

## 4. ERGEBNISSE

### 4.1 TEILSTUDIE I

#### 4.1.1 MITTELWERTE, STANDARDABWEICHUNGEN UND VARIATIONS- KOEFFIZIENTEN

Aus den Daten der Teilstudie I wurden die Mittelwerte, Standardabweichungen und Variationskoeffizienten für die Zellzahl, die 305-Tage-Milchmenge sowie die Milch Inhaltsstoffe berechnet (Tab. 30). Hierbei wurden die Betriebe A und B getrennt betrachtet.

Für den Durchschnitt der Zellzahl wurde in beiden Betrieben ein Zellzahindex größer als 3 berechnet (SCS = 3 entspricht einer absoluten Zellzahl von 100.000/ml Milch), die aus Sicht der Eutergesundheit hoch ist. Die hohe Variation der Zellzahl wird am Variationskoeffizienten deutlich. Die Betriebe A und B hatten mit einer durchschnittlichen 305-Tage-Milchmenge von 5476 kg bzw. 5547 kg ein ähnliches Leistungsniveau und entsprachen mit ihrer Leistung dem Durchschnitt Brandenburgs im Jahr 1995 (ADR 1996). In Betrieb B war der mittlere Fettgehalt und der mittlere Eiweißgehalt 0,5% höher als in Betrieb A. Eine Ursache könnte der höhere Anteil an Schwarzbunten Milchrindern in Betrieb B sein, die durch ihren Jerseyanteil im Pedigree höhere Fettgehalte in der Milch aufweisen. Der mittlere Laktosegehalt lag in beiden Betrieben mit 4,7 % gleich.

Tab. 30: Mittelwert ( $\bar{y}$ ), Standardabweichung (s) und Variationskoeffizient (V.K.) für den Zellzahindex und die Milchleistungsmerkmale in 305-Tagen aller Laktationen

Merkmale im Gesamtgemelk	Betrieb A n = 584			Betrieb B n = 986		
	$\bar{y}$	s	V.K.	$\bar{y}$	s	V.K.
Zellzahindex	3,86	1,57	40,7	3,48	1,85	53,1
Milchmenge (kg)	5476	991	18,1	5547	1224	22,1
Fettgehalt (%)	4,22	0,45	10,6	4,76	0,60	12,5
Eiweißgehalt (%)	3,31	0,22	6,2	3,76	0,25	6,7
Laktosegehalt (%)	4,72	0,15	3,2	4,75	0,15	3,2

In den Tabellen 31 und 32 wurde die Laktation in den Laktationsabschnitten (I bis III) dargestellt. Übereinstimmend für beide Betriebe war ein höherer Zellzahindex in dem

zweiten wie dritten Laktationsabschnitt, wobei der höchste Zellzahlindex am Ende der Laktation zu beobachten war.

Die mittlere Tagesmilchmenge war in beiden Betrieben im ersten Abschnitt am höchsten. Im zweiten Laktationsabschnitt wurde durchschnittlich vier bzw. fünf kg weniger Tagesmilchmenge gemolken, im dritten war die Leistung um 10 kg geringer als im ersten Laktationsabschnitt. Die mittleren Fett- und Eiweißgehalte hatten im dritten Laktationsabschnitt den höchsten Wert. Im ersten Abschnitt hatten sie ihren niedrigsten Wert. Der mittlere Laktosegehalt wies eine geringe Variation auf, jedoch verringerte sich der Laktosegehalt mit den Laktationsabschnitten von 4,73 bzw. 4,77 auf 4,66.

Tab. 31: Mittelwerte ( $\bar{y}$ ) und Standardabweichung (s) der Testtagsleistungen für Zellzahlindex, Tagesmilchmenge und Milchinhaltsstoffe für die Laktationsabschnitte aller Laktationen in Betrieb A (n = 584)

Merkmal	Laktationsabschnitt					
	I		II		III	
	$\bar{y}$	s	$\bar{y}$	s	$\bar{y}$	s
Zellzahlindex	3,59	1,44	3,72	1,35	3,94	1,31
Tagesmilchmenge (kg)	21,30	5,00	17,10	3,80	13,40	3,30
Fettgehalt (%)	4,11	0,52	4,18	0,55	4,45	0,06
Eiweißgehalt (%)	3,09	0,25	3,33	0,28	3,61	0,32
Laktosegehalt (%)	4,73	0,17	4,68	0,18	4,66	0,20

Tab. 32: Mittelwerte ( $\bar{y}$ ) und Standardabweichung (s) der Testtagsleistungen für Zellzahlindex, Tagesmilchmenge und Milchinhaltsstoffe für die Laktationsabschnitte aller Laktationen in Betrieb B (n = 986)

Merkmal	Laktationsabschnitt					
	I		II		III	
	$\bar{y}$	s	$\bar{y}$	s	$\bar{y}$	s
Zellzahlindex	3,05	1,52	3,18	1,52	3,54	1,52
Tagesmilchmenge (kg)	21,60	6,70	16,70	4,80	12,30	4,20
Fettgehalt (%)	4,57	0,80	4,71	0,70	5,12	0,79
Eiweißgehalt (%)	3,48	0,31	3,86	0,33	3,91	0,31
Laktosegehalt (%)	4,77	0,21	4,71	0,20	4,66	0,22

## 4.1.2 SYSTEMATISCHE EFFEKTE

### 4.1.2.1 SYSTEMATISCHE EFFEKTE FÜR DEN ZELLZAHLINDEX

Zur Prüfung von systematischen Effekten auf den ZellzahlindeX (SCS) kam das Modell 1 zur Anwendung. Dabei erwiesen sich die geprüften fixen Effekte Laktationsnummer, Genotyp/Betrieb, Saison/Jahr und Laktationsstadium als signifikant (Tab. 33). Das Kalbealter ging als Kovariable in das Modell ein. Durch das Modell 1 werden 16,5 % der Varianz des ZellzahlindeXes erklärt. Der Reststandardfehler beträgt 1.693. Ein großer Teil der Varianz ist nicht geklärt.

Tab. 33: Varianztabelle und Signifikanzen für das Merkmal ZellzahlindeX (Modell 1)

Varianzursache	Freiheitsgrade	Signifikanz*
Laktationsnummer	4	+
Genotyp/Betrieb	4	+
Saison/Jahr	13	+
Laktationsstadium	21	+
Kalbealter	1	+
Bestimmtheitsmaß (R <sup>2</sup> )		0.165
Reststandardabweichung		1.693

\*(P<0,05)

Die Beschreibung einzelner Effekte erfolgte mit Hilfe von Least-Squares-Mittelwerten (LSM) des ZellzahlindeXes. Wegen der unterschiedlichen Besetzung der einzelnen Zellen wurde der Mittelwert korrigiert. Bei der Betrachtung der korrigierten Mittelwerte ist zu erkennen, dass die Tiere in der ersten Laktationsnummer den niedrigsten ZellzahlindeX aufwiesen. Der ZellzahlindeX wurde mit den Laktationsnummern höher (Tab.34). Die Least-Squares-Mittelwerte der ersten Laktation unterschieden sich signifikant von allen anderen. Die Least-Squares-Mittelwerte der zweiten und dritten Laktation unterschieden sich voneinander nicht signifikant, jedoch von der vierten und höheren Laktationen wieder deutlich.

