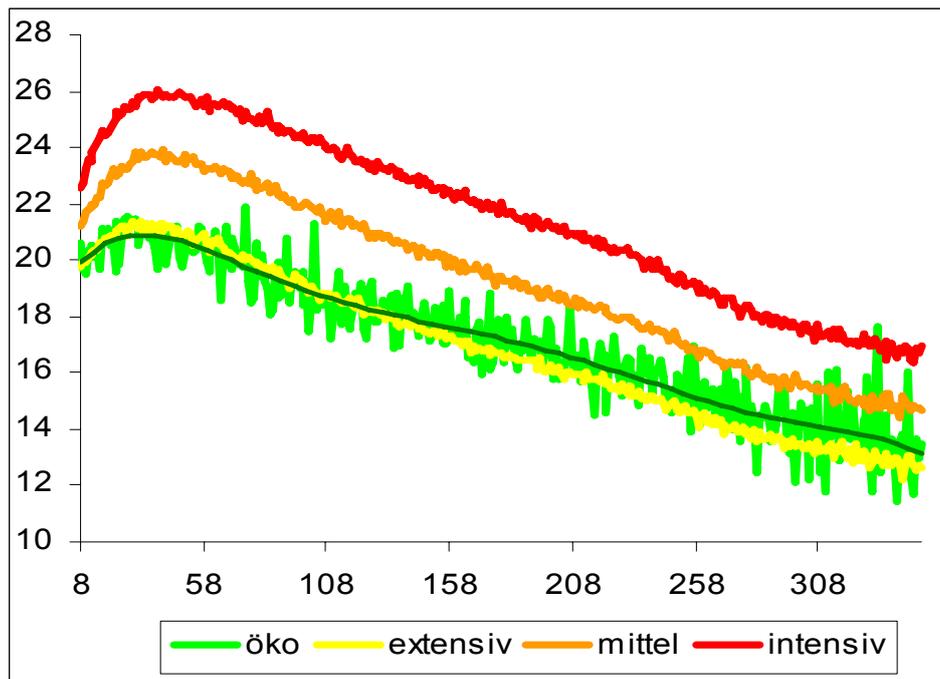


Abb. 20: Laktationskurven von Bullen mit hoher Milchleistungsveranlagung innerhalb der unterschiedlichen Betriebsintensitäten

Besonders interessant sind in diesem Zusammenhang die Laktationskurven der Töchter mit hoher Leistungsveranlagung in den verschiedenen Intensitätsstufen (vgl. Abb. 20). Unter intensiven Bedingungen zeigen diese Kühe ihr volles Leistungspotential: Sie setzen hoch ein, die Milchleistung steigt stark an und fällt dann leicht ab. Unter extensiven Bedingungen setzen hoch veranlagte Kühe weniger hoch ein, die Milchleistung steigt dann nicht so stark an und fällt mit der gleichen Steigung ab, wie unter intensiven Bedingungen. Ökologisch gehaltene Kühe zeigen etwas geringere Einsatzleistungen als extensiv gehaltene und einen etwas flacheren Verlauf zum Ende der Laktation.

Im Folgenden wird der Laktationsverlauf durch eine kubische Regression dargestellt. Da das Bestimmtheitsmaß, mit Ausnahme der Kurven der ökologischen Betriebe, meist über 90 % liegt, beschreiben diese Regressionen den Laktationsverlauf mit ausreichender Genauigkeit. Aufgrund des geringen Datenumfangs, wird bei ökologisch gehaltenen Kühen auf die Darstellung der Ergebnisse der Interaktionsklassen verzichtet.

Im Bereich des 8. bis 60. Laktationstags lässt sich die Laktationskurve durch eine Regression 3. Grades (vgl. Tab. 25), vom 61. bis 305. Tag durch eine lineare Regression (vgl. Tab. 26) beschreiben. Alle Regressionen sind hochsignifikant.

Tab. 25: Regressionskoeffizienten der Regressionskurven dritten Grades für den Laktationsverlauf vom 8. bis zum 60. Tag

gering	y=	18,5	+	0,23	x	-	0,005	x ²	+	0,00003	x ³	R ² =	0,953
mittel	y=	18,9	+	0,27	x	-	0,006	x ²	+	0,00004	x ³	R ² =	0,987
hoch	y=	19,4	+	0,28	x	-	0,006	x ²	+	0,00003	x ³	R ² =	0,991
ökologisch	y=	18,2	+	0,17	x	-	0,004	x ²	+	0,00003	x ³	R ² =	0,246
extensiv	y=	18,2	+	0,19	x	-	0,004	x ²	+	0,00003	x ³	R ² =	0,952
mittel	y=	19,1	+	0,25	x	-	0,005	x ²	+	0,00003	x ³	R ² =	0,987
intensiv	y=	20,2	+	0,31	x	-	0,006	x ²	+	0,00004	x ³	R ² =	0,992
extensiv_gering	y=	17,7	+	0,19	x	-	0,005	x ²	+	0,00003	x ³	R ² =	0,782
extensiv_mittel	y=	18,2	+	0,18	x	-	0,004	x ²	+	0,00002	x ³	R ² =	0,888
extensiv_hoch	y=	18,5	+	0,19	x	-	0,004	x ²	+	0,00002	x ³	R ² =	0,890
mittel_gering	y=	18,7	+	0,22	x	-	0,004	x ²	+	0,00003	x ³	R ² =	0,887
mittel_mittel	y=	19,0	+	0,25	x	-	0,005	x ²	+	0,00003	x ³	R ² =	0,964
mittel_hoch	y=	19,5	+	0,26	x	-	0,005	x ²	+	0,00003	x ³	R ² =	0,969
intensiv_gering	y=	19,6	+	0,25	x	-	0,005	x ²	+	0,00003	x ³	R ² =	0,936
intensiv_mittel	y=	20,0	+	0,32	x	-	0,007	x ²	+	0,00004	x ³	R ² =	0,979
intensiv_hoch	y=	20,6	+	0,32	x	-	0,006	x ²	+	0,00003	x ³	R ² =	0,984

Tab. 26: Regegressionskoeffizienten der linearen Regressionsgeraden für den Laktationsverlauf vom 60. bis zum 305. Tag

gering	y=	22,80	-	0,030	R ² =	0,995
mittel	y=	24,04	-	0,031	R ² =	0,997
hoch	y=	25,15	-	0,032	R ² =	0,997
ökologisch	y=	20,83	-	0,029	R ² =	0,994
extensiv	y=	21,48	-	0,029	R ² =	0,994
mittel	y=	24,47	-	0,032	R ² =	0,997
intensiv	y=	26,89	-	0,033	R ² =	0,997
extensiv_gering	y=	20,66	-	0,028	R ² =	0,988
extensiv_mittel	y=	21,40	-	0,029	R ² =	0,993
extensiv_hoch	y=	21,99	-	0,029	R ² =	0,993
mittel_gering	y=	23,26	-	0,031	R ² =	0,992
mittel_mittel	y=	24,29	-	0,031	R ² =	0,996
mittel_hoch	y=	25,13	-	0,032	R ² =	0,996
intensiv_gering	y=	25,11	-	0,031	R ² =	0,990
intensiv_mittel	y=	26,62	-	0,032	R ² =	0,995
intensiv_hoch	y=	27,67	-	0,033	R ² =	0,995

Zur besseren Charakterisierung der Laktationskurve wurden in Tab. 27 sieben aussagekräftige Kenngrößen aus den Regressionen abgeleitet. Es sind dies die Milchleistung am 8. und 14. sowie am 61. und 305. Laktationstag sowie das Maximum der Laktationskurve mit dem entsprechenden Laktationstag. Hieraus wurden die Steigungen der Laktationskurve zwischen dem 8. und 14. Laktationstag, zwischen dem 8. Laktationstag und dem Laktationsmaximum und zwischen Laktationsmaximum und 305. Laktationstag berechnet.

Betrachtet man die Kennwerte innerhalb der Intensitätsstufen und Milchwertklassen, so stellt man fest, dass sowohl mit steigendem Milchleistungsniveau als auch mit steigender Intensität, die Einsatzleistungen, die Steigerungen bis zum Laktationsmaximum und auch

die Milchleistung am 305. Laktationstag, also die Milchleistung beim Trockenstellen, steigen.

Hierbei sind die Unterschiede zwischen den Intensitätsstufen stärker ausgeprägt als zwischen den unterschiedlichen Milchleistungsvarianten. Die niedrigste Steigerungsrate bis zum Laktationsmaximum aber auch den geringsten Rückgang im weiteren Laktationsverlauf weisen wiederum die ökologischen Betriebe auf.

Tab. 27: Kennwerte des Laktationsverlaufs innerhalb der Milchleistungsvarianten, der Intensitätsstufen und deren Interaktionen

	Gering	Mittel	Hoch	Ökologisch	Extensiv	Mittel	Intensiv
Laktationstag 8	20,0 kg	20,7 kg	21,3 kg	19,3 kg	19,4 kg	20,8 kg	22,3 kg
Laktationstag 14	20,8 kg	21,6 kg	22,3 kg	19,8 kg	20,1 kg	21,7 kg	23,4 kg
Maximum	21,9 kg	22,9 kg	23,8 kg	20,3 kg	20,8 kg	23,1 kg	25,2 kg
Laktationstag des Maximums =	37	37	39	30	33	38	40
Laktationstag 61	21,0 kg	22,2 kg	23,2 kg	19,3 kg	19,7 kg	22,5 kg	24,9 kg
Laktationstag 305	13,6 kg	14,7 kg	15,5 kg	13,3kg	12,7 kg	14,9 kg	17,0 kg
Differenz Max – 305	8,3 kg	8,2 kg	8,3 kg	7,0kg	8,1 kg	8,2 kg	8,2 kg
Steigung (kg/Tag)							
- 8. bis 14.Tag	0,116	0,133	0,145	0,07	0,090	0,132	0,161
- 8. Tag bis zum Laktationsmaximum	0,065	0,076	0,082	0,04	0,054	0,076	0,090
- 60. bis 305. Tag	-0,030	-0,031	-0,031	-0,024	-0,029	-0,031	-0,032

	Extensiv			Mittel			Intensiv		
	Gering	Mittel	Hoch	Gering	Mittel	Hoch	Gering	Mittel	Hoch
Laktationstag 8	18,9	19,4	19,7	20,2	20,7	21,2	21,3	22,1	22,7
Laktationstag 14	19,5	20	20,4	21	21,7	22,2	22,3	23,2	23,9
Maximum	20,1	20,7	21,2	22,1	23,1	23,7	23,7	24,9	26
Laktationstag =	29	33	34	36	40	40	39	39	42
Laktationstag 61	18,9	19,6	20,2	21,4	22,4	23,2	23,2	24,7	25,6
Laktationstag 305	12,1	12,6	13,1	13,9	14,8	15,4	15,7	16,8	17,5
Differenz Max – 305	8,0	8,1	8,1	8,2	8,3	8,3	8,0	8,1	8,5
Steigung (kg/Tag)									
- 8. bis 14.Tag	0,086	0,087	0,094	0,114	0,131	0,138	0,133	0,163	0,170
- 8. Tag bis zum Laktationsmaximum	0,055	0,052	0,057	0,068	0,073	0,079	0,077	0,090	0,094
- 60. bis 305. Tag	-0,028	-0,029	-0,029	-0,031	-0,031	-0,032	-0,031	-0,032	-0,033

Die getrennte Betrachtung der Laktationskurven unter extensiven und intensiven Bedingungen zeigt, dass der Milchleistungsanstieg unter extensiven Bedingungen in allen Milchwertklassen vergleichsweise niedrig ist (ca. 0,09kg/Tag). Das Laktationsmaximum liegt je nach Milchleistungsvariante zwischen dem 29. und 34. Laktationstag, wobei der Abfall nach dem 60. Laktationstag mit ca. 0,03kg/Tag in etwa gleich ist. Vergleicht man die Parameter extensiv gehaltener Kühe mit denen auf ökologisch geführten Betrieben, stellt man fest, dass die Ergebnisse auf ökologischen Betrieben bei den meisten Kennwerten denen von Kühen mit mittlerem Milchleistungsvermögen auf extensiven Betrieben ähneln. Eine Ausnahme bilden der deutlich niedrigere Abfall ab dem

60. Laktationstag und die damit verbundene höhere Milchleistung zum Zeitpunkt des Trockenstellens.

Mit steigender Betriebsintensität und Milchleistungsveranlagung verlaufen die Laktationskurven bis zum Laktationsmaximum deutlich steiler, wobei die höchsten Werte bei hohem Milchwert unter intensiven Bedingungen erreicht werden. Vergleicht man mittlere und intensive Betriebsintensität stellt man fest, dass die Laktationskurven von Kühen mit hohem Milchleistungsvermögen bei mittlerer Betriebsintensität fast identisch mit den Kurven von Kühen mit niedrigem Milchleistungsvermögen unter intensiven Bedingungen verlaufen. Dies zeigt, dass die Form der Laktationskurve im Zusammenspiel zwischen Milchleistungsveranlagung und entsprechender Fütterung und Haltung zu sehen ist.

Nach dem allgemeinen Verständnis entsprechen dabei die Laktationskurven von Kühen mit hoher Milchleistungsveranlagung unter intensiven Bedingungen am wenigsten dem Idealbild einer physiologischen Laktationskurve. Diese Kühe setzen am höchsten ein, haben den stärksten Leistungsanstieg bis zum Laktationsmaximum und fallen nach dem Maximum, das mit 42 Tagen am spätesten liegt, am stärksten ab. Aufgrund der noch hohen Leistung von 17,5 kg am 305. Laktationstag ist die Differenz zwischen Maximum und 305. Tag mit 8,5 kg aber nur geringfügig höher als in den übrigen Interaktionsklassen.

4.1.2 Eutergesundheit: Zellzahl

Vor der Auswertung wurden die Zellzahlen transformiert, um zu vermeiden, dass Ausreißer mit extrem hohen Zellzahlen das Ergebnis verfälschen. Dabei wurde folgende Formel verwendet:

$$\text{SCS} = \log_2 (\text{Zellzahl} / 100\,000) + 3.$$

SCS = somatic cell score. Eine Zellzahl von 25 000 entspricht einem SCS von 1, eine Zellzahl von 50 000 einem SCS von 2, eine Zellzahl von 100 000 einem SCS von 3, usw.