Tab. 34: Least-Squares-Mittelwerte (LSM) und Standardfehler (SE) für den ZellzahlindeX nach Laktationsnummer

Laktationsnummer	N	LSM*	SE
1	6548	3,21 <sup>a</sup>	0,06
2	2889	3,92 <sup>b</sup>	0,04
3	1912	3,89 <sup>b</sup>	0,05
4	2006	4,16 <sup>c</sup>	0,06
≥ 5	2392	4,16 <sup>c</sup>	0,09

\*Nicht signifikant verschiedene Mittelwerte sind mit gleichen Buchstaben gekennzeichnet (P<0,05)

Der Zellzahlverlauf in den Laktationen ist graphisch dargestellt. In Abbildung 3 wurden die Least-Squares-Mittelwerte des Zellzahlindex in einem vierzehntägigen Abstand von der zweiten bis zur 42. Woche aufgetragen.

Es ist zu erkennen, dass mit zunehmender Laktationsnummer das Zellzahlniveau anstieg. Dieser Anstieg war vor allem zwischen der ersten und zweiten Laktation zu beobachten, während er zwischen der zweiten und dritten bzw. zwischen der dritten und vierten Laktation weniger stark ausgeprägt war. Die Kurven der einzelnen Laktationen liefen annähernd parallel. Bei der Betrachtung des Laktationsverlaufes fiel der anfänglich hohe Zellzahlindex in der zweiten Laktationswoche auf, der sich in allen Laktationen zur nächsten Prüfung in der vierten Laktationswoche drastisch senkte. Im weiteren Verlauf war die Frühlaktation, hier dargestellt bis zur 14. Laktationswoche, von den niedrigsten Werten für den Zellzahlindex geprägt. Im weiteren Laktationsverlauf stieg der Zellzahlindex bis zur 42. Woche stetig steiler an.

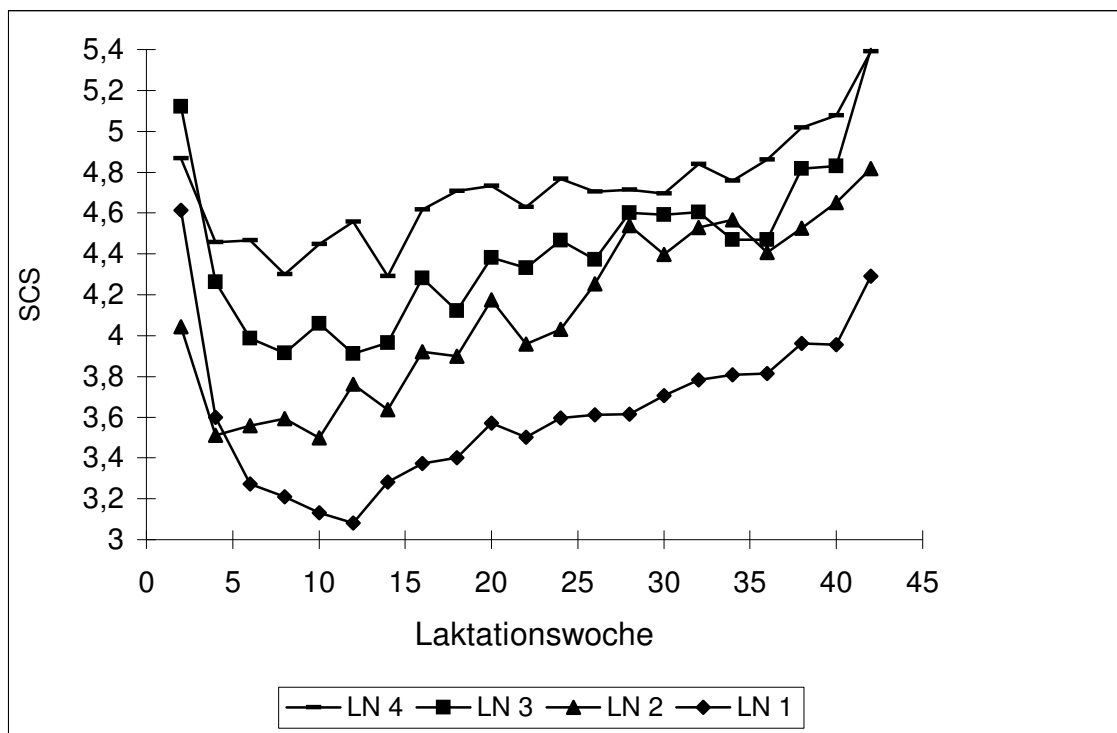


Abb. 3: Verlauf des Zellzahlindex (SCS) für die erste (LN 1) bis vierte Laktation (LN 4) in Abhängigkeit vom Laktationsstadium

Die korrigierten Mittelwerte (LSM) des Zellzahlindexes lagen für den Betrieb B unter 4 und für den Betrieb A über 4 (Tab.35). Ein Zellzahlindex von 4 entspricht einer absoluten Zellzahl von 200.000/ml Milch. Die tschechischen Schwarzbunten hatten den niedrigsten Mittelwert.

An verschiedenen Zellzahlmittelwerten von 3,97 bzw. 4,38 des Genotyps Schwarzbuntes Milchrind wurde der Betriebseinfluss deutlich.

Tab. 35: Least-Squares-Mittelwerte (LSM) und Standardfehler (SE) für den Zellzahlindex nach Genotyp und Betrieb

Genotyp/Betrieb	N	LSM*	SE
SMR/A	2345	4,38 <sup>a</sup>	0,04
HF/A	4347	4,19 <sup>b</sup>	0,03
SMR/B	7992	3,97 <sup>c</sup>	0,03
TSB/B	233	3,16 <sup>d</sup>	0,11
TFV/B	830	3,64 <sup>e</sup>	0,07

\*Nicht signifikant verschiedene Mittelwerte sind mit gleichen Buchstaben gekennzeichnet (P<0,05)

#### 4.1.2.2 SYSTEMATISCHE EFFEKTE FÜR DIE TAGESMILCHMENGE UND DIE MILCHINHALTSSTOFFE

Zur Überprüfung der systematischen Effekte auf die Milchmenge und die Milch Inhaltsstoffe kam das Modell 2 zur Anwendung, indem das erste Modell um den Effekt der Zellzahlgruppe und der Interaktion Genotyp/Zellzahlgruppe erweitert wurde (Tab.36).

Die fixen Effekte Laktationsnummer, Saison/Jahr, Laktationsstadium und Zellzahlgruppe sowie die Interaktion Genotyp/Zellzahlgruppe erwiesen sich als hoch signifikant für alle Merkmale der Milchleistung. Der fixe Effekt Genotyp/Betrieb war signifikant bei den Merkmalen Milchmenge, Fettgehalt und Eiweißgehalt, jedoch nicht beim Merkmal Laktose. Das Kalbealter als Kovariable beeinflusste die mittlere Tagesmilchmenge und den Eiweißgehalt, nicht aber den Fett- und Laktosegehalt.

Tab.36: Varianztabelle und Signifikanzen für die Merkmale Tagesmilchmenge (TMM), Fettgehalt (FG) , Eiweißgehalt (EG) und Laktosegehalt (LG)

Varianzursache	Freiheitsgrade	TMM*	FG*	EG*	LG*
Laktationsnummer	4	+	+	+	+
Genotyp/Betrieb	4	+	+	+	-
Saison/Jahr	13	+	+	+	+
Laktationsstadium	21	+	+	+	+
Zellzahlgruppe	4	+	+	+	+
Genotyp/Zellzahlgruppe	19	+	+	+	+
Kalbealter	1	+	-	+	-
Bestimmtheitsmaß R <sup>2</sup>		0.441	0.251	0.518	0.262

Reststandardabweichung	0.495	0.545	0.103	0.036
------------------------	-------	-------	-------	-------

\*(P<0,05)

Die Merkmale Fettgehalt und Laktosegehalt waren deutlich weniger von den beschriebenen systematischen Effekten beeinflusst ( $R^2= 0.251$  bzw.  $0.262$ ) als Tagesmilchmenge und Eiweißgehalt ( $R^2= 0.441$  bzw.  $0.518$ ). Die Reststandardabweichungen zeigten merkmalsbedingt deutliche Unterschiede.