Wie erwartet steigt die Zellzahl von der ersten zu den weiteren Laktationen. In allen drei Laktationen sinkt die Zellzahl mit steigender Betriebsintensität, wobei die Unterschiede zwischen den Intensitätsstufen in den späteren Laktationen unterschiedlich stark ausfallen. Ökologisch gehaltene Kühe weisen in der ersten Laktation den niedrigsten Zellgehalt, der geringer als der Zellgehalt konventionell gehaltener Kühe ist, auf. In der zweiten und dritten Laktation steigt die Zellzahl steil an, so dass die Zellzahlen dann höher liegen als die ihrer konventionell gehaltenen Artgenossen (vgl. Abb. 22, Tab. 28).

Tab. 28: Logarithmierte Zellzahl in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität

Milchwert des Vaters Betriebsintensität	Gesamt		Gering		Mittel		Hoch	
	LSMEAN	s _x						
1. Laktation								
Gesamt			2,00	0,051	1,98	0,050	2,04	0,050
ökologisch	1,94	0,057	1,95	0,082	1,89	0,066	1,97	0,063
extensiv	2,07	0,049	2,05	0,050	2,04	0,049	2,13	0,049
mittel	2,03	0,049	2,02	0,050	2,02	0,049	2,06	0,049
intensiv	1,99	0,049	1,99	0,050	1,98	0,049	1,99	0,049
2. Laktation								
Gesamt			2,18	0,03	2,07	0,03	2,12	0,03
ökologisch	2,28	0,05	2,40	0,09	2,21	0,07	2,22	0,07
extensiv	2,26	0,02	2,27	0,03	2,21	0,02	2,28	0,03
mittel	2,04	0,02	2,07	0,03	1,99	0,02	2,07	0,03
intensiv	1,92	0,02	1,96	0,03	1,88	0,02	1,92	0,02
3. Laktation								
Gesamt			2,34	0,04	2,34	0,04	2,41	0,04
ökologisch	2,60	0,07	2,48	0,13	2,66	0,11	2,66	0,12
extensiv	2,49	0,03	2,51	0,04	2,41	0,03	2,55	0,04
mittel	2,26	0,03	2,24	0,04	2,21	0,03	2,32	0,04
intensiv	2,11	0,03	2,12	0,04	2,09	0,03	2,13	0,04

Der Einfluss der Milchleistungsveranlagung auf die Zellzahl lässt sich nicht eindeutig erklären. Tendenziell haben Töchter von Bullen mit mittleren Milchwerten die geringsten Zellzahlen. Dies ist jedoch in den unterschiedlichen Umwelten unterschiedlich stark ausgeprägt. Unter intensiven Bedingungen scheint das genetische Niveau in Milch einen geringen Einfluss zu haben. Kühe aus unterschiedlichen Milchwertklassen haben ähnliche Zellzahlen. Hingegen zeigen sich in weniger intensiven Umwelten größere Unterschiede in Abhängigkeit vom Milchleistungsniveau. Diese Kompensation ist vermutlich auf das Management zurück zu führen.

Abb. 21 und Abb. 22 verdeutlichen den Unterschied zwischen der ersten und den weiteren Laktation.

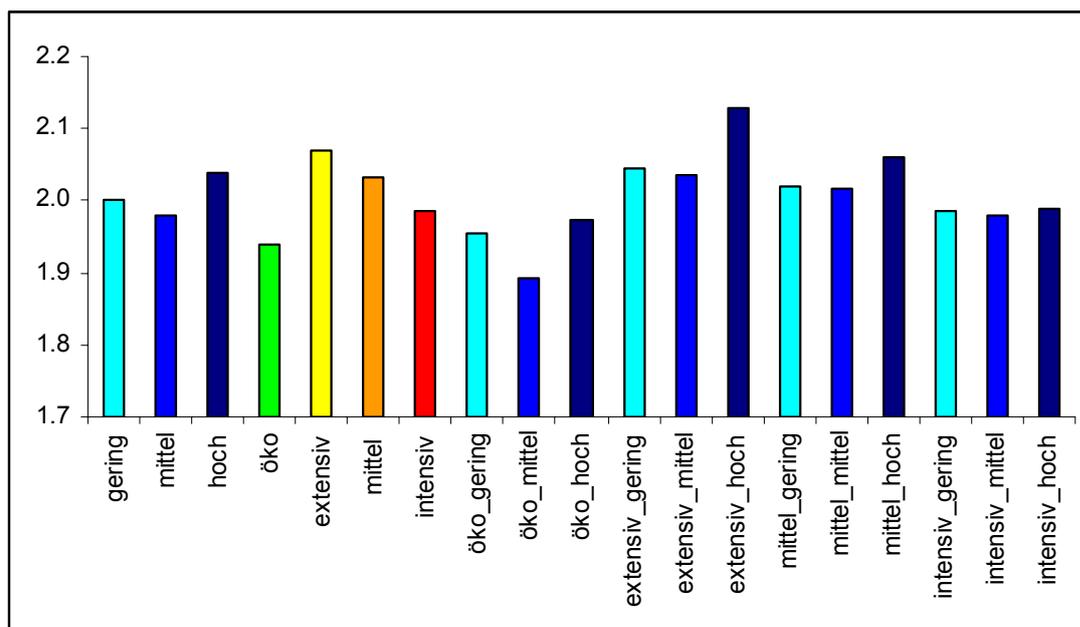


Abb. 21: Logarithmierte Zellzahl des ersten Probemelkens (erste Laktation)

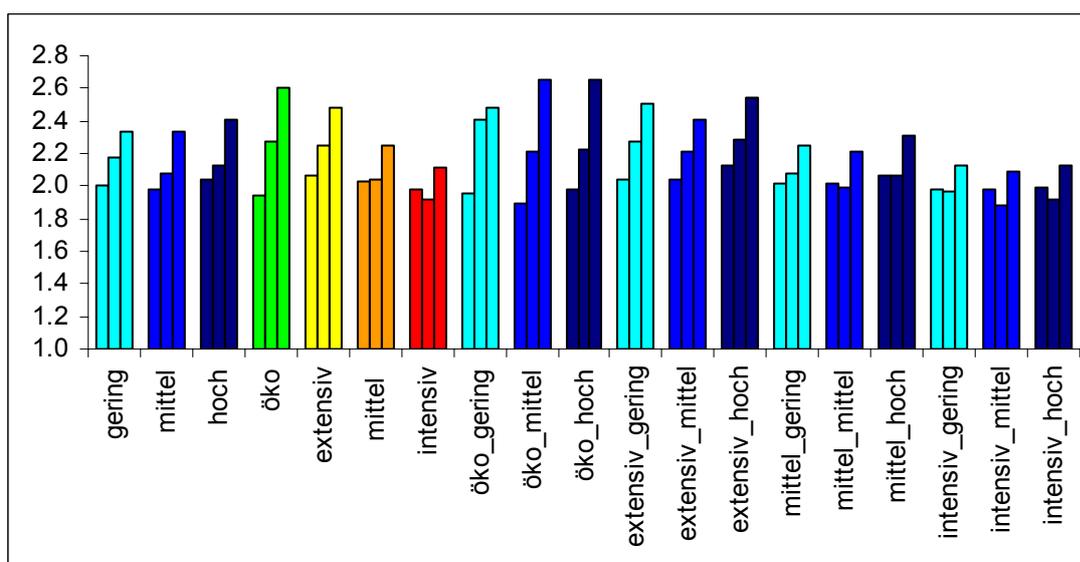


Abb. 22: Logarithmierte Zellzahl des ersten Probemelkens (1. – 3. Laktation)

4.1.3 Nutzungsdauer: Langlebigkeit

Als Kenngröße für die Langlebigkeit wurde die Abgangsrate nach dem 1. Kalb berechnet. Um sicherzustellen, dass die 1. Laktation abgeschlossen ist, und dass bei Nichtabgang eine 2. Laktation vorliegen muss, wurden nur Kühe, die ein Probemelken vor dem 01.09.2003 aufweisen, in die Untersuchungen einbezogen.

In Abb. 23 und Tab. 29 ist der Anteil Kühe dargestellt, der kein Probemelken in der zweiten Laktation aufweist d.h. nach der ersten Laktation abgegangen ist.

Die Abgangsrate dieser Kühe sinkt mit steigendem Milchwert wobei die größten Unterschiede bei den intensiven Betrieben festzustellen sind. Hier liegt die Abgangsrate

bei Kühen mit geringer Milchleistungsveranlagung bei über 28,3 % und bei hoher Veranlagung bei 25 %. Demgegenüber sind die Unterschiede bei extensiven Betrieben zu vernachlässigen. Bei ökologischen Betrieben gibt es zwar zwischen den verschiedenen Milchwertklassen Unterschiede, diese sind jedoch nicht systematisch. Ökologisch wirtschaftende Betriebe zeigen insgesamt das geringste, intensive Betriebe das höchste Abgangsrisiko. Insgesamt sind die Unterschiede aber gering und im hohen Milchwertniveau sind nahezu keine Unterschiede zwischen den Intensitätsstufen zu erkennen.

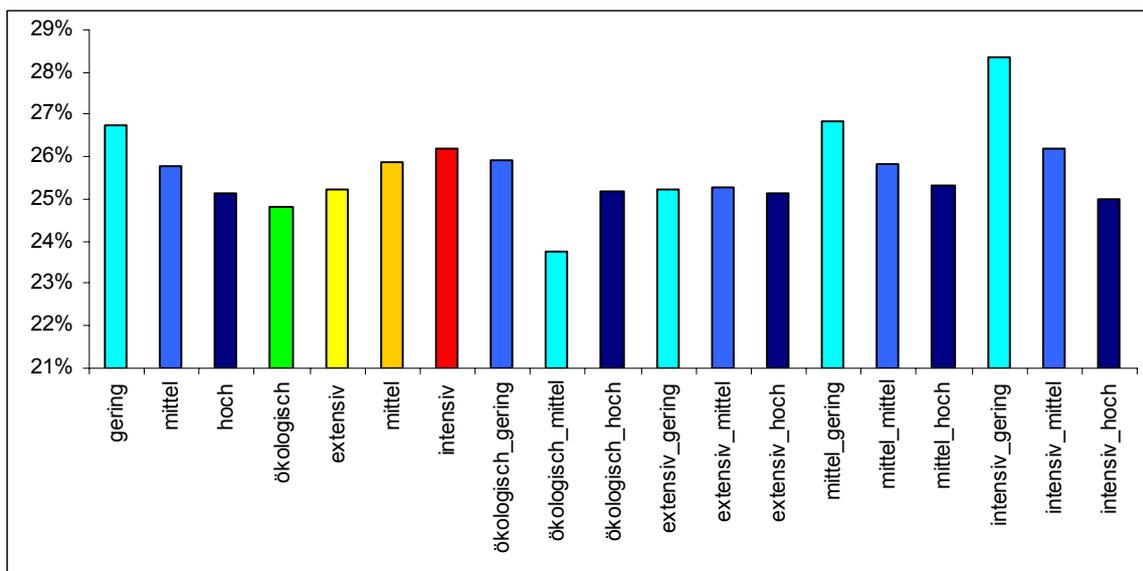


Abb. 23: Abgangsrate in der 1. Laktation in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität

Tab. 29: Abgangsrate (in %) in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität

Milchwert des Vaters	Gesamt	Gering	Mittel	Hoch
Betriebsintensität				
Gesamt	25,8	26,7	25,8	25,1
ökologisch	24,8	25,9	23,8	25,2
extensiv	25,2	25,2	25,3	25,1
mittel	25,9	26,8	25,8	25,3
intensiv	26,2	28,3	26,2	25,0

4.1.4 Non-Return-Rate

Als Maß für die Fruchtbarkeit wird die Non-Return-Rate bis zum 90. Tag ermittelt. 61,6 % aller bayerischen Fleckviehkühe werden bis zu diesem Zeitpunkt nicht erneut besamt, d.h. man kann bei diesen Kühen von einer erfolgreichen Belegung ausgehen. Tab. 30 zeigt die Non-Return-Rate in den verschiedenen Milchwertklassen, Intensitätsstufen und Interaktionsklassen, differenziert nach Kalbinnen und Kühen. Während die Non-Return-Rate bei Kalbinnen über 70 % liegt, ist sie bei Kühen mit ca. 56 % signifikant niedriger.

Sowohl bei den Kalbinnen als auch bei den Kühen sinkt die Non-Return-Rate mit steigender Intensität, wobei die niedrigsten Werte auf intensiv wirtschaftenden Betrieben liegen. Ökologisch gehaltene Kühe weisen eine deutlich höhere Non-Return-Rate als alle anderen Betriebe auf.

Der Milchwert des Vaters scheint keinen Einfluss auf die Non-Return-Rate zu haben. Töchter von Bullen mit hohem oder niedrigem Milchwert zeigen eine schlechtere Non-Return-Rate als die der mittleren Milchwertklasse (vgl. Tab. 30 und Abb. 24). Bei Kalbinnen gibt es größere Unterschiede in Abhängigkeit vom genetischen Niveau als bei Kühen. Diese Unterschiede sind jedoch nicht systematisch. Töchter von Bullen mit unterschiedlichem Milchwert liegen innerhalb einer Intensitätsstufe auf einem Niveau. Eine Ausnahme bilden die ökologischen Betriebe, bei denen sowohl bei Kalbinnen als auch bei Kühen tendenziell schlechtere Non-Return-Ergebnisse bei hoher Milchleistungsveranlagung zu verzeichnen sind.