Für die Effekte sind zum Vergleich die Least-Squares-Mittelwerte in Tabelle 37 dargestellt. Für den Betriebseffekt auf die Tagesmilchmenge konnte man am Schwarzbunten Milchrind (SMR) gut erkennen, dass es im Betrieb B eine um 0,8 kg höhere Leistung gegenüber dem Betrieb A erbrachte. Bei den anderen Genotypen ließ sich der Effekt des Betriebes nicht von dem Effekt der Genotypen selbst trennen. Es gab jedoch auffallende Unterschiede der Least-Squares-Mittelwerte zwischen den Genotypen innerhalb der Betriebe. So hatten im Betrieb A die Holstein Friesian eine um 0,6 kg höhere mittlere Tagesleistung als das Schwarzbunte Milchrind. In dem Betrieb B unterschieden sich die Mittelwerte für die Tagesmilchleistung des Schwarzbunten Milchrindes und der Tschechischen Schwarzbunten nicht signifikant voneinander. Ein auffallender Leistungsunterschied bestand jedoch zwischen dem Schwarzbunten Milchrind und dem Tschechischen Fleckvieh im Betrieb B, das eine deutlich geringere Tagesmilchleistung von 14,3 kg hatte.

Es ergaben sich ebenfalls signifikante Unterschiede der Mittelwerte für die Fett- und Eiweißgehalte innerhalb der Betriebe zwischen den Genotypen sowie zwischen den Betrieben innerhalb des Genotyps Schwarzbuntes Milchrind (Tab.37).

Tab.37: Least-Squares-Mittelwerte (LSM) und Standardfehler (SE) von Tagesmilchmenge (TMM), Fettgehalt (FG) und Eiweißgehalt (EG) nach Genotyp und Betrieb

Genotyp/ Betrieb	N	TMM (kg)		FG (%)		EG (%)	
		LSM*	SE	LSM*	SE	LSM*	SE
SMR/A	2451	17,0 <sup>a</sup>	0,12	4,38 <sup>a</sup>	0,018	3,42 <sup>a</sup>	0,008
HF/A	4562	17,6 <sup>b</sup>	0,10	4,16 <sup>b</sup>	0,015	3,29 <sup>b</sup>	0,006
SMR/B	8765	17,8 <sup>b</sup>	0,09	4,85 <sup>c</sup>	0,013	3,82 <sup>c</sup>	0,005
TSB/B	240	17,5 <sup>ab</sup>	0,34	4,21 <sup>b</sup>	0,046	3,58 <sup>d</sup>	0,021
TFV/B	876	14,3 <sup>c</sup>	0,21	4,40 <sup>a</sup>	0,029	3,78 <sup>c</sup>	0,015

\*Nicht signifikant verschiedene Mittelwerte sind mit gleichen Buchstaben gekennzeichnet (P<0,05)

Desweiteren war zu klären, bei welchem Zellzahlniveau eine Leistungsdepression hinsichtlich der Milchmenge und des Laktosegehaltes zu erwarten ist. Dafür wurden die Daten aus Betrieb A herangezogen (Tab. 38). Die Least-Squares-Mittelwerte der Tagesmilchmenge und des Laktosegehaltes wurden nach Genotyp/Zellzahlgruppe betrachtet und mittels t-Test gegen die Zellzahlgruppe 50 (ZZ unter 50.000/ml Milch) auf Signifikanz geprüft. Die Zellzahl wurde in 5 Klassen unterteilt.

In den höheren Zellzahlgruppen war eine geringere mittlere Tagesmilchleistung zu erkennen. Übereinstimmend für das Schwarzbunte Milchrind und für die Holstein Frisian wurde eine signifikant geringere Tagesmilchmengenleistung bereits in der Zellzahlgruppe 100 (ZZ = 51.000-100.000/ml Milch) beobachtet. Die Tagesmilchmenge wurde beim Schwarzbunten Milchrind in den höheren Klassen schrittweise geringer und hatte eine Differenz von 2,1 kg zwischen der Zellzahlgruppe 50 und >200. Bei den Holstein Frisian war dieser Abwärtstrend in den höheren Klassen nicht so stark ausgeprägt, die Differenz zwischen den Zellzahlgruppen 50 und >200 betrug nur 1,3 kg.

Der Laktosegehalt war bei beiden Genotypen in der Zellzahlgruppe 50 (ZZ unter 50.000/ml Milch) am höchsten. Ein signifikant geringerer Laktosegehalt konnte bei beiden Genotypen erst in den Zellzahlgruppen 200 und >200 festgestellt werden. Betrug die Zellzahl weniger als 150.000 Zellen/ml Milch, wurde der Laktosegehalt nicht beeinflusst. Demnach reagierte die Tagesmilchmenge empfindlicher auf eine Zellzahlerhöhung als der Laktosegehalt.

Tab.38: Least-Squares-Mittelwerte (LSM), Standardfehler (SE) und Signifikanz (P) nach Genotyp und Zellzahlgruppe (ZZG) für Tagesmilchmenge (TMM) und Laktosegehalt (LG) in Betrieb A zum Laktationsbeginn aller Laktationen

Genotyp	ZZG	n	TMM	SE	P*	LG	SE	P*
SMR	50	243	18,5	0,32		4,70	0,012	
	100	315	17,7	0,28	+	4,70	0,011	-
	150	162	17,4	0,37	+	4,71	0,014	-
	200	117	16,8	0,43	+	4,66	0,017	+
	>200	720	16,4	0,18	+	4,67	0,007	+
HF	50	369	19,5	0,28		4,74	0,011	
	100	648	18,2	0,21	+	4,73	0,008	-
	150	288	18,6	0,30	+	4,73	0,012	-
	200	351	18,4	0,29	+	4,68	0,011	+
	>200	1269	18,2	0,16	+	4,69	0,006	+

\*getestet gegen Zellzahlgruppe 50 (P<0,05)

#### 4.1.3 ZUSAMMENHANG ZWISCHEN ZELLZAHL UND MILCHLEISTUNG IN DEN LAKTATIONEN

Um die Auswirkungen einer Zellzahlerhöhung auf die Milchsynthese zu prüfen, wurden phänotypische Korrelationen zwischen Zellzahlinde (SCS) und verschiedenen Milchleistungsmerkmalen geschätzt. Der Zusammenhang zwischen Zellzahl und Milchleistung innerhalb einer Laktation, wurde aus den Gesamtgemelken für mehrere Laktationen mit phänotypischen Korrelationen geschätzt (Tab. 39). Zum Vergleich wurden auch aus den Viertelgemelken des Studienteils II für die erste Laktation phänotypische Korrelationen zwischen den gleichen Merkmalen geschätzt und an dieser Stelle integriert.