Tab. 30: Non-Return-Rate von Kalbinnen und Kühen innerhalb der Intensitätsstufen und Milchwertklassen (in %)

Milchwert des Vaters	Gesamt	Gering	Mittel	Hoch
Betriebsintensität				
gesamt				
Gesamt		60	62	61
ökologisch	67	68	68	66
extensiv	63	62	64	63
mittel	61	60	62	61
intensiv	60	59	61	60
Kalbinnen				
Gesamt		72	71	71
ökologisch	74	75	75	72
extensiv	73	73	73	73
mittel	72	71	73	71
intensiv	70	70	71	69
Kühe				
Gesamt		55	57	56
ökologisch	63	65	64	62
extensiv	58	57	59	58
mittel	56	55	56	56
intensiv	55	54	55	55

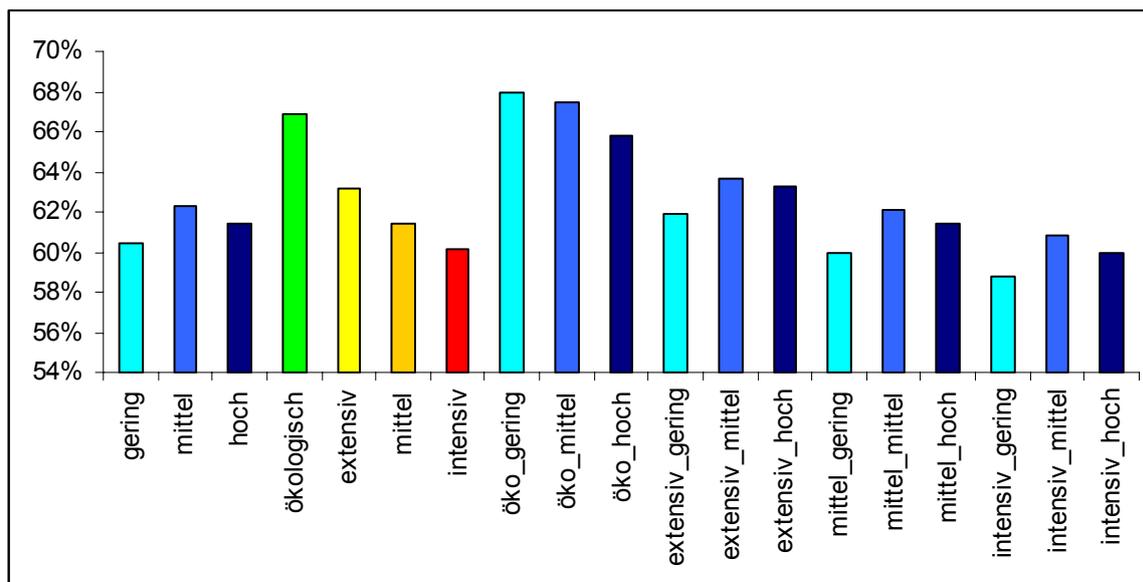


Abb. 24: Durchschnittliche Non-Return-Rate über alle Laktationen

4.1.5 Kalbeverlauf und Totgeburtenrate

In Tab. 32 ist der Kalbeverlauf für die erste, zweite und die dritte Laktation in Abhängigkeit von der Milchwertklasse, der Intensitätsstufe des Betriebes sowie deren Interaktionen dargestellt. Die prozentuale Verteilung der Kalbeverlaufsklassen „kein oder 1 Helfer“, „2 und mehr Helfer“ sowie „Tierarzt und Operation“ werden in Abb. 25 und Abb. 26 anhand der unbereinigten Häufigkeitsverteilungen gezeigt.

Insgesamt werden bei ca. 2,9 % der Geburten keine Angaben zum Geburtsverlauf gemacht. Dieser Anteil ist besonders hoch bei Töchtern von Bullen mit geringem Milchwert (5,3 %) und bei Betrieben mit geringer Herdenintensität (3,6 %) (vgl. Tab. 31). Die beste Meldemoral zeigen intensive Betriebe.

Der Kalbeverlauf wird mit steigendem Milchwert und steigender Intensität schwerer, d.h. der Anteil „kein oder ein Helfer“ nimmt ab, der Anteil „zwei oder mehr Helfer“ nimmt zu und der Anteil „Tierarzt oder Operation“ bleibt relativ konstant (vgl. Abb. 26). Auf intensiven Betrieben und bei hohem Milchwert ergibt sich folglich ein besonders schlechter Kalbeverlauf. Demgegenüber zeichnen sich ökologisch gehaltene Kühe durch einen besonders leichten Geburtsverlauf aus. Dieser Zusammenhang ist sowohl bei der ersten als auch bei den weiteren Kalbungen gleichermaßen zu beobachten.

Mit steigender Betriebsintensität wird der Kalbeverlauf in allen drei Laktationen schwerer, dabei sind bei der ersten Kalbung die größten Unterschiede zwischen hoher und geringer Milchleistungsveranlagung zu verzeichnen.

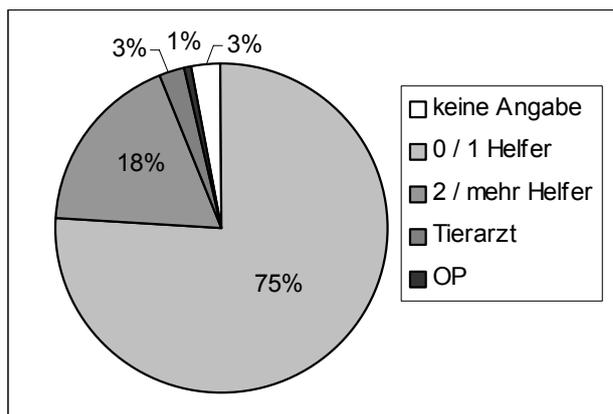


Abb. 25: Kalbeverlauf der ersten Laktation

Tab. 31: Anteil Betriebe, die keine Angaben zum Geburtsverlauf machen (in %)

	1. Laktation	2. Laktation	3. Laktation
alle	3	9	8
gering	5	12	10
mittel	3	9	8
hoch	2	7	6
öko	4	11	11
extensiv	4	12	10
mittel	3	9	8
intensiv	2	7	6
öko_gering	6	15	14
öko_mittel	4	9	8
öko_hoch	3	10	11
extensiv_gering	5	14	13
extensiv_mittel	4	11	10
extensiv_hoch	3	10	9
mittel_gering	5	12	9
mittel_mittel	3	9	8
mittel_hoch	2	7	7
intensiv_gering	5	11	9
intensiv_mittel	2	7	6
intensiv_hoch	1	5	5

Tab. 32: Kalbeverlauf in der ersten, zweiten und dritten Laktation innerhalb der Milchwertklassen, Intensitätsstufen und deren Interaktion (in %)

	1. Laktation				2. Laktation				3. Laktation			
	kein oder 1 Helfer	2 oder mehr Helfer	Tierarzt	Operation	kein oder 1 Helfer	2 oder mehr Helfer	Tierarzt	Operation	kein oder 1 Helfer	2 oder mehr Helfer	Tierarzt	Operation
alle	78	18	3	1	85	13	2	0	85	13	2	0
gering	80	17	3	1	86	12	2	0	85	13	2	0
mittel	79	18	3	1	85	13	2	0	84	13	2	0
hoch	77	19	3	1	85	13	2	0	85	13	2	0
öko	83	14	2	0	89	9	1	0	91	8	1	0
extensiv	80	16	3	1	87	11	2	0	87	11	2	0
mittel	78	18	3	1	85	12	2	0	85	13	2	0
intensiv	76	21	3	1	84	14	2	0	83	15	2	0
öko_gering	84	14	2	1	89	10	1	0	91	8	1	0
öko_mittel	84	14	2	0	91	8	1	0	92	7	1	0
öko_hoch	83	15	2	1	88	10	2	0	89	10	1	0
extensiv_gering	82	15	3	1	87	11	2	0	87	11	2	0
extensiv_mittel	81	16	3	1	87	11	2	0	86	12	2	0
extensiv_hoch	79	17	3	1	87	11	2	0	88	11	2	0
mittel_gering	80	17	3	1	86	12	2	0	84	13	2	0
mittel_mittel	79	18	3	1	85	13	2	0	84	13	2	0
mittel_hoch	77	19	3	1	86	12	2	0	85	13	2	0
intensiv_gering	77	19	3	1	84	14	2	0	83	15	2	0
intensiv_mittel	76	20	3	1	83	14	2	0	82	15	2	0
intensiv_hoch	75	21	3	1	84	14	2	0	83	15	2	0

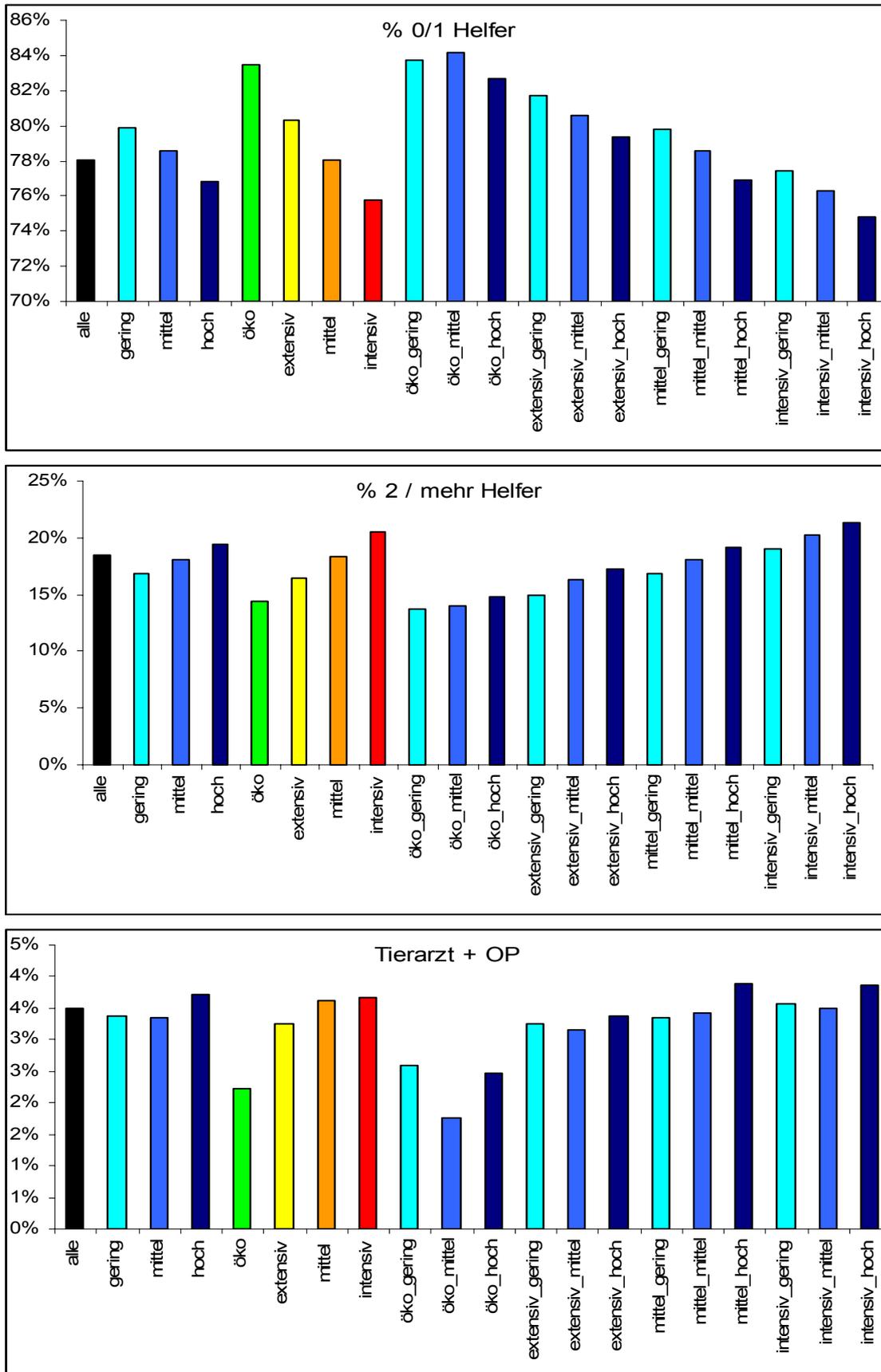


Abb. 26: Häufigkeitsverteilung der Kalbeverlaufsklassen (kein oder ein Helfer, zwei oder mehr Helfer, Tierarzt und Operation) der ersten Laktation

In Tab. 33 sind die LS-Means für den durchschnittlichen Kalbeverlauf dargestellt. Dabei handelt es sich um die bereinigten Mittelwerte der Kalbeverlaufscodes 1-4, d.h. ein höherer LS-Mean entspricht einem schwereren Kalbeverlauf. Die Codierung entspricht folgenden Kalbeverlaufsklassen: 1 = kein oder ein Helfer, 2 = zwei oder mehr Helfer; 3 = Tierarzt, 4 = Operation.

Tab. 33: Kalbeverlauf in Abhängigkeit vom Milchwert des Vaters und der Betriebsintensität

Milchwert des Vaters Betriebsintensität	Gesamt		Gering		Mittel		Hoch		Differenzen Hoch – Gering
	LSMEAN	s _x							
1. Laktation									
Gesamt	-	-	1,32	0,02	1,32	0,02	1,34	0,02	0,02***
ökologisch	1,28	0,02	1,28	0,03	1,27	0,02	1,29	0,02	0,01 ^{n.s.}
extensiv	1,32	0,02	1,31	0,02	1,32	0,02	1,33	0,02	0,02***
mittel	1,34	0,02	1,32	0,02	1,34	0,02	1,36	0,02	0,04***
intensiv	1,36	0,02	1,35	0,02	1,36	0,02	1,38	0,02	0,03***
2. Laktation									
Gesamt	-	-	1,15	0,01	1,15	0,01	1,16	0,01	0,01 ^{n.s.}
ökologisch	1,12	0,01	1,12	0,02	1,10	0,02	1,14	0,02	0,02 ^{n.s.}
extensiv	1,15	0,01	1,14	0,01	1,14	0,01	1,15	0,01	0,01 ^{n.s.}
mittel	1,16	0,01	1,16	0,01	1,16	0,01	1,16	0,01	0,00 ^{n.s.}
intensiv	1,18	0,01	1,18	0,01	1,18	0,01	1,18	0,01	0,00 ^{n.s.}
3. Laktation									
Gesamt	-	-	1,13	0,02	1,13	0,01	1,12	0,01	-0,01 ^{n.s.}
ökologisch	1,07	0,02	1,07	0,03	1,06	0,03	1,09	0,03	0,02 ^{n.s.}
extensiv	1,12	0,01	1,12	0,01	1,13	0,01	1,11	0,01	-0,01 ^{n.s.}
mittel	1,14	0,01	1,15	0,01	1,15	0,01	1,14	0,01	-0,01 ^{n.s.}
intensiv	1,16	0,01	1,17	0,01	1,17	0,01	1,15	0,01	-0,02 ^{n.s.}

*** hoch signifikante Unterschiede ^{n.s.} Nicht signifikante Unterschiede

Tab. 33 verdeutlicht, dass mit steigender Intensität die Geburten tendenziell schwerer werden. Die Kühe der Milchwertklassen „gering“ bis „mittel“ liegen auf einem Niveau, einen etwas schwereren Kalbeverlauf zeigen Kühe mit hoher Milchleistungsveranlagung. Nur in der ersten Laktation unterscheiden sich die Milchwertklassen „hoch“ und „gering“ signifikant. In den höheren Laktationen sowie bei Ökobetrieben hat die Milchleistungsveranlagung keinen Einfluss.

Die Anzahl tot geborener oder nach der Geburt verendeter Kälber erhöht sich tendenziell mit steigendem Milchwert, während die Betriebsintensität weniger eine Rolle spielt (vgl. Abb. 27). Ein überdurchschnittlicher Anteil an Totgeburten ist auf ökologischen Betrieben zu beobachten. Dies ist umso überraschender, als in diesem Betriebstyp die wenigsten Kalbeschwierigkeiten und der geringste Anteil an Tierarzt oder Operationen zu verzeichnen ist.

In der zweiten und dritten Laktation ist der Anteil an Totgeburten in allen Klassen annähernd konstant bei ca. 6 %.

Tab. 34: Anteil Totgeburten und Anteil Kälber verendet nach der Geburt (1. – 3. Kalbung in %)

Milchwert des Vaters Betriebsintensität	Gesamt	Gering	Mittel	Hoch
1. Laktation				
Gesamt	8,6	7,5	8,5	9,1
ökologisch	10,1	11,3	8,2	11,1
extensiv	8,5	7,8	8,2	9,2
mittel	8,6	7,5	8,5	9,2
intensiv	8,5	7,1	8,6	8,9
2. Laktation				
Gesamt	6,3	6,0	6,3	6,3
ökologisch	7,1	7,1	6,5	7,7
extensiv	6,5	6,1	6,6	6,7
mittel	6,3	6,0	6,4	6,4
intensiv	5,9	5,9	5,9	6,0
3. Laktation				
Gesamt	6,1	5,8	6,2	6,3
ökologisch	6,7	7,4	6,1	6,7
extensiv	6,4	6,3	6,5	6,5
mittel	6,2	5,4	6,2	6,8
intensiv	5,8	5,5	5,9	5,8

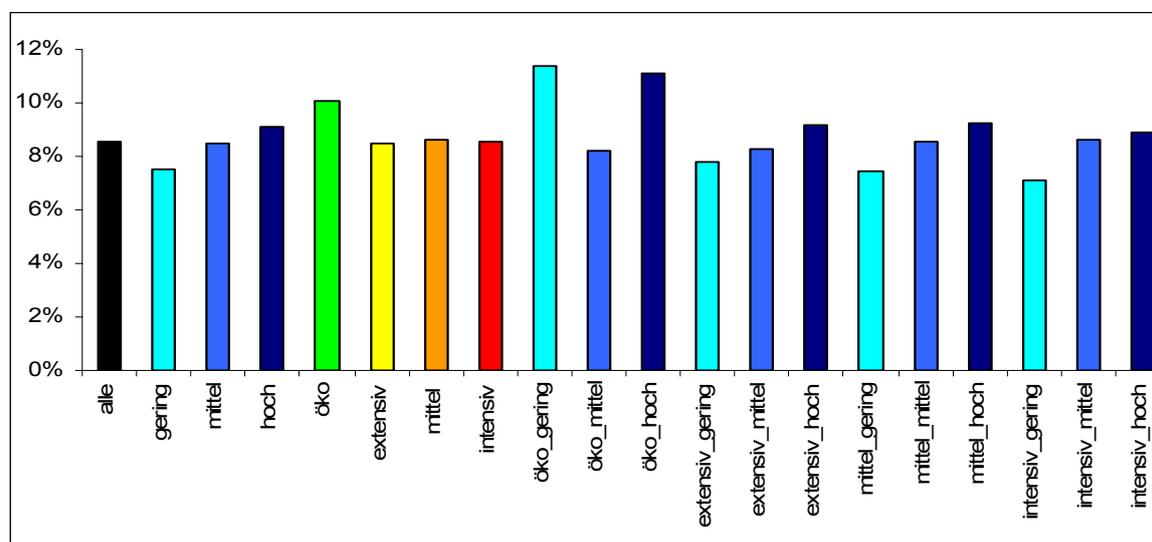


Abb. 27: Anteil Totgeburten und Anteil der Kälber, die nach der Geburt verendet sind (erste Kalbung)

4.2 Genotyp-Umwelt-Interaktionen bei Töchtern von Zweiteinsatzbullen unter unterschiedlichen Betriebsintensitäten

4.2.1 Korrelation zwischen den durchschnittlichen Töchterabweichungen unter intensiven und extensiven Bedingungen

Eine Möglichkeit zur Feststellung von Genotyp-Umwelt-Interaktionen, ist ein Vergleich der durchschnittlichen Töchterabweichungen (Daughter Yield Deviations = DYDs) von definierten Bullen unter extensiven und intensiven Bedingungen. Die DYDs entsprechen den gemittelten Töchterabweichungen der individuellen Testtagsabweichungen der Probemelken.

In Tab. 35 sind Korrelation und Rangkorrelationen zwischen den durchschnittlichen, um die Informationsmenge bereinigten, Töchterabweichungen der Bullen auf extensiven und intensiven Betrieben dargestellt.

Tab. 35: Korrelation zwischen der durchschnittlichen Töchterabweichung in Abhängigkeit von der durchschnittlichen Töchterzahl je Bulle unter extensiven und intensiven bzw. sehr extensiven und sehr intensiven Bedingungen

	Korrelation	Rangkorrelation	Anzahl Bullen
alle Bullen			
intensiv / extensiv	0,79***	0,75***	278
sehr intensiv /extensiv	0,59***	0,57***	278
Mehr als 100 Töchter			
intensiv / extensiv	0,90***	0,89***	149
sehr intensiv /extensiv	0,85***	0,85***	56
Mehr als 500 Töchter			
intensiv / extensiv	0,94***	0,94***	47
sehr intensiv /extensiv	0,83***	0,94***	8

*** hoch signifikante Korrelation

Sowohl die Rangkorrelationen als auch die Korrelationen zwischen DYDs sind relativ hoch und sinken mit steigender Umweltdifferenzierung nur geringfügig. Die niedrigen Korrelationen bei der Betrachtung aller Bullen sind auf die geringen Töchterzahlen und die damit verbundene geringere Genauigkeit der DYDs zurückzuführen. Deshalb sind nur Korrelationen bei einer Mindestzahl ab 100 Töchtern sinnvoll interpretierbar. Die Einschränkung auf mehr als 500 Töchter erhöht zwar die Genauigkeit, hat aber eine geringere Väterzahl zur Folge.

Die hohen Korrelationen zeigen an, dass der Großteil der Bullen mit hohen DYDs unter intensiven Bedingungen auch hohe DYDs unter extensiven Bedingungen zeigt. Allerdings werden auch Bullen mit signifikant unterschiedlichen Töchterabweichungen gefunden. Diese sind nach der Differenz ihrer DYDs rangiert in Tab. 36 dargestellt. Es zeigt sich, dass es sowohl Bullen mit höheren DYDs auf intensiven als auch mit höheren DYDs auf extensiven Betrieben gibt. Die Differenzen liegen zwischen -2,85 und +1,95 kg. Dabei reicht je nach Töchterzahl eine Differenz von 0,13 kg aus, um die Signifikanzschwelle zu erreichen.

Tab. 36: Durchschnittliche DYDs von Bullen, deren DYDs sich signifikant zwischen extensiven und intensiven Betrieben unterscheiden (sortiert nach der Höhe der DYD-Differenz)

Bullenname	Lebensohrnummer	Intensiv			Extensiv			Differenz LSMEANS
		LSMEANS	s _x	Anzahl Töchter	LSMEANS	s _x	Anzahl Töchter	Intensiv - Extensiv
RADEL	276000912111618	0,09	0,74	11	2,94	0,35	51	-2,85
HUMBERT	276000915922688	1,83	0,30	69	2,78	0,28	80	-0,95
STRONZO	276000918086225	2,80	0,28	76	3,59	0,20	155	-0,79
BONSAI	40000307347233	2,87	0,14	307	3,60	0,19	173	-0,73
HOLPAZ	276000915865286	1,40	0,21	138	2,00	0,18	182	-0,60
FREDL	276000915915827	3,30	0,18	183	3,84	0,14	291	-0,54
RADBERG	276000910811397	1,84	0,11	488	2,34	0,08	922	-0,50
ZABEL	276000919361172	1,66	0,10	670	2,07	0,09	755	-0,41
MOREIS	276000912209746	2,05	0,12	410	2,46	0,08	858	-0,41
HONNEF	276000914872599	2,28	0,07	1243	2,61	0,07	1103	-0,33
HORBER	276000912139730	1,96	0,08	933	2,25	0,08	957	-0,29
WINNER	276000808083081	2,65	0,09	831	2,91	0,07	1102	-0,26
RANDY	276000918555090	4,13	0,03	8826	4,01	0,04	3070	0,13
ZASTER	276000911485840	3,71	0,04	3668	3,52	0,05	2159	0,19
ZILLE	276000919360739	2,95	0,07	1355	2,72	0,06	1681	0,23
ZAREN	276000914970600	3,68	0,07	1096	3,41	0,08	1044	0,27
REAL	276000914910532	2,35	0,09	705	2,06	0,09	704	0,29
ZULU	276000911464656	2,84	0,09	713	2,55	0,10	583	0,30
HONSAM	276000910813192	3,23	0,06	1918	2,94	0,06	1884	0,30
BOSS	276000911474933	3,66	0,04	3641	3,35	0,05	2575	0,31
HORBAHN	276000913148764	2,78	0,09	690	2,45	0,08	1070	0,34
RALO	276000915390754	3,86	0,09	772	3,50	0,09	773	0,36
HOLM	276000919347766	2,77	0,14	296	2,41	0,11	472	0,36
HOPFEN	276000915877420	3,17	0,10	597	2,80	0,12	417	0,37
ZIB	276000915893987	3,29	0,08	1020	2,92	0,06	1549	0,37
PASS	276000664013421	3,54	0,06	1523	3,16	0,05	2254	0,38
HONZAR	276000914934661	2,77	0,10	617	2,38	0,12	428	0,38
HORDUR	276000910987605	2,72	0,10	647	2,33	0,11	506	0,39
HORBMOR	276000808359337	2,60	0,12	455	2,17	0,11	482	0,43
RAUDI	276000917080702	3,63	0,10	620	3,19	0,08	1031	0,43
HENRY	276000919399207	3,71	0,08	1058	3,25	0,13	373	0,45
RADAU	276000911455235	3,95	0,06	1871	3,48	0,06	1582	0,47
ZICO	276000911515041	2,99	0,17	221	2,52	0,14	328	0,47
RENOIR	276000914910182	4,11	0,10	591	3,62	0,07	1308	0,49
RAPID	276000917074753	3,35	0,17	219	2,84	0,13	368	0,50
HORMOLL	276000910991466	2,56	0,07	1235	2,05	0,08	863	0,51
RALLEY	276000914991023	4,87	0,17	215	4,29	0,14	306	0,57
HORSTEN	276000917074738	3,08	0,15	272	2,44	0,15	281	0,65
RASCHID	276000913220364	3,80	0,20	146	3,11	0,17	217	0,69
RALBOS	276000915903537	3,15	0,16	244	2,40	0,13	347	0,75

SPAR	276000915898087	2,75	0,25	100	1,96	0,24	102	0,79
ZARIST	276000914975643	2,61	0,32	59	1,80	0,25	96	0,81
HORPEL	276000915849895	2,97	0,31	65	2,16	0,26	87	0,81
PORTWEIN	276000918051428	3,65	0,21	141	2,77	0,18	185	0,87
FONTANE	276000913239293	3,61	0,32	61	2,58	0,37	45	1,03
WING	276000913983007	3,10	0,35	50	1,81	0,31	64	1,29
HOPLIK	276000914915289	2,91	0,30	67	1,55	0,39	40	1,36
HASSOLD	276000914032488	3,45	0,55	20	2,00	0,44	32	1,45
PRO	276000912153084	4,13	0,34	52	2,63	0,29	73	1,50
ZERIS	276000807862050	3,83	0,46	29	1,88	0,87	8	1,95

Tab. 37: Durchschnittliche DYDs der 47 Bullen mit mehr als 500 Töchtern (sortiert nach der Höhe der DYD-Differenz)

Bullenname	Lebensohrnummer	DYD		Differenz	Rang	
		intensiv	extensiv		extensiv	intensiv
ZABEL	276000919361172	1,66	2,07	-0,41***	47	43
HONNEF	276000914872599	2,28	2,61	-0,33***	41	28
HORBER	276000912139730	1,96	2,25	-0,29***	45	41
WINNER	276000808083081	2,65	2,91	-0,26***	33	23
HOST	276000918805983	2,39	2,53	-0,14	36	32
GELAS	276000910810838	2,20	2,33	-0,13	42	38
RALBOS	276000915900437	3,43	3,55	-0,11	15	7
HOFRAT	276000919414700	3,78	3,88	-0,10	6	3
HORIX	276000911499168	3,81	3,91	-0,10	5	2
ZAHN	276000915393011	2,15	2,24	-0,09	44	42
FRIESE	276000919661515	3,64	3,71	-0,07	12	4
ZAXERO	276000918077389	1,68	1,74	-0,06	46	47
ZABING	276000914973207	2,32	2,36	-0,04	39	36
HOND	276000917413691	2,30	2,32	-0,02	40	40
GERANT	276000919341902	2,38	2,39	-0,01	37	35
HORWART	276000919350741	2,91	2,92	-0,01	23	22
ROLO	276000919385973	3,29	3,28	0,01	17	15
HORSAD	276000917069847	2,67	2,66	0,01	31	27
ZEIT	276000918067653	2,71	2,67	0,04	30	26
ZOBEL	276000919365058	3,38	3,33	0,04	16	14
RALL	276000913203800	3,05	2,98	0,06	21	19
HUMLANG	276000915040032	3,74	3,66	0,08	7	5
RADIL	276000913168962	3,10	3,02	0,09	20	18
RANDY	276000918555090	4,13	4,01	0,13***	1	1
BORNEO	276000919655933	2,71	2,58	0,13	29	30
WASEN	276000919639278	2,73	2,59	0,14	27	29
ZIEMANN	276000914978093	2,84	2,69	0,15	25	25
RADEZKY	276000918522613	2,49	2,34	0,15	35	37
WIM	276000910813337	2,19	2,04	0,15	43	46
ZASTER	276000911485840	3,71	3,52	0,19***	8	8