Die Korrelationskoeffizienten, die für die erste Laktation aus den Viertelgemelken und den Gesamtgemelken geschätzt wurden, waren annähernd gleich. Die Art der Probenentnahme war für die Beziehung der Merkmale offensichtlich nicht entscheidend. Die Beziehungen zwischen dem Zellzahlinde und der Tagesmilchmenge bzw. dem Laktosegehalt lagen in einem negativen niedrigen bis mittleren Bereich. Das heißt, dass es bei einer Zellzahlerhöhung zu einer Abnahme der Tagesmilchmenge und des Laktosegehaltes kam. Die phänotypischen Korrelationen zwischen dem Zellzahlinde und dem Fett- bzw. Eiweißgehalt lagen um null. Der Fett- bzw. Eiweißgehalt standen mit der Zellzahllöhe in der Milch so gut wie in keiner Beziehung. Dagegen lagen die Korrelationen zwischen dem Laktosegehalt und dem Zellzahlinde im mittleren negativen Bereich. Das ist ein Hinweis darauf, dass bei einer Störung der Milchsynthese durch eine Euterentzündung besonders die Laktosesynthese gestört wird.

Die Vorzeichen der phänotypischen Korrelationen zwischen dem Zellzahlinde und der Tagesmilchmenge bzw. dem Laktosegehalt in den höheren Laktationen blieben immer negativ in einem Bereich von -0,21 bis -0,41. Die Beziehung Zellzahlinde zu Tagesmilchmenge war in der zweiten Laktation am höchsten. Die Beziehung Zellzahlinde zu Laktosegehalt lag im negativen Bereich, und wurde in der ersten Laktation am engsten geschätzt und mit höherer Laktation geringer. Die Korrelationskoeffizienten zwischen dem Zellzahlinde und dem Fett- bzw. Eiweißgehalt änderten zwar ihr Vorzeichen, lagen jedoch weitgehend um null. Nur in der 3. Laktation gibt es eine stärkere negative Korrelation zwischen Fettgehalt und Zellzahlinde von  $r_p = -0,24$ .

Tab. 39: Phänotypische Korrelationen ( $r_p$ ) zwischen dem Zellzahlinde (SCS-Viertel) und Gesamtgemelken (SCS-Gesamt) in Viertelgemelken und den Milchleistungsmerkmalen in verschiedenen Laktationen

Merkmal	SCS-Viertel		SCS-Gesamt	
	1. Lakt.	1. Lakt.	2. Lakt.	3. Lakt.
Tagesmilchmenge (kg)	-0,25	-0,24	-0,41	-0,21
Fettgehalt (%)	0,11	0,07	-0,02	-0,24
Eiweißgehalt (%)	0,06	0,05	-0,02	-0,15
Laktosegehalt (%)	-0,41	-0,37	-0,35	-0,16



Zusätzlich wurden phänotypische Korrelationen in den Laktationsabschnitten geschätzt (Tab.40). Bei den Korrelationen zwischen Zellzahlindex und Tagesmilchmenge war kein eindeutiger Unterschied zwischen den Abschnitten erkennbar. Die Korrelationen zwischen dem Zellzahlindex und dem Laktosegehalt waren im ersten wie dritten Laktationsabschnitt geringfügig höher als im zweiten.

Tab. 40: Phänotypische Korrelationen ( $r_p$ ) im Gesamtgemelk zwischen Zellzahlindex und Milchleistungsmerkmalen in verschiedenen Laktationen und Laktationsabschnitten

Merkmal	Laktation	Laktationsabschnitt		
		I	II	III
Tagesmilchmenge	1	-.33	-.27	-.29
	2	-.26	-.34	-.30
	3	-.30	-.32	-.33
Laktosegehalt	1	-.47	-.35	-.41
	2	-.36	-.37	-.42
	3	-.37	-.28	-.30

Zwischen der Tagesmilchmenge und dem Laktosegehalt wurden positive niedrige bis mittlere Korrelationen geschätzt (Tab.41). Im ersten Laktationsabschnitt zeigte sich von der ersten bis zur dritten Laktation eine deutliche Abnahme der Beziehung, von  $r_p = .41$  auf  $.19$ , die sich im weiteren Laktationsverlauf aller Laktationen nicht bestätigte.

Tab. 41: Phänotypische Korrelationen ( $r_p$ ) im Gesamtgemelk zwischen der Tagesmilchmenge (kg) und dem Laktosegehalt (%) in verschiedenen Laktationen und Laktationsabschnitten

Laktation	Laktationsabschnitt		
	I	II	III
1	.41	.23	.28
2	.30	.23	.31
3	.19	.36	.40

Die Korrelationen einzelner Merkmale zwischen den Laktationsabschnitten wird in Tabelle 42 dargestellt. Für alle Merkmale ließ sich eine engere Beziehung zwischen den benachbarten Laktationsabschnitten I und II sowie II und III feststellen. Zwischen den Laktationsabschnitten I und III zeigte sich für alle Merkmale eine etwas losere Beziehung. Zwischen den Laktationsabschnitten bestand für den Zellzahlindex eine mittlere bis hohe Beziehung von  $r_p = .25$  bis  $.56$ . Die Merkmale Tagesmilchmenge und Laktosegehalt hatten mittlere bis hohe Korrelationen. Für alle Merkmale unterschieden sich die Werte nicht wesentlich zwischen den ersten drei Laktationen.

Tab. 42: Phänotypische Korrelationen ( $r_p$ ) im Gesamtgemelk zwischen verschiedenen Laktationsabschnitten und Laktationen einzelner Merkmale

Merkmal	Laktation	Zwischen Laktationsabschnitten		
		I und II	I und III	II und III
SCS	1	.48	.37	.50
	2	.56	.26	.31
	3	.56	.40	.47
Tagesmilchmenge	1	.73	.48	.72
	2	.69	.43	.69
	3	.69	.39	.72
Laktosegehalt	1	.67	.52	.69
	2	.62	.37	.63
	3	.58	.34	.59

#### 4.1.4 ZUSAMMENHANG ZWISCHEN DER ERSTEN UND ZWEITEN LAKTATION FÜR DIE ZELLZAHL

Ziel dieser Auswertung war es herauszufinden, ob es einen möglichen carry-over-Effekt der Zellzahl in die Folgelaktation gab. Dazu wurden die Kühe anhand des Zellzahlmittelwertes der letzten beiden Prüfungen der ersten Laktation in Gruppen eingeteilt (Tab. 43). Nach dieser Einteilung wurden 24,4% der Kühe zellzahlgesund trocken gestellt. Der Anteil der Kühe mit einer geringeren Zellzahlerhöhung betrug 32,4% und 43,2% aller Kühe wurden mit einer stärkeren Zellzahlerhöhung trocken gestellt.

Tab. 43: Gruppenbildung nach der Zellzahl der letzten zwei Prüfungen der ersten Laktation (315 Tiere)

Gruppe	Zellzahl (tsd)	SCS	Zellzahl	Anzahl	Anteil %
1	< 100	< 3	gesund	77	24,4
2	100 – 200	3-4	gering erhöht	102	32,4
3	> 200	> 4	stärker erhöht	136	43,2

Der Verlauf des Zellzahlindex über die erste und zweite Laktation in den definierten Gruppen ist in Abbildung 4 dargestellt.

Es wurden die Least-Squares-Mittelwerte für den Zellzahlindex in Gruppen der einzelnen Laktationsmonate bis zum neunten Monat aufgetragen, auch wenn einzelne Tiere eine längere Laktation aufwiesen. Die Kurven werden durch die Trockenstehphase unterbrochen. Es war

zu erkennen, dass das Zellzahlniveau generell in der zweiten Laktation höher lag als in der ersten. Der Einfluss der Höhe der Zellzahl der letzten zwei Prüfungen vor dem Trockenstellen auf den Verlauf der Folgelaktation wurde deutlich, da es beim Verlauf zu keiner Überschneidung der Kurven der drei Gruppen kam. Diese stellten sich in etwa parallel auf unterschiedlichen Ebenen dar. Jedoch stieg die obere Kurve - stärker erhöhte Zellzahl am Ende der ersten Laktation - kaum noch im Laufe der zweiten Laktation.

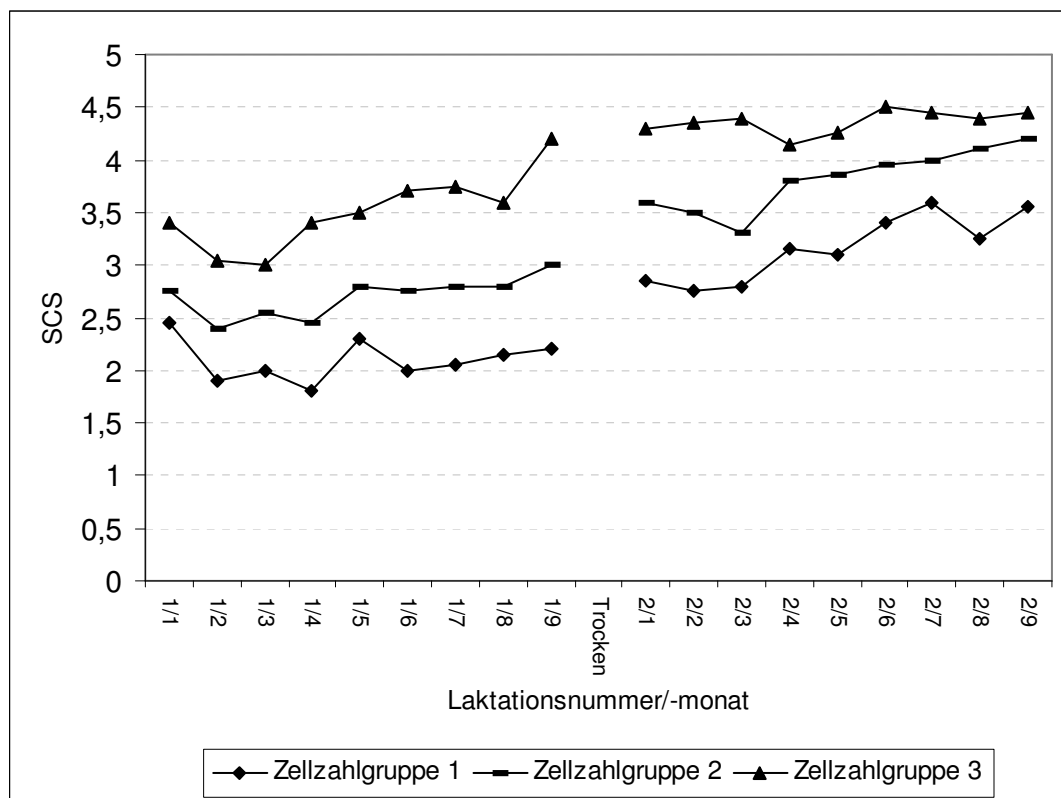


Abb. 4: Mittlere Verlaufskurve des Zellzahlindex für drei Zellzahlgruppen in der ersten und zweiten Laktation

Da in Abbildung 4 Mittelwerte der Gruppen aufgetragen wurden, ging daraus nicht hervor, ob alle Kühe in der Folgelaktation einen Zellzahlindex aufwiesen, mit dem sie der gleichen Zellzahlgruppe wie in der ersten Laktation zugeordnet werden würden. Deshalb wurden die Tiere zu Beginn der zweiten Laktation erneut in die drei definierten Gruppen eingeteilt. Dazu wurde ein Mittelwert des Zellzahlindex der ersten zwei Prüfungen der zweiten Laktation gebildet. Die so eingeteilten Kühe wurden den Zellzahlgruppen der ersten Laktation zugeordnet, so dass ein Verbleib der Tiere nach der Trockenstehperiode nachvollziehbar war (Tab.44).

Der Anteil der Kühe, die der Zellzahl nach als gesund eingestuft worden sind, betrug 24,4% am Ende der ersten Laktation. Es wurden 32,4% der Kühe mit einer leicht erhöhten und 43,2% mit einer stärker erhöhten Zellzahl trocken gestellt. Zu Beginn der zweiten Laktation

war der Anteil zellzahlgesunder Kühe mit 33,9% etwas höher. Der Anteil der Kühe mit einer leicht erhöhten Zellzahl war mit 23,2% geringer und der Anteil der Kühe mit einer stärker erhöhten Zellzahl blieb in etwa mit 56,6% gleich groß.

Betrachtet man den Verbleib der Kühe in den Gruppen, so erkennt man, dass von zellzahlgesunden Kühen am Ende der ersten Laktation nur 49,4% zu Beginn der zweiten Laktation in ihrer Gruppe verblieben. Die anderen Kühe hatten zu Beginn der zweiten Laktation eine erhöhte Zellzahl. Von den Kühen, die mit einer leicht erhöhten Zellzahl trockengestellt wurden, verblieben nur 25,5% zu Beginn der zweiten Laktation in ihrer Zellzahlgruppe. Diese Gruppe spaltete sich größtenteils auf. Von diesen Kühen waren 33% der Zellzahl nach gesund, 41% der Kühe hatten eine stärker erhöhte Zellzahl. Betrachtet man die Kühe, die am Ende der ersten Laktation eine stärker erhöhte Zellzahl aufwiesen, erkennt man, dass es 43% der Kühe möglich war, ihre Zellzahl in diesem Zeitraum zu verringern. Aber 57% der Kühe konnten in dem prüfungsfreien Zeitraum ihre Euter nicht regenerieren oder waren erneut in ihrer Gesundheit gestört.

Der Korrelationskoeffizient zwischen dem Zellzahlindex des Mittelwertes der letzten zwei Prüfungen der ersten Laktation und dem Zellzahlindex des Mittelwertes der ersten zwei Prüfungen der Folgelaktation wurde auf  $r_p = .29$  geschätzt. Es ist ein statistisch positiver geringer bis mittlerer Zusammenhang zwischen den Zellzahlmittelwerten gegeben, die Ende der ersten Laktation und Anfang der zweiten Laktation gebildet wurden. Aber es lässt sich nicht mit Sicherheit von dem einen Zustand auf den anderen schließen.

Tab. 44: Anteil der Kühe in den Zellzahlgruppen zu Beginn der zweiten Laktation aus vorausgegangener erster Laktation

Zellzahlgruppe Ende 1. Laktation	Zellzahlgruppe Beginn 2. Laktation			Total
	< 100	100-200	>200	
< 100	<b>38</b> 49,4%	<b>20</b> 25,9%	<b>19</b> 24,7%	<b>77</b> 24,4% 100%
100 – 200	<b>34</b> 33,3%	<b>26</b> 25,5%	<b>42</b> 41,2%	<b>102</b> 32,4% 100%
> 200	<b>32</b> 23,5%	<b>27</b> 19,9%	<b>77</b> 56,6%	<b>136</b> 43,2% 100%
Total	104 33,0%	73 23,2%	138 43,8%	315 100%

Die Rohmittelwerte des Zellzahlindezes zu Beginn der zweiten Laktation in den Gruppen sind in Abbildung 5 dargestellt. Bei Kühen, die zu Beginn der zweiten Laktation in die gesunde bzw. stärker erhöhte Zellzahlgruppe einsortiert wurden, ist deutlich zu erkennen, dass die Zellzahl geringer war, wenn die Kühe in einer niedrigeren Zellzahlgruppe trockengestellt wurden. In diesen Gruppen war ein carry-over Effekt der Zellzahl erkennbar. Das traf nicht für die Kühe mit gering erhöhter Zellzahl zu, die, egal welcher Zellzahlgruppe sie am Ende der ersten Laktation angehörten, zu Beginn der zweiten Laktation in etwa das gleiche Niveau des Zellzahlindezes besaßen.