ZEZE	276000911464652	2,65	2,44	0,21	32	34
ZILLE	276000919360739	2,95	2,72	0,23***	22	24
RALLEX	276000911504574	3,69	3,46	0,23	9	11
ZAREN	276000914970600	3,68	3,41	0,27***	10	12
REAL	276000914910532	2,35	2,06	0,29***	38	44
ZULU	276000911464656	2,84	2,55	0,30***	24	31
HONSAM	276000910813192	3,23	2,94	0,30***	19	20
BOSS	276000911474933	3,66	3,35	0,31***	11	13
HORBAHN	276000913148764	2,78	2,45	0,34***	26	33
RALO	276000915390754	3,86	3,50	0,36***	4	9
ZIB	276000915893987	3,29	2,92	0,37***	18	21
PASS	276000664013421	3,54	3,16	0,38***	14	17
HORDUR	276000910987605	2,72	2,33	0,39***	28	39
RAUDI	276000917080702	3,63	3,19	0,43***	13	16
RADAU	276000911455235	3,95	3,48	0,47***	3	10
RENOIR	276000914910182	4,11	3,62	0,49***	2	6
HORMOLL	276000910991466	2,56	2,05	0,51***	34	45

*** hoch signifikante Unterschiede

In Tab. 37 sind die durchschnittlichen Töchterabweichungen von 47 Bullen mit mehr als jeweils 500 Töchtern auf extensiven und intensiven Betrieben dargestellt. Entsprechend der Höhe der DYDs ist ebenfalls die Rangfolge der Bullen angegeben. Zusätzlich wurden die Differenzen zwischen den DYDs in den Intensitätsstufen gebildet, wobei eine positive Differenz anzeigt, dass ein Bulle höhere DYDs auf intensiven als auf extensiven Betrieben erzielt.

In Abhängigkeit von der Differenz zwischen extensiven und intensiven Bedingungen, lassen sich die Bullen in zwei Gruppen einteilen: in solche Bullen mit einer höheren durchschnittlichen Töchterabweichung unter intensiven und in solche mit einer höheren Abweichung auf extensiven Betrieben. Tab. 38 zeigt die Korrelationen zwischen der Differenz und der absoluten Höhe der Töchterabweichungen innerhalb der beiden Bullengruppen.

Tab. 38: Korrelation zwischen der Differenz und der absoluten Höhe der DYDs unter extensiven und intensiven Bedingungen

	DYD extensiv	DYD Intensiv
Differenz	0,04 ^{n.s.}	0,47***

*** hoch signifikante Korrelation ^{n.s.} Korrelation nicht signifikant

Tab. 38 lässt folgende Schlussfolgerungen zu:

- Je stärker ein Bulle eine Leistungsüberlegenheit auf extensiven gegenüber intensiven Betrieben zeigt (negatives Vorzeichen in der Differenz), desto niedriger sind seine DYDs auf intensiven Betrieben.
- Bullen, die auch auf intensiven Betrieben höhere DYDs aufweisen (positives Vorzeichen in der Differenz), sind auch auf extensiven überlegen, wobei die Überlegenheit auf intensiven Betrieben deutlich höher ist.

In Abb. 28 sind die durchschnittlichen Zuchtwerte dieser beiden Bullengruppen dargestellt (Dritteileilung mit mehr als 100 Töchtern). Auffällig ist der deutlich geringere Milchwert bei Bullen, die schlechter auf intensiven Betrieben sind (Unterschied von 4 Punkten). Die anderen Zuchtwerte unterscheiden sich nur geringfügig voneinander.

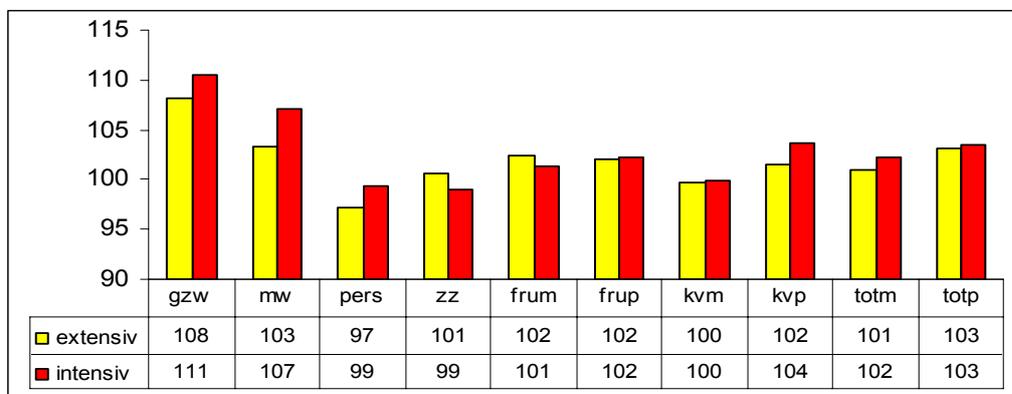


Abb. 28: Zuchtwerte von Bullen die höhere DYDs auf extensiven (Anzahl Bullen=57) bzw. intensiven (Anzahl Bullen=92) Betrieben aufweisen

Tab. 39: Durchschnittliche DYD's der Bullen mehr als 500 Töchtern der Besamungsstation Neustadt/Aisch (sortiert nach der Höhe der DYD-Differenz)

Bullenname	Lebensohrnummer	Intensiv		Extensiv		Differenz Intensiv - Extensiv
		Mittelwert	Anzahl Töchter	Mittelwert	Anzahl Töchter	
ZABEL	276000919361172	1,66	670	2,07	755	-0,41***
HONNEF	276000914872599	2,28	1243	2,61	1103	-0,33***
GELAS	276000910810838	2,20	1348	2,33	2021	-0,13
ZABING	276000914973207	2,32	787	2,36	1191	-0,04
HOND	276000917413691	2,30	1723	2,32	2133	-0,02
GERANT	276000919341902	2,38	975	2,39	1437	-0,01
HORWART	276000919350741	2,91	7691	2,92	4638	-0,01
HORSAD	276000917069847	2,67	2801	2,66	2580	0,01
HUMLANG	276000915040032	3,74	5428	3,66	3156	0,08
RADIL	276000913168962	3,10	1026	3,02	1042	0,09
BORNEO	276000919655933	2,71	3348	2,58	1645	0,13
ZIEMANN	276000914978093	2,84	710	2,69	1123	0,15
RALLEX	276000911504574	3,69	750	3,46	739	0,23
ZAREN	276000914970600	3,68	1096	3,41	1044	0,27***
REAL	276000914910532	2,35	705	2,06	704	0,29***
HONSAM	276000910813192	3,23	1918	2,94	1884	0,30***
HORDUR	276000910987605	2,72	647	2,33	506	0,39***
HORMOLL	276000910991466	2,56	1235	2,05	863	0,51***

***hoch signifikante Unterschiede

4.2.2 Überprüfung möglicher Genotyp-Umwelt-Interaktionen anhand von genetischen Korrelationen

Tab. 40 gibt die additiv-genetische, die Restvarianz und die daraus resultierenden Heritabilitäten unter extensiven, intensiven, sehr intensiven bzw. sehr extensiven Produktionsbedingungen und auf ökologischen Betrieben wieder. Dabei wurde jeweils ein zufällig ausgewähltes Datenmaterial sowohl für Nordbayern als auch für Südbayern erstellt.

Tab. 40: Additiv-genetische Streuung, Reststreuung und Heritabilitäten* der 1. Laktation

Datenmaterial		Milch-kg	Fett-kg	Eiweiß-kg
Nordbayern	sehr extensiv	155.621 387.119 0,29	263,8 715,5 0,27	120,1 446,7 0,21
	extensiv	173.728 419.586 0,29	277,4 808,2 0,26	135,7 490,7 0,22
	intensiv	232.550 631.255 0,27	448,6 887,4 0,35	266,8 585,8 0,31
	sehr intensiv	226.319 744.888 0,23	642,9 857,8 0,43	361,2 540,7 0,40
Südbayern	sehr extensiv	102.104 281.606 0,27	180,9 516,8 0,26	69,3 302,4 0,19
	extensiv	136.517 316.029 0,30	229,7 596,6 0,28	106,2 341,5 0,24
	intensiv	237.089 466.475 0,34	463,9 721,4 0,39	258,2 470,9 0,35
	sehr intensiv	254.291 659.054 0,28	587,7 825,0 0,42	340,5 547,5 0,38
ökologische Betriebe		106.664 305.943 0,26	190,1 528,9 0,26	82,0 313,2 0,21

* Standardfehler der Heritabilitäten zwischen 0,017 und 0,021

Tab. 40 zeigt, dass mit steigendem Produktionsniveau sowohl die additiv-genetische als auch die Reststreuung steigen. Dies gilt sowohl für die Milchleistung als auch für die Fett- und Eiweißmenge. Die genetische Streuung der ökologischen Betriebe liegt im Niveau zwischen den extensiven und sehr extensiven Betrieben Südbayerns, aber deutlich unter dem Niveau der extensiven Betriebe Nordbayerns.

Betrachtet man die Heritabilitäten, dann fällt auf, dass es bei der Fett- und der Eiweißmenge zu einem Anstieg der Heritabilitäten mit steigendem Produktionsniveau kommt. Dies gilt sowohl für Nord- als auch für Südbayern. Beim Merkmal Milchkilogramm zeigen sich in Nordbayern die höchsten Heritabilitäten bei den extensiven und sehr extensiven Betrieben, die niedrigste Heritabilität bei den sehr intensiven Betrieben. In Südbayern wird der höchste Wert bei den intensiven Betrieben beobachtet, aber auch hier ist ein Abfall hin zu den sehr intensiven Betrieben zu beobachten.

Die genetischen Korrelationen zwischen den Produktionsbedingungen in den Merkmalen Eiweißkilogramm, Fettkilogramm und Milchkilogramm der 1. Laktation zeigen Tab. 41,

Tab. 42 und Tab. 43. Zusätzlich enthält Tab. 41 einen Vergleich zwischen ökologischen Betrieben einerseits und durchschnittlichen, sehr intensiven und sehr extensiven konventionellen Betrieben in Südbayern andererseits. Um ausreichende Verknüpfungen zwischen den Betriebstypen zu erreichen, wurde sich bei den konventionellen Betrieben auf den südbayerischen Raum beschränkt. Der Großteil der ökologischen Betriebe liegt in Südbayern und diesen Betrieben stehen damit die gleichen Bullen, wie den konventionellen Betrieben in diesem Gebiet, zur Verfügung.

Tab. 41: Genetische Korrelationen zwischen der Milchleistung der 1. Laktation erbracht unter unterschiedlichen Umweltbedingungen

		Add.-genet. Varianz		Heritabilität*	genetische Korrelation
		Restvarianz			
Nordbayern	Extensiv	199.571	402.542	0,33	
	Intensiv	262.550	612.031	0,30	0,99 ± 0,01
	Sehr extensiv	165.509	381.425	0,30	
	Sehr Intensiv	262.892	722.665	0,27	0,95 ± 0,02
Südbayern	Extensiv	151.786	306.945	0,33	
	Intensiv	252.545	457.328	0,36	0,97 ± 0,02
	Sehr extensiv	113.659	274.136	0,29	
	Sehr Intensiv	274.375	646.771	0,30	0,95 ± 0,02
Ökologisch / konventionell	Ökologisch	114.306	300.911	0,28	
	Konventionell	159.969	400.562	0,29	0,94 ± 0,04
	Ökologisch sehr intensiv	122.883	295.065	0,29	
	Ökologisch sehr extensiv	253.215	659.723	0,28	0,99 ± 0,02
	Ökologisch sehr extensiv	117.880	298.590	0,28	
	Ökologisch sehr extensiv	110.135	276.405	0,29	0,93 ± 0,04

* Standardfehler der Heritabilitäten zwischen 0,015 und 0,022

Tab. 42: Genetische Korrelationen zwischen der Fettmenge der 1. Laktation erbracht unter unterschiedlichen Umweltbedingungen

		Add.-genet. Varianz		Heritabilität*	genetische Korrelation
		Restvarianz			
Nordbayern	Extensiv	313,3	499,7	0,29	
	Intensiv	783,3	876,5	0,36	0,97 ± 0,02
	Sehr extensiv	289,9	653,4	0,29	
	Sehr Intensiv	700,4	852,3	0,43	0,94 ± 0,02
Südbayern	Extensiv	245,1	468,8	0,29	
	Intensiv	587,7	719,0	0,40	1,00 ± 0,02
	Sehr extensiv	206,3	499,6	0,29	
	Sehr Intensiv	594,2	819,9	0,42	0,94 ± 0,03
Ökologisch / konventionell	Ökologisch	201,7	521,5	0,28	
	Konventionell	277,9	710,2	0,28	0,95 ± 0,04
	Ökologisch sehr intensiv	230,8	502,1	0,32	
	Ökologisch sehr extensiv	570,4	837,1	0,41	0,98 ± 0,02
	Ökologisch sehr extensiv	205,6	519,2	0,28	
	Ökologisch sehr extensiv	198,5	509,3	0,28	0,92 ± 0,04

* Standardfehler der Heritabilitäten zwischen 0,012 und 0,022

Die genetischen Korrelationen zwischen extensiven und intensiven Bedingungen sind bei allen drei Merkmalen sehr hoch und liegen in einem Bereich zwischen 0,90 und 0,99. Mit stärkerer Umweltdifferenzierung werden die genetischen Korrelationen zwar niedriger, liegen aber dennoch um oder über 0,90. Dabei sind die genetischen Korrelationen in Nordbayern tendenziell höher als in Südbayern.

Tab. 43: Genetische Korrelationen zwischen der Eiweißmenge der 1. Laktation erbracht unter unterschiedlichen Umweltbedingungen

		Add.-genet. Varianz		Heritabilität	genetische Korrelation
			Restvarianz		
Nordbayern	Extensiv	152,8	279,1	0,24	0,97 ± 0,02
	Intensiv	472,9	577,4	0,33	
	Sehr extensiv	130,1	364,8	0,23	0,90 ± 0,04
	Sehr Intensiv	440,4	539,5	0,40	
Südbayern	Extensiv	115,4	336,1	0,26	0,98 ± 0,02
	Intensiv	264,2	467,8	0,36	
	Sehr extensiv	81,5	294,0	0,22	0,95 ± 0,03
	Sehr Intensiv	347,8	543,3	0,39	
Ökologisch / konventionell	Ökologisch	85,7	311,1	0,22	0,88 ± 0,06
	Konventionell	133,2	437,3	0,23	
	Ökologisch sehr intensiv	103,5 332,4	298,5 554,5	0,26 0,38	0,98 ± 0,03
	Ökologisch sehr extensiv	86,7 68,9	310,3 298,7	0,22 0,20	
					0,85 ± 0,06

* Standardfehler der Heritabilitäten zwischen 0,013 und 0,023

Auffallend ist, dass die genetischen Korrelationen zwischen ökologischen und konventionellen Betrieben geringer sind als die Korrelationen zwischen extensiven und intensiven Betrieben. Überraschend sind die deutlich niedrigeren genetischen Korrelationen zwischen ökologischer und sehr extensiver Haltung als zwischen ökologischer und sehr intensiver Haltung.

5 Diskussion

Die Rasse Fleckvieh muss in Zukunft sowohl für Spitzenbetriebe mit hohen Milchleistungen als auch für extensiver geführte Betriebe Bullen bereitstellen. Anhand der Ist-Situation sollte deshalb geklärt werden, wie Bullen mit unterschiedlichem Milchleistungsniveau ihre Leistungen unter unterschiedlichen Umweltbedingungen manifestieren. Dabei wurde die Frage untersucht, ob die derzeitige Zucht auf hohe Milchleistung auch den extensiven Betrieben zu Gute kommt und ob die aktuellen Spitzenbullen sowohl für extensive als auch für intensive Betriebe geeignet sind.

Ein weiterer Schwerpunkt befasst sich mit der Rolle der ökologischen Milchviehbetriebe. Es sollte versucht werden, die ökologische Milchviehhaltung zu charakterisieren und die Eignung der aktuellen Bullen für diese Betriebe abzuklären.

Weiterhin wird diskutiert, welche Auswirkungen eine weitere Verbesserung der Milchleistung zukünftig auf die Leistungs- und Fitnessmerkmale der Kühe unter den unterschiedlichen Umweltbedingungen hat.

5.1 Auswirkungen der genetischen Milchleistungsveranlagung und der Betriebsintensität auf Leistungs- und Fitnessmerkmale

Merkmale der Milchleistung und des Laktationsverlaufs

Die stärkere Steigerung der Milchleistung von Kühen mit hoher im Vergleich zu Kühen mit geringer genetischer Leistungsveranlagung mit steigender Betriebsintensität bestätigt die Ergebnisse von PRYCE et al. (1999) und von KEARNEY et al. (2004). Kühe können ihr genetisches Milchleistungspotential besser unter intensiven Bedingungen entfalten. Eine weitere Selektion auf Milchleistung bedeutet für intensive Betriebe einen höheren Leistungszuwachs als für extensive Betriebe. Extensive Betriebe profitieren hingegen nur in geringerem Maße von einer weiteren genetischen Leistungsorientierung im Bereich Milch. Es wäre aber auch unsinnig zu versuchen, ein schlechteres Management durch bessere Genetik auszugleichen.

Laktationskurven: Persistenz und Fitness

Nach HUTH (1995) hat die Höhe der 305-Tage-Leistung den größten Einfluss aller leistungsbeeinflussenden Faktoren auf den Verlauf der Laktationskurve, wobei insbesondere das Laktationsmaximum bei hochleistenden Tieren später liegt. Diese Form der Laktationskurve entspricht den Laktationskurven unter intensiven Bedingungen in dieser Untersuchung. Daher ist es nicht überraschend, dass sich die Laktationskurven von Kühen mit hoher Milchleistungsveranlagung unter unterschiedlichen Umwelten hauptsächlich im ersten Laktationsdrittel unterscheiden. Der weitere Verlauf der Laktationskurve ab dem 60. Laktationstag ist dagegen in allen Gruppen sehr ähnlich. Die Laktationskurven von extensiv gehaltenen Kühen mit hoher genetischer Milchleistungsveranlagung sind demgegenüber auch zu Laktationsbeginn relativ flach.

Dies lässt darauf schließen, dass sich die Tiere an ihre Umgebung anpassen und damit auch zurechtkommen. Die Annahme, dass genetisch hoch veranlagte Kühe unter extensiven Bedingungen sehr hoch einsetzen und es dann im weiteren Laktationsverlauf, aufgrund einer Überlastung des Stoffwechsels, zu einem drastischen Einbruch in der Leistung kommt, wird nicht bestätigt. Die Frage, ob die Laktationskurve extensiv gehaltener Kühe physiologisch günstiger als die unter intensiven Bedingungen gehaltener Kühe ist, kann dabei nicht geklärt werden. Eventuell werden physiologische Engpässe durch den oben beschriebenen Anpassungsmechanismus bei den meisten Tieren ausgeglichen.

Ein häufig diskutierter Sachverhalt ist, dass extensive Betriebe mit hochleistenden Zukaufskühen zu Laktationsbeginn Probleme haben. Dabei wird berichtet, dass diese Kühe sehr hoch einsetzen, von extensiven Betrieben nicht ausgefüttert werden können und es dadurch zu akuten Stoffwechselproblemen kommt. Die Diskrepanz zwischen dieser Beobachtung und den aktuellen Ergebnissen lässt sich aber eventuell durch die Aufzuchtphase erklären. Möglicherweise passen sich hochleistende Kühe auf extensiven Betrieben bereits in der Jugendentwicklung an das Fütterungsniveau an und setzen in der Laktation entsprechend niedriger ein. Nach HUTH (1995) hat die Jungviehaufzucht einen entscheidenden Einfluss auf die Leistung in der 1. Laktation und somit auch auf den Verlauf der Laktationskurve.

Steigerung der Laktationsleistungen

Die Leistungssteigerung von der ersten auf die zweite Laktation ist auf intensiven Betrieben höher als auf extensiven Betrieben. Dies entspricht nicht dem landläufigen Idealbild der Kuh, die niedrig in der 1. Laktation einsetzt und sich dann in den weiteren

Laktationen steigert. Die Auswirkungen einer Leistungssteigerung innerhalb einer Betriebsintensität wurden allerdings nicht untersucht. NEUENSCHWANDER et al. (2005) fanden einen positiven Zusammenhang zwischen Leistungssteigerung und funktionalen Merkmalen. Die Fähigkeit intensiv gehaltener Tiere sich von der ersten auf die zweite Laktation, trotz hoher Einsatzleistungen, steigern zu können, deutet aber sicherlich nicht auf eine Überbeanspruchung des Stoffwechsels hin.

Merkmale aus dem Fitnessbereich

Bei den Auswirkungen von Betriebsintensität und genetischer Milchleistungsveranlagung stand insbesondere die Frage im Vordergrund, ob es bei Kühen mit hoher Milchleistungsveranlagung unter extensiven Betriebsbedingungen zu Stoffwechselbelastungen kommt.

Eutergesundheit: Zellzahl

Eine negative Beziehung zwischen Milchleistungsveranlagung und Zellzahl zeigte sich in einer Vielzahl von Untersuchungen (u.a. CARLÉN et al., 2004, CASTILLO JUAREZ et al., 2000) und deutet sich auch in dieser Untersuchung an. Die Ergebnisse bestätigen auch die Untersuchungen von WINDIG et al. (2005), die zu dem Ergebnis kamen, dass Probleme bei der Zellzahl durch ein gutes Management kompensiert werden können. Die höchsten Zellzahlen finden sich in der vorliegenden Untersuchung bei Kühen von milchleistungsstarken Bullen unter extensiven Bedingungen. Außerdem ist eine lineare Abnahme der Zellzahlen mit intensiverem Management zu beobachten.

Nutzungsdauer: Langlebigkeit

Rein biologisch betrachtet wird häufig erwartet, dass Kühe mit hohen Milchleistungen, aufgrund einer stärkeren Stoffwechselbelastung, weniger lang leben als Kühe mit durchschnittlicher oder unterdurchschnittlicher Leistung (FÜRST und EGGER-DANNER, 2004). Die tatsächliche Nutzungsdauer hängt aber entscheidend von der Milchleistung einer Kuh ab, weil einerseits Kühe mit schlechter Leistung früher geschlachtet werden, andererseits der Landwirt Kühen mit besonders hoher Milchleistung eine Sonderbehandlung (z.B. bei der Anzahl der Besamungen) zukommen lässt (FÜRST und EGGER-DANNER, 2004). Eine leistungsabhängige Merzung ist auch in diesem Datenmaterial zu beobachten. Die Abgangsrate liegt dabei in intensiven Betrieben höher als bei extensiver Haltung. Dies wird auch durch die mit steigendem Milchwert sinkende Abgangsrate bestätigt, was die Schlussfolgerung zulässt, dass leistungsschwache Kühe früher abgehen. Besonders deutlich ist dies auf intensiven Betrieben, wo Leistung einen sehr hohen Stellenwert hat. Auf extensiven Betrieben lässt sich hingegen keine erhöhte Abgangsursache in Abhängigkeit vom Milchwert feststellen.

Eine Aussage über biologische Zusammenhänge zwischen Intensität und Nutzungsdauer ermöglicht vermutlich nur die hohe Milchwertklasse. Dort zeigt sich in allen Intensitätsstufen eine konstante (und niedrige) Abgangsquote.

Fruchtbarkeit & Kalbung

Negative genetische Korrelationen zwischen Milchleistung und verschiedenen Fruchtbarkeitsparametern wurden in zahlreichen Untersuchungen festgestellt (LUCY, 2001; FÜRST und SÖLKNER, 2000; DEMATAWEWA und BERGER, 1998). Allerdings stellen HANSEN (2000) und GRÖHN und RAJALA-SCHULTZ (2000) fest, dass dieser negative Einfluss im Vergleich zu anderen Einflüssen auf die Fruchtbarkeit nur gering ist. Hingegen konnte in der vorliegenden Untersuchung mit Ausnahme der ökologischen

Betriebe kein systematischer und ein nur sehr geringer Zusammenhang zwischen der genetischen Milchleistungsveranlagung und der Non-Return-Rate festgestellt werden.

Die Betriebsintensität hat dagegen einen entscheidenden negativen Einfluss auf die Fruchtbarkeit. Anderson (1990) führte eine Fruchtbarkeitsverschlechterung bei höherer Leistung auf eine energetische Unterversorgung zurück. FÜRST und SÖLKNER (2000), NEBEL UND MCGILLIARD (1993) UND STEVENSON (1999) fanden in höher leistenden Herden bessere Fruchtbarkeitsergebnisse vor. Sie vertraten die Meinung, dass in diesen Betrieben ein verbessertes Management sich auch positiv auf die Fruchtbarkeit auswirkt. Dies widerspricht den vorliegenden Ergebnissen, bei denen mit steigender Intensität eine Verschlechterung der Fruchtbarkeit beobachtet werden kann.

In Untersuchungen von MUIR et al. (2004) wurde ein positiver Zusammenhang zwischen Persistenz und Fruchtbarkeitsmerkmalen nachgewiesen. Bessere Persistenz führte zu einer höheren Non-Return-Rate. Inwieweit in der vorliegenden Untersuchung die flachere Laktationskurve oder eine ausgeglichener energetische Versorgung oder das Zusammenspiel beider Faktoren, zur besseren Fruchtbarkeit unter extensiven Betrieben geführt hat, kann hier nicht geklärt werden.

Der Kalbeverlauf wird mit steigender Intensität und mit steigender Milchleistungsveranlagung schlechter. Zu gleichen Ergebnissen im Bereich der Milchleistungsveranlagung kommen u.a. auch MUIR et al. (2004). Die Angaben zum Kalbeverlauf werden jedoch möglicherweise auch durch die Qualität der Meldungen über den Geburtsverlauf beeinflusst, wobei keine oder ungenaue Angaben den wahren Kalbeverlauf verschleiern können. Bei extensiv oder ökologisch wirtschaftenden Betrieben wurden bei 4% der Geburten keine Angaben zum Geburtsverlauf gemacht. Dies könnte darauf hindeuten, dass nicht alle Schweregeburten gemeldet werden und der sehr gute Kalbeverlauf dadurch bei der Auswertung der Daten überschätzt worden ist.

Die Anzahl tot geborener oder nach der Geburt verendeter Kälber erhöht sich tendenziell mit steigendem Milchwert, während die Betriebsintensität weniger eine Rolle spielt. Diese Ergebnisse lassen jedoch keine eindeutigen Aussagen zu.

5.2 Genotyp-Umwelt-Interaktionen bei Töchtern von Zweiteinsatzbullen unter unterschiedlichen Betriebsintensitäten

Die Betrachtung der phänotypischen Leistung zeigt, dass sich Kühe mit unterschiedlicher genetischer Leistungsveranlagung, abhängig von der Herdenumwelt, unterschiedlich stark differenzieren. Die Leistungsunterschiede der Töchter von Bullen mit einem hohen gegenüber einem niedrigen Milchwert sind unter intensiven Bedingungen deutlich höher als unter extensiven Bedingungen. Dieser Zusammenhang deckt sich mit den Beobachtungen von PRYCE et al. (1999). Dies könnte ein Hinweis auf eine Genotyp-Umwelt-Interaktion sein. Um die Größenordnung dieser Genotyp-Umwelt-Interaktionen abzuschätzen, wurden

- Korrelation zwischen den durchschnittlichen Töchterabweichungen einzelner Bullen unter unterschiedlichen Umweltbedingungen berechnet und
- genetische Korrelationen zwischen der Milchleistung unter unterschiedlichen Umweltbedingungen geschätzt.