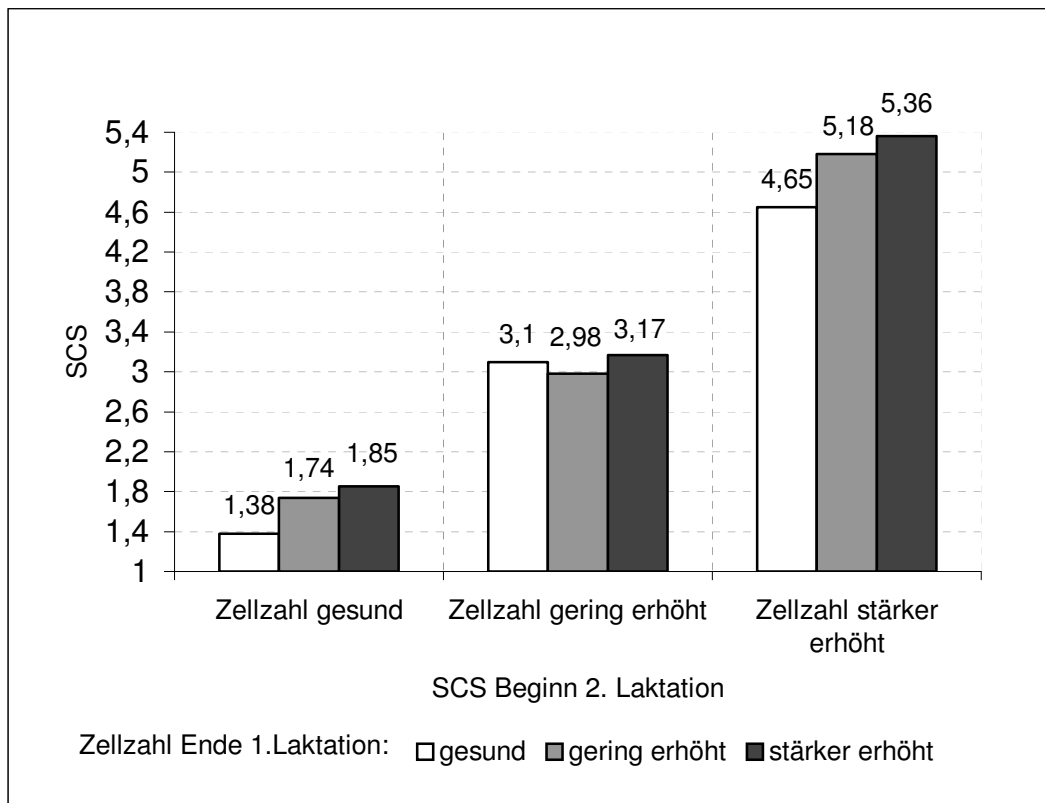


Abb. 5: Zellzahlindezes (SCS) zu Beginn der zweiten Laktation in Zellzahlgruppen nach Einteilung der SCS am Ende der 1. Laktation

#### 4.1.5 TAGESMILCHMENGE IN DER ZWEITEN LAKTATION IN ABHÄNGIGKEIT VON DER ZELLZAHL IN DER ERSTEN LAKTATION

Die phänotypische Korrelation zwischen dem Zellzahlindezes am Ende der ersten Laktation und der Tagesmilchmenge zu Beginn der zweiten Laktation wurde auf  $r_p = -0,22$  geschätzt. Sie drückt aus, dass es einen mittleren negativen Zusammenhang zwischen den beiden Merkmalen gab. Um diesen Zusammenhang genauer zu untersuchen, wurden Least-Squares-Mittelwerte für die Tagesmilchmenge zu Beginn der zweiten Laktation für die Zellzahlgruppen zellzahlgesund, geringere und stärkere Zellzahlerhöhung berechnet.

Innerhalb dieser Gruppen wurden die Tiere nach ihrer Zellzahlgruppe am Ende der ersten Laktation aufgeteilt. Die Mittelwerte wurden mittels Bonferroni-Holm-Test auf signifikante Unterschiede gegeneinander geprüft (Tab. 45).

Tab. 45: Least-Squares-Mittelwerte (LSM)\* und Standardfehler (SE) der Tagesmilchmenge (kg) zu Beginn der zweiten Laktation in verschiedenen Zellzahlgruppen

Zellzahlgruppe Ende 1.Laktation	Zellzahlgruppe Beginn 2. Laktation					
	< 100		100-200		>200	
	LSM*	SE	LSM*	SE	LSM*	SE
< 100	27,9 <sup>a</sup>	0,99	21,7 <sup>b</sup>	1,35	21,2 <sup>b</sup>	1,30
100 – 200	25,9 <sup>a</sup>	1,03	23,1 <sup>b</sup>	1,18	23,0 <sup>b</sup>	0,93
> 200	25,4 <sup>a</sup>	1,07	23,5 <sup>b</sup>	1,15	22,5 <sup>b</sup>	0,68

\*Nicht signifikant verschiedene Mittelwerte sind mit gleichen Buchstaben gekennzeichnet (P<0,05)

Die Tagesmilchmengen der Kühe der zellzahlgesunden Gruppen zu Beginn der zweiten Laktation waren signifikant höher als in den Gruppen mit einer Zellzahlerhöhung zu Beginn der zweiten Laktation (Abb.6). Die Tagesmilchmengen zwischen den Gruppen leicht erhöhter Zellzahl und stärker erhöhter Zellzahl zu Beginn der zweiten Laktation unterschieden sich nicht signifikant.

Es konnte ein carry-over Effekt der Tagesmilchmenge erkannt werden, wenn die Kühe zu Beginn der zweiten Laktation zellzahlgesund waren. Die Unterschiede der Mittelwerte waren zwar nicht signifikant, jedoch war die Tagesmilchmenge bei den zuvor gesund trockengestellten Kühen höher als bei den Kühen, die mit einer erhöhten Zellzahl trockengestellt wurden. Die Differenz betrug 2 kg bzw. 2,5 kg, obwohl die Euter der Kühe während der Trockenperiode regenerierten. Die Schädigung der Euter durch vorangegangene Zellzahlerhöhungen ist demnach so groß, dass das volle Leistungspotential auch bei Verbesserung der aktuellen Zellzahlgruppe nicht erreicht werden konnte.

Weiterhin wäre zu erwarten gewesen, dass die Kühe, die in der ersten Laktation gesund waren und in der zweiten Laktation eine gering oder stärker erhöhte Zellzahl aufwiesen, eine höhere Tagesmilchmenge hätten als die, die schon in der ersten Laktation eine erhöhte Zellzahl aufwiesen. Diese Annahme konnte nicht bestätigt werden. Die Tiere, die erst in der zweiten Laktation eine erhöhte Zellzahl hatten, bildeten sogar eine geringere Tagesmilchmenge. Das deutete auf eine aktuelle Erkrankung hin, die einen möglichen carry-over Effekt überdeckte.