Die Ergebnisse könnten außerdem Hinweise auf eine gezielte Bullenauswahl in der jeweiligen Umwelt geben.

Korrelation zwischen den durchschnittlichen Töchterabweichungen unter intensiven und extensiven Bedingungen

Um festzustellen, ob die untersuchten Bullen gleichermaßen für die unterschiedlichen Haltungsbedingungen geeignet sind, wurden die Korrelationen zwischen den DYDs unter extensiven und intensiven Bedingungen berechnet. Die hohen Korrelationen zeigen an, dass der Großteil der Bullen ähnlich hohe DYDs in unterschiedlichen Intensitätsstufen erzielt, also für beide Betriebstypen geeignet ist. Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit einer Studie von KEARNEY et al. (2004). Obwohl ein höherer Milchwert des Vaters in den Intensitätsstufen zwar nicht die gleiche Leistungsüberlegenheit bedeutet, korrelieren sowohl die durchschnittlichen Töchterabweichungen als auch die daraus errechneten Ränge relativ stark. Bei stärkerer Differenzierung der Umwelt werden die Korrelationen zwar niedriger, liegen aber immer noch in einem hohen Niveau.

Die Ergebnisse zeigen zwar eine geringfügige Genotyp-Umwelt-Interaktion an, diese kann unter den aktuellen Verhältnissen aber vernachlässigt werden. Dies bedeutet zum Einen, dass das bisherige System des Testeinsatzes bei der Bullenprüfung für alle Betriebe zu repräsentativen Ergebnissen führt, zum Anderen ist auch im Bereich der Zuchtwertschätzung keine Differenzierung nach Umwelten notwendig.

Für die Bullenauswahl auf den Betrieben bedeutet dies, dass die Zuchtwerte der Bullen auf die unterschiedlichen Betriebsintensitäten übertragen werden können und in den unterschiedlichen Betriebssystemen die gleichen Bullen zu favorisieren sind.

Allerdings gibt es einzelne Bullen, die sich unter extensiven bzw. intensiven Umweltbedingungen signifikant unterscheiden. Es gibt sowohl Bullen mit höheren DYDs auf intensiven als auch auf extensiven Betrieben. Betrachtet man jedoch die absolute Höhe, schneiden Bullen, die eine Leistungsüberlegenheit auf extensiven Betrieben zeigen, schwach ab. Unter extensiven Bedingungen scheint eine schlechtere Milchleistungsveranlagung nicht so stark zum Tragen zu kommen. Bullen, die höhere DYDs auf extensiven gegenüber intensiven Betrieben aufweisen, haben im Schnitt einen geringeren Milchwert, Gesamtzuchtwert und Zuchtwert Persistenz. Diese schlechteren Zuchtwerte wirken sich anscheinend unter intensiven Bedingungen deutlich negativer als unter extensiven Bedingungen aus.

Genetische Korrelationen

Die Schätzung möglicher GenotypxUmwelt-Interaktionen erfolgte an zwei getrennten Datensätzen aus Nord- und Südbayern. Diese regionale Trennung wurde gewählt, da innerhalb der Regionen die gleichen Bullen der ansässigen Besamungsstationen eingesetzt werden, die genetischen Verknüpfungen also besser ausgeprägt sind.

Südbayern weist eine ca. 200 kg geringere Milchmenge, eine um ca. 15 kg geringere Fett- und eine um 12 kg geringere Eiweißmenge auf. Die Differenzen zwischen sehr extensiven und sehr intensiven Betrieben liegen sowohl in der Milch- als auch in der Fett- und in der Eiweißmenge ähnlich und liegen bei etwa 1300 kg in der Milchleistung und bei ca. 75 kg in der Fett- und 50 kg in der Eiweißmenge.

Die Unterschiede zwischen Nord- und Südbayern als auch die Unterschiede zwischen den Betriebstypen sollen im Folgenden anhand der Unterschiede zwischen sehr intensiven und sehr extensiven Betrieben diskutiert werden.

Entsprechend dem höheren Leistungsniveau ist die Gesamtvarianz in Nordbayern insbesondere bei den sehr extensiven Betrieben höher.

Während sie in allen drei Merkmalen bei den sehr extensiven Betrieben 1,4 bis 1,5 mal so hoch wie in Südbayern ist, sind die Unterschiede bei sehr intensiven Betrieben nur gering (1,02 bis 1,06). Die additiv-genetische Varianz ist bei der Milchmenge in Nordbayern bei extensiven Betrieben um den Faktor 1,73 höher, bei den intensiven Betrieben hingegen um den Faktor 0,89 niedriger. Die entsprechenden Zahlen betragen bei der Fettmenge 1,46 bzw. 1,09 und bei der Eiweißmenge 1,48 bzw. 0,99.

Diese Zahlen lassen den Schluss zu, dass sich sehr intensive Betriebe zwischen Nord- und Südbayern nur wenig unterscheiden, während es im niedrigen Leistungsniveau zu deutlichen Verschiebungen kommt. Diese Verschiebungen können durch die unterschiedlichen Betriebsstrukturen bedingt sein.

Betrachtet man die Unterschiede zwischen den Betriebstypen, dann ergeben sich deutliche Unterschiede bei der additiv-genetischen Varianz. Diese beträgt bei der Milchmenge in intensiven Betrieben in Nordbayern das 1,45-fache und in Südbayern das 2,49-fache der Streuung in extensiven Betrieben. Die Unterschiede bei der Fettmenge liegen entsprechend bei 2,44 bzw. 3,25 und in der Eiweißmenge bei 3,01 bzw. 4,92. Die größten Unterschiede innerhalb der genetischen Varianz zwischen den Betriebsintensitäten finden sich also in der Eiweißmenge, wo sich die genetischen Unterschiede verstärkt auswirken.

Entsprechend kommt es zu einem Anstieg der Heritabilität mit der Betriebsintensität bei Fett- und Eiweiß-kg und zwar sowohl in Nordbayern als auch in Südbayern. Die Heritabilitäten liegen in beiden Regionen auf ähnlichem Niveau und auch der Anstieg mit steigender Betriebsintensität ist ähnlich ($h^2 = 0,21$ bzw. $0,19$ auf sehr extensiven und $h^2 = 0,40$ bzw. $0,38$ auf sehr intensiven Betrieben).

Bei den Heritabilitäten für die Milchmenge scheint eine Abhängigkeit vom Produktionsniveau vorzuliegen. Die höchsten Heritabilitäten werden in Nordbayern unter extensiven und in Südbayern unter intensiven Bedingungen beobachtet, fallen aber in beiden Regionen mit weiter steigendem Produktionsniveau wieder ab.

Auswirkungen dieses Sachverhalts auf die Bullenprüfung und die Zuchtwertschätzung sind möglich. Während Unterschiede in der Reststreuung im Rahmen der Zuchtwertschätzung rechnerisch ausgeschaltet werden, bleiben die Unterschiede in der additiv-genetischen Streuung erhalten. Dies ist solange unproblematisch, wie ein breitgestreuter Testeinsatz der Prüfbullen über alle Betriebstypen erfolgt. Falls einzelne Bullen gezielt, z.B. in höherem Herdenniveau geprüft werden, könnte dies zu Vorteilen bei diesen Bullen führen. In diesem Fall müsste an eine Berücksichtigung dieses Sachverhalts in der Zuchtwertschätzung gedacht werden. Dabei wäre zum Beispiel an die Berücksichtigung unterschiedlicher genetischer Parameter in unterschiedlichen Herdenniveaus zu denken (VEERKAMP und GODDARD, 1998).

Da die Mehrzahl der ökologischen Betriebe in Südbayern liegt, soll ein Vergleich mit diesen Betrieben erfolgen. In der Höhe der Gesamtvarianz und der additiv-genetischen Varianz liegen die ökologischen Betriebe zwischen den sehr extensiven und den extensiven Betrieben in Südbayern. Dies gilt auch für die Höhe der Heritabilitäten. Die Ergebnisse stehen damit im Gegensatz zu einer Untersuchung von NAUTA et al. (2006), die höhere Heritabilitäten bei ökologisch wirtschaftenden Betrieben beschreiben.

Genetische Korrelationen zwischen Leistungen, die unter unterschiedlichen Umweltbedingungen erbracht werden, sind in den meisten Studien sehr hoch und lassen nur auf sehr schwache Genotyp-Umwelt-Interaktionen schließen. Selbst im internationalen Vergleich, abgesehen von wenigen Fällen in denen sich die Umwelt extrem unterscheidet, sind nur sehr geringe Genotyp-Umwelt-Interaktionen festzustellen (KÖNIG et al., 2005).

Auch in dieser Untersuchung deuten genetische Korrelationen über 0,9 keine nennenswerten Genotyp-Umwelt-Interaktionen an. Selbst eine stärkere Differenzierung der Umwelt (10 % der intensivsten und extensivsten Betriebe) verändert die Ergebnisse nur wenig. Diese Ergebnisse unterstreichen die Aussagen, die aufgrund der hohen Korrelationen zwischen Töchterabweichungen getroffen werden konnten. Trotzdem sollte das Phänomen GxU weiter in der zukünftigen Entwicklung beobachtet werden, zumal in näherer Zukunft eine weitere Polarisierung zu erwarten ist. Zum jetzigen Zeitpunkt spielen Genotyp-Umwelt-Interaktionen für das Zuchtgeschehen jedoch nur eine untergeordnete Rolle.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, dass sich die aktuellen Besamungsbullen, und insbesondere auch die milchleistungsstarken Spitzenbullen, sowohl für intensive als auch für extensive und ökologisch wirtschaftende Betriebe eignen. Milchleistungsstarke Bullen erzielen in allen Betriebstypen die höchsten Leistungen, ausgeprägte Genotyp-Umwelt-Interaktionen sind nicht zu beobachten.

5.3 Einfluss von ökologischem Management auf Leistungs- und Fitnessmerkmale

Ökobetriebe und extensive Betriebe liegen zwar auf etwa gleichem Milchleistungsniveau, trotzdem kann das Management nicht unbedingt gleichgesetzt werden.

Der relative Unterschied zwischen der Milchleistung von genetisch hoch und gering veranlagten Kühen lässt Rückschlüsse auf das Management zu. Auf extensiven Betrieben prägt sich eine hohe Milchleistungsveranlagung schwächer aus als auf intensiven Betrieben. Das intensive Management schöpft das genetische Milchleistungspotential also weiter aus. Der relative Unterschied zwischen hoher und geringer Milchleistungsveranlagung auf ökologischen Betrieben ist ähnlich hoch, wie auf intensiven Betrieben. Trotz des geringeren Milchleistungsniveaus, bringt ein höherer Milchwert einen entscheidend höheren Milchertrag. Ein hoher Vaterzuchtwert wird auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben in eine relativ hohe Leistung umgesetzt. Haltung- und Fütterungssysteme sind im Schnitt sogar moderner als auf intensiven Betrieben. Auffällig ist die hohe Leistungssteigerung von der ersten auf die zweite Laktation, welche deutlich höher ist, als die von extensiv gehaltenen Tieren.

Im Bereich der Milchinhaltsstoffe, fallen die ökologischen Betriebe durch sehr niedrige Fett- und Eiweißgehalte auf. Da in der ökologischen Milchviehhaltung der Kraftfutteranteil begrenzt ist, wäre aufgrund des somit höheren Raufutteranteils ein höherer Fettgehalt zu erwarten. Dieses Ergebnis stimmt aber mit Untersuchungen von WEBER et al. (1993), KRISTENSEN und KRISTENSEN (1998) und von SCHWARZENBACHER (2002) überein. In keiner der Untersuchungen konnte für diesen Sachverhalt eine schlüssige Erklärung gegeben werden.

Die Vermutung, dass die niedrigen Fettgehalte durch die regionale Verteilung der ökologisch arbeitenden Betriebe hervorgerufen wird, bestätigte sich nicht. Nach GERBER (2005) befinden sich zwar über die Hälfte der Ökobetriebe im Grünlandgebiet, die Unterschiede zwischen konventionellen und ökologischen Betrieben zeigen sich aber auch innerhalb der Regionen (Ergebnisse nicht dargestellt). In der Literatur existieren widersprüchliche Ergebnisse bezüglich des Eiweißgehalts. Die Spanne reicht von -0,29% (SEHESTED et al. 2003) im Vergleich zum konventionellen Durchschnitt bis hin zu +0,25 % (LUND, 1991). Die vorliegenden Ergebnisse zeigen etwas geringere Eiweißgehalte der ökologisch gehaltenen Kühe. BARTH und RAHMANN (2005) führen

die Diskrepanz dieser Ergebnisse auf die Heterogenität zwischen den Ökobetrieben zurück.

Wie in den Untersuchungen von SÖLKNER et al. (2000) können auch in dem vorliegenden Datenmaterial keine Genotyp-Umwelt-Interaktionen zwischen konventionell und ökologisch gehaltenen Herden festgestellt werden. Die genetischen Korrelationen zwischen der ökologischen und konventionellen Wirtschaftsweise sind sogar tendenziell geringer als die Korrelationen zwischen extensiven und intensiven Betrieben.

Die genetischen Korrelationen könnten sogar andeuten, dass zwischen sehr intensiver Haltung und ökologischer Haltung größere Gemeinsamkeiten festzustellen sind, als zwischen ökologischer und sehr extensiver Haltung. Abgesehen vom Milchleistungsniveau sind ökologische und extensive Wirtschaftsweise also nicht unbedingt gleichzusetzen.

Ökologisch gehaltene Kühe zeichnen sich durch ein etwas geringeres Abgangsrisiko als konventionell gehaltene Kühe aus. Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse kann allerdings nicht abgeklärt werden, ob dies an der ideellen Einstellung der Betriebsleiter oder an einer objektiv messbaren besseren Fitness der Kühe unter ökologischen Bedingungen liegt.

In der ersten Laktation weisen ökologisch gehaltene Kühe geringere Zellgehalte als konventionell gehaltene Kühe auf. In der zweiten und dritten Laktation steigt die Zellzahl steil an, so dass der Zellgehalt den ihrer konventionell gehaltenen Artgenossen übersteigt.

Die Ursache hierfür liegt vermutlich an dem nach Ökorichtlinien beschränkten Medikamenteneinsatz und dem Verzicht auf Trockensteller. Anscheinend sind die Umweltbedingungen in der ersten Laktation (und im ersten Probemelken) so gut, dass das Euter nur wenig belastet wird.

Die besonders hohe Non-Return-Rate – ca. 6 % über den der konventionell gehaltenen Artgenossen - könnte zum Teil an dem höheren Natursprunganteil auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben liegen. Laut GERBER (2005) liegt der Anteil an Natursprung mit 7,2 % um ca. 3,6 % höher als auf konventionell wirtschaftenden Betrieben. Zum einen könnte ein Deckstier am Betrieb zu einer erfolgreicherer Brunstbeobachtung führen, zum anderen ist nicht auszuschließen, dass Kühe, die nicht aufgenommen haben, im Natursprung gedeckt werden und dann nicht mit einem Return-Ergebnis auffallen. Ob die ökologische Wirtschaftsweise als solche zu besserer Fruchtbarkeit und Tiergesundheit führt ist nicht auszuschließen, kann mit dieser Untersuchung aber nicht geklärt werden.

Ökologisch gehaltene Kühe zeigen einen etwas besseren Kalbeverlauf als ihre konventionellen Artgenossen, wobei insbesondere der Anteil von Geburten mit tierärztlicher Hilfe deutlich geringer ist. Demgegenüber ist der Anteil an Totgeburten deutlich erhöht. Aufgrund dieser Ergebnisse wird vermutet, dass bei Geburten auf ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieben seltener der Tierarzt gerufen wird, was zu einer höheren Totgeburtenrate führt. Fasst man die Kategorien „tierärztliche Hilfe“, „Operation“ und „Totgeburt“ zusammen, dann entspricht der prozentuale Anteil auf ökologischen Betrieben dem auf konventionellen Betrieben.

Literaturverzeichnis

- ADR - Arbeitsgemeinschaft deutscher Rinderzüchter e.V. (2004): Rinder-Produktion in Deutschland. Zucht Besamung Leistungsprüfung. Hrg. ADR, Bonn.
- ANDERSON, L. (1990): Relationship between metabolic disease, productive efficiency and fertility in dairy herds. 41. EVT-Tagung, Toulouse.
- BARTH, K. und RAHMANN, G. (2005): Milcherzeugung im ökologischen Landbau. In: Brade, W. und Flachowsky, G. (Hrsg.). Rinderzucht und Milcherzeugung - Empfehlungen für die Praxis (2. Auflage). Sonderhefte der Landbauforschung Völkenrode 289. Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), 136-144.
- BENNEDSGAARD T W, THAMSBORG S M, VAARST M, ENEVOLDSON C (2003): Eleven years of organic dairy production in Denmark: herd health and production related to time of conversion and compared to conventional production. *Livestock Prod. Sci.* 80: 121-131.
- BOETTCHER, P.J., FATEHI, J. und M. M. SCHUTZ (2003): Genotype x Environment Interactions in Conventional versus Pasture-Based Dairies in Canada. *J. Dairy Sci.* 86: 383-389.
- CARABANO, M. J.; L.D. VAN VLECK, G. R. WIGGANS und R. ALENDA (1989): Estimation of genetic parameters for milk and fat yields of dairy cattle in Spain and the United States. *J. Dairy Sci.* 72:3013-3022.
- CARLÉN, E; E. STRANDBERG und A. ROTH (2004): Genetic Parameters for Clinical Mastitis, Somatic Cell Score, and Production in the First Three Lactations of Swedish Holstein Cows. *J. Dairy Sci.* 87:3062-3070.
- CASTILLO-JUAREZ H., P. A. OLTENACU, R. W. BLAKE, C. E. MCCULLOCH und E. G. CIENFUEGOS-RIVAS (1996): Effect of Herd Environment on the Genetic and Phenotypic Relationships among Milk Yield, Conception Rate, and Somatic Cell Score in Holstein Cattle *J. Dairy Sci.* 83:807-814.
- CERON-MUNOZ, M.F., H. TONHATI, C.N. Costa, D. ROJAS-SARMIENTO und D. M. ECHEVERRI. (2004a): Factors that cause genotype by environment interactions and use of a multiple-trait herd-cluster model for milk yield of Holstein cattle from Brazil and Columbia. *J. Dairy Sci.* 87:2687-2692.
- CERON-MUNOZ, M.F., H. TONHATI, C.N. Costa, D. ROJAS-SARMIENTO und SOLARTE-PORTILLA. (2004b): Variance heterogeneity for milk yield in Brazilian and Columbian Holstein herds. *Livest. Research for Rural Development* 16.
- COSTA C.N.R.W. BLAKE, E. J. POLLAK; P. A. OLTENACU, R.L. QUAAS und S.R. SEARLE, (2000): Genetic analysis of Holstein cattle populations in Brazil and the United States. *J. Dairy Sci.* 83:2963-2974.
- CROMIE A.R., KELLEHER D.L., GORDON F.J. und RATH M. (1997): Genotype by environment interaction for milk yield in dairy cattle. *Irish Grassland and Animal Production Association Journal*, 1997, 31: 29-35.
- CROMIE, A.R., D.L. KELLER, F.J. GORDON und M. RATH (1998): Genotype by environment interaction for milk production traits in Holstein Friesian dairy cattle in Ireland. *Interbull Bulletin* 17: 100-104 .

- DEMATAWEWA C.M.B. und P. J. BERGER (1998): Genetic and Phenotypic Parameters for 305-Day Yield, Fertility, and Survival in Holsteins. *J. Dairy Sci* 81:2700–2709.
- ENEVOLDSEN C., J. HINDHEDE und T. KRISTENSEN (1996): Dairy Herd Management Types assessed from Indicators of Health, Reproduction, Replacement, and Milk Production. *J Dairy Sci* 1996 79: 1221-1236.
- ESSL, A., (1999): Grundsatzfragen zum Zuchtziel beim Rind. In: Zuchtziele beim Rind, Seminar des genetischen Ausschusses der ZAR, 3-9.
- FALCONER D.S. (1984): Einführung in die quantitative Genetik. Ulmer Verlag, Stuttgart
- FÜRST, Chr. und EGGER-DANNER, Chr. (2004): Zuchtwertschätzung für Nutzungsdauer. <http://www.lfl.bayern.de>.
- FÜRST, C. (2000): Züchtung auf hohe Milchleistung. Management von Hochleistungskühen, Grünlandwirtschaft und Milchproduktion, Biologische Wirtschaftsweise - Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Viehwirtschaftliche Fachtagung, 6. bis 8. Juni 2000. www.bal.bmlf.gv.at.
- FÜRST C. und SÖLKNER J. (2002): Merkmalsantagonismen in der Rinderzucht. Leistungszucht und Leistungsgrenzen beim Rind. Seminar des genetischen Ausschusses der ZAR, Salzburg, 2002.
- GEDEK W, KNÖPPLER H O, AVERDUNK G (1981): Vergleichende Qualitätsuntersuchungen von Milch aus landwirtschaftlichen Betrieben mit konventioneller und alternativer Wirtschaftsweise. *Archiv für Lebensmittelhygiene* 32: 149-151.
- GERBER A. (2005): Untersuchungen zu züchterischen Entscheidungen auf ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieben. Diplomarbeit an der Fachhochschule Weihenstephan.
- GRÖHN Y. T. und RAJALA-SCHULTZ P J. (2000): Epidemiology of reproductive performance in dairy cows. *Animal Reproduction Science* 60-61:605-614.
- HANSEN L. B. (2000): Consequences of selection for milk yield from a geneticist's viewpoint, *J. Dairy Sci.* 83:1145-1150.
- HEIBENHUBER zitiert von KRÄUBLICH, H. (2002): „Die Zukunft der Fleckviehzucht“ http://www.fleckvieh.de/FVWelt/FVW_92/grub-4-9.pdf.
- http://nachbarland-niederlande.de/extensive_landwirtschaft.htm
- HUTH, F. (1995): Die Laktation des Rindes. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- JARA A. D. CASANOVA, M. ELZO und N. BARRIA (2000): Covariance components for first lactation milk yield at three production and variability levels in Argentinean dairy cows. 7th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod. CD-ROM commun. No. 18-14.
- KEARNEY, J.F., SCHUTZ, M.M., BOETTCHER, P.J. und K.A. WEIGEL (2004): Genotype x Environment Interaction for Grazing vs. Confinement. I. Production Traits. *J. Dairy Sci.* 87: 501-509.
- KÖNIG S., G. DIETL, I. RAEDER and H. H. SWALVE (2005): Genetic Relationships for Dairy Performance Between Large- and Small-Scale Farm Conditions. *Journal of Dairy Science* 88: 4087 – 4096.

- KRISTENSEN T und KRISTENSEN E S (1998): Analysis and simulation modelling of the production in Danish organic and conventional dairy herds. *Livestock Prod. Sci.* 54:55–65.
- KROGMEIER, D., K.-U. GÖTZ UND E. EMMERLING (2004): Untersuchungen zur Selektionswürdigkeit des Merkmals „Leistungssteigerung“ bei Braunvieh und Fleckvieh. *Züchtungskunde* 76, 235-245.
- KRÖMKER, V., J. HAMANN (2001): Praxisrelevante Alternativen zu Schalmtest und Zellzahl für die Mastitisfrüherkennung. Beitrag der AFEMA-Tagung am 4.05.2001 in Wolfpassing.
- LIDAUER, M., E.A. MÄNTYSAARI, J. PEDERSEN und I. STRANDEN (2005): Model validation using Individual Daughter Deviations – Statistical Power. *Interbull Bulletin* Nr. 33, 195-199.
- LUCY MC (2001): Reproductive physiology and management of high-yielding dairy cattle. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 61: 120-127.
- LUND P (1991): Characterization of alternatively produced milk. *Milchwiss.* 46: 166-169.
- Meyers Lexikonredaktion (1999) Meyers großes Taschenlexikon – Band 3 B.I. Taschenbuchverlag.
- MUIR B. L., J. FATEHI, und L. R. SCHAEFFER (2004): Genetic Relationships between Persistency and Reproductive Performance in First-Lactation Canadian Holsteins. *J. Dairy Sci.* 88:1540–1551.
- NAUTA W. J., R. F. VEERKAMP, E. W. BRASCAMP und H. BOVENHUIS (2006): Genotype by Environment Interaction for Milk Production Traits between Organic and Conventional Dairy Cattle Production in the Netherlands. *J Dairy Sci* 89: 2729-2737.
- NEBEL R L und MCGILLIARD M L. (1993): Interactions of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 76:3257-3268.
- NEUENSCHWANDER T. , H. N. KADARMIDEEN, S. WEGMANN, und Y. DE HAAS (2005): Genetics of Parity-Dependant Production Increase and its Relationship with Health, Fertility, Longevity, and Conformation in Swiss Holsteins *J. Dairy Sci.* 88:1540–1551.
- OJANGO, J.M.K. und G.E: POLLOT (2002): The relationship between Holstein bull breeding values for milk yield derived in both the UK and Kenya. *Livest. Prod. Sci.* 74: 1-12.
- PLATEN M. (1997) Physiologie und Management der Beziehungen zwischen Fruchtbarkeit und Milchproduktion bei Hochleistungskühen. Dissertation eingereicht an der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin.
- PRYCE J., SIMM G., VEERKAMP R.F. und OLDHAM J.D. (1999): Genotype by nutrition interactions from Langhill dairy cows in three lactations. *Proceedings of the British Society of Animal Science*, 200.
- RAFFRENATO E., R. W. BLAKE, P. A. OLTENACU, J. CARVALHEIRA und G. LICITRA (2003): Genotype by Environment Interaction for Yield and Somatic Cell Score with alternative Environmental Definitions. *J. Dairy Sci.* 86:2470–2479.

- REKAYA R., K.A. WEIGEL und D. Gianola, (2001). Application of a structural model for genetic covariances in international dairy sire evaluations. *J. Dairy Sci.* 84: 1525-1530.
- SCHWARZENBACHER H (2002): Erfordern unterschiedliche Leistungsgrenzen auch unterschiedliche Zuchttiere? Leistungszucht und Leistungsgrenzen beim Rind, Seminar des genetischen Ausschusses der Zentralen Arbeitsgemeinschaft österreichischer Rinderzüchter, Salzburg.
- SEHESTED J, KRISTENSEN T und SØEGAARD K (2003): Effect of concentrate supplementation level on production, health and efficiency in an organic dairy herd. *Livestock Prod. Sci.* 80:153-165.
- SÖLKNER J., SCHWARZENBACHER H., FÜRST CH. (2000): Untersuchung von Genotyp- Umwelt Interaktionen bei Milchkühen auf biologischen und konventionellen Betrieben. zitiert von Schwarzenbacher, 2002.
- Sonderbericht Nr. 5/2002 über die Extensivierungsprämienregelung (2002) Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften ISSN 0376-9461 C 290 45.
- STANTON, T.L., R. W. BLAKE, und R. L. QUAAS (1991): Genotype by Environment interactions for Holstein milk yield in Columbia, Mexico and Puerto Rico. *J. Dairy Sci.* 74:1700-1714.
- STEVENSON J S. (1999) Can you have a good reproduction and high milk yield? *Hoard's Dairyman* 144:536.
- SWALVE, H.H. (1999); Gibt es Grenzen in der Zucht auf Milchleistung? Aus der Sicht der Züchtung. *Züchtungskunde* 71, 428-436.
- VEERKAMP, R.F. und M. E. GODDARD (1998): Covariance Functions Across Herd Production Levels for Test Day Records on Milk, Fat, and Protein Yields. *J. Dairy Science*, 81: 1690-1701.
- WEIGEL, K.A und R. REKAYA (2000): A multiple trait herd cluster model for international dairy sire evaluation. *J. Dairy Sci.* 83:815-821.
- WILLAM (2003): www.boku.ac.at. Unterlagen für die Lehrveranstaltung Tierzucht.
- WINDIG J. J., M. P. L. CALUS, and R. F. VEERKAMP (2005) Influence of Herd Environment on Health and Fertility and their Relationship with Milk Production, *J. Dairy Sci.* 88:335–347.
- ZWALD N. R., K. A. WEIGEL, W. F. FIKSE, and R. REKAYA (2002): Identification of Factors That Cause Genotype by Environment Interaction Between Herds of Holstein Cattle in Seventeen Countries. *J Dairy Sci.* 2003 86: 376-382.