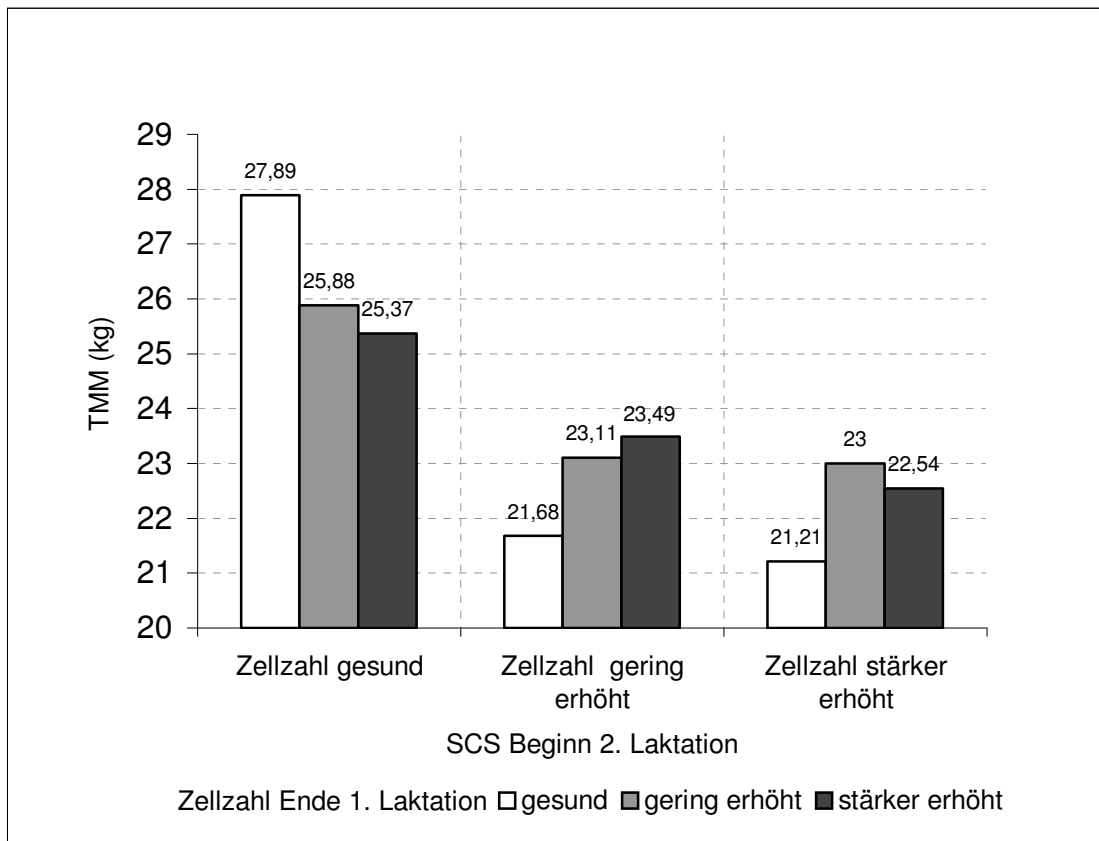


Abb. 6: Tagesmilchmenge (TMM) zu Beginn der zweiten Laktation in Zellzahlgruppen nach Einteilung der SCS am Ende der ersten Laktation

#### 4.1.6 LAKTOSEGEHALT IN DER ZWEITEN LAKTATION IN ABHÄNGIGKEIT VON DER ZELLZAHL DER ERSTEN LAKTATION

Die phänotypische Korrelation zwischen dem Zellzahlindex am Ende der ersten Laktation und dem Laktosegehalt zu Beginn der zweiten Laktation wurde mit  $r_p = -.24$  geschätzt. Sie drückt aus, dass es einen mittleren negativen Zusammenhang zwischen den beiden Merkmalen gab. Um diesen Zusammenhang genauer zu untersuchen, wurden Least-Squares-Mittelwerte für den Laktosegehalt zu Beginn der zweiten Laktation für die Zellzahlgruppen zellzahlgesund, geringere und stärkere Zellzahlerhöhung berechnet. Innerhalb dieser Gruppen wurden die Tiere nach ihrer Zellzahlgruppe am Ende der ersten Laktation aufgeteilt. Die Mittelwerte wurden mittels Bonferroni-Holm-Test auf signifikante Unterschiede gegeneinander geprüft (Tab. 46).

Tab. 46: Least-Squares-Mittelwerte (LSM) und Standardfehler (SE) des Laktosegehaltes (%) zu Beginn der zweiten Laktation in Zellzahlgruppen

Zellzahlgruppe Ende 1.Laktation	Zellzahlgruppe Beginn 2.Laktation					
	< 100		100-200		> 200	
	LSM*	SE	LSM*	SE	LSM*	SE
< 100	4,85 <sup>a</sup>	0,03	4,74 <sup>b</sup>	0,04	4,73 <sup>b</sup>	0,04
100 – 200	4,86 <sup>a</sup>	0,03	4,80 <sup>a</sup>	0,03	4,69 <sup>b</sup>	0,03
> 200	4,76 <sup>b</sup>	0,03	4,67 <sup>b</sup>	0,03	4,69 <sup>b</sup>	0,02

\*Nicht signifikant verschiedene Mittelwerte sind mit gleichen Buchstaben gekennzeichnet (P<0,05)

Der Laktosegehalt der Kühe in den zellzahlgesunden Gruppen zu Beginn der zweiten Laktation war signifikant höher als in den Gruppen mit einer Zellzahlerhöhung (Abb.7). Der Laktosegehalt zwischen den Gruppen leicht erhöhte Zellzahl und stärker erhöhte Zellzahl zu Beginn der zweiten Laktation unterschied sich nicht signifikant. Eine Ausnahme bildete die Gruppe, die mit einer leicht erhöhten Zellzahl die erste Laktation beendete und auch die zweite Laktation mit einer leicht erhöhten Zellzahl begann.

Allgemein lässt sich daraus schließen, dass eine Zellzahlerhöhung in der zweiten Laktation eine Verminderung des Laktosegehaltes in derselben Laktation hatte. Betrachtet man den Laktosegehalt der Gruppen mit einer gesunden Zellzahl zu Beginn der zweiten Laktation rückwirkend, fällt die Gruppe auf, die am Ende der ersten Laktation eine stärker erhöhte Zellzahl aufwies. Der Laktosegehalt war signifikant geringer als in den anderen zellzahlgesunden Gruppen. Ein carry-over Effekt der Laktose war nur bei einer Zellzahl bis zu 100.000/ml Milch in der Folgelaktation nachvollziehbar. War die Zellzahl in der Folgelaktation erhöht, so überdeckte der Effekt in derselben Laktation den carry-over Effekt. Es war lediglich ein Abwärtstrend des Laktosegehaltes in der Folgelaktation bei erhöhter Zellzahl in der vorausgegangenen Laktation sichtbar, jedoch nicht signifikant.



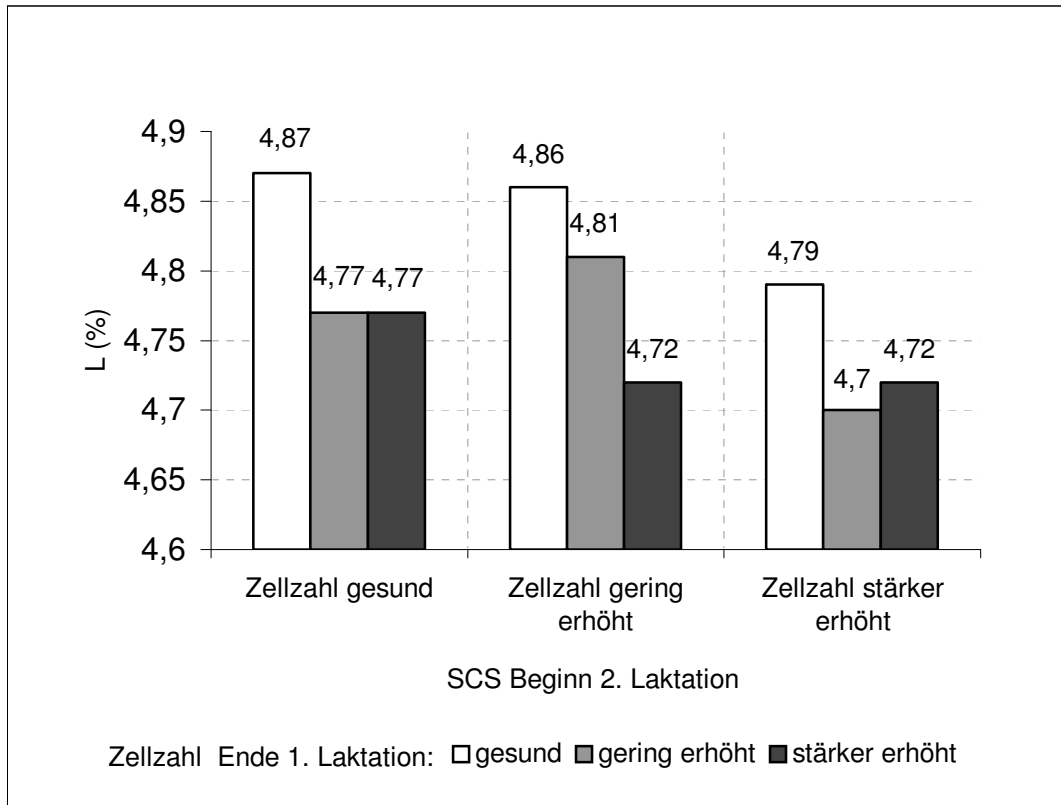


Abb. 7: Laktosegehalt (LG) zu Beginn der zweiten Laktation in Zellzahlgruppen nach Einteilung der SCS am Ende der ersten Laktation

## 4.2 TEILSTUDIE II

### 4.2.1 BAKTERIOLOGISCHE BEFUNDE

Von allen in die Teilstudie II einbezogenen Kühen wurden während des Prüfzeitraumes im Abstand von sechs Wochen Viertelgemelksproben (986 in Betrieb A und 2828 in Betrieb B) gezogen und bakteriologisch untersucht. In Betrieb A wurde dabei ein deutlich höherer Anteil euterpathogener Erreger nachgewiesen (21,5%) als in Betrieb B (6,8%).

Staphylokokken waren die häufigsten Mastitiserreger in beiden Betrieben. Von allen positiven Proben kamen sie in 55,7 % bzw. 35,6 % vor (Tab.47). Außerdem trat in dem Betrieb A *Sc. agalactiae* mit fast 35 % der positiven Proben auf. Im Betrieb B wurde *Sc. agalactiae* zu etwa gleichen Teilen wie sonstige Streptokokken nachgewiesen. Zu geringeren Anteilen wurden in beiden Betrieben koliforme Keime und Mischinfektionen mit den oben genannten Erregern dokumentiert. *A. pyogenes* wurde in je einer Probe pro Betrieb gefunden. Während im Betrieb A ein erkennbarer Anteil (6,5%) an Mischinfektionen auftrat, wurde im Betrieb B ein ähnlich hoher Anteil (7,5%) an koliformen Keimen festgestellt.

Tab. 47: Anteil positiver Proben nach Erregern

Erreger	Betrieb A		Betrieb B	
	N	%	N	%
Staphylokokken	118	55,7	68	35,6
<i>Sc. agalactiae</i>	73	34,4	50	26,1
Sonstige Streptokokken	5	2,4	54	28,4
Koliforme Keime	1	0,5	15	7,9
<i>A. pyogenes</i>	1	0,5	1	0,5
Mischinfektion	14	6,5	3	1,5
Summe	212	100	191	100

Beim Vergleich der Vorderviertel mit den Hintervierteln wurde ein geringfügig häufigerer positiver Erregernachweis an den hinteren Eutervierteln gefunden (Tab.48). Das Ergebnis war im Betrieb A, mit dem höheren Erregervorkommen, etwas deutlicher, hier betrug der Unterschied 3,4%, während er im Betrieb B bei etwa 2% lag. Zwischen den Euterhälften gab es in beiden Betrieben keine nennenswerten Unterschiede.

Tab. 48: Häufigkeiten der bakteriologischen Befunde aller Viertel

Betrieb	Viertel	Proben positiv		Proben negativ		Proben insgesamt	
		n	%	N	%	n	%
A	vl	49	19,8	198	80,2	247	100
	vr	49	19,8	198	80,2	247	100
	hl	57	23,2	189	76,8	246	100
	hr	57	23,2	189	76,8	246	100
B	vl	38	5,4	669	94,6	707	100
	vr	43	6,1	664	93,9	707	100
	hl	52	7,4	655	92,6	707	100
	hr	58	8,2	649	91,8	707	100

vl = vorne links      hl = hinten links  
 vr = vorne rechts      hr = hinten rechts

Die Verteilung der einzelnen Erreger auf die Viertel entsprach ungefähr der Verteilung der bakteriologisch positiven Befunde. Es war keine Präferenz eines Erregers für einzelne Viertel erkennbar (Tab. 49).

Tab. 49: Anteilsverteilung der Erreger auf die einzelnen Viertel in den Betrieben

Viertel	Betrieb A				Betrieb B			
	vl %	vr %	hl %	hr %	vl %	vr %	hl %	Hr %
<i>Sc. agalactiae</i>	7,1	8,0	8,5	10,8	6,3	7,3	6,8	5,8
Sonstige Streptokokken	0,9	0	0,5	0,9	5,8	5,2	7,3	9,9
Staphylokokken	11,8	14,2	16,0	13,7	6,3	7,3	9,5	12,5
Koliforme Keime	0,5	0	0	0	1,0	1,6	3,1	2,1
<i>A. pyogenes</i>	0,5	0	0	0	0,5	0	0	0
Mischinfektion	2,4	0,9	1,9	1,4	0	1,0	0,5	0
	100% = 212 pos. Proben				100% = 191 pos. Proben			

vl = vorne links      hl = hinten links  
 vr = vorne rechts    hr = hinten rechts

Der Zellzahindex der Viertel mit einem negativen bakteriologischen Befund war signifikant geringer als der der Viertel mit positivem bakteriologischen Befund (Tab.50). Die Viertel mit den verschiedenen Erregern hatten unterschiedlich hohe Zellzahindices, wobei der Unterschied nicht signifikant war. Ein hoher Zellzahindex war bei den Vierteln mit Nachweisen von Mischinfektionen, sonstigen Streptokokken und *Sc. agalactiae* zu verzeichnen. Staphylokokken und koliforme Keime hatten nur eine moderate Steigerung des Zellzahindex zur Folge.

Tab. 50: Mittelwerte (LSM) für den Zellzahindex und Standardfehler (SE) nach Erregern in beiden Betrieben zusammen

Erreger	LSM*	SE
<i>Sc. agalactiae</i>	3,13 <sup>b</sup>	0,27
Sonstige Streptokokken	3,74 <sup>b</sup>	0,21
Staphylokokken	2,67 <sup>b</sup>	0,34
Koliforme Keime	2,07 <sup>ab</sup>	0,61
Mischinfektion	4,18 <sup>b</sup>	0,89
Neg. Befund	0,79 <sup>a</sup>	0,05

\*Nicht signifikant verschiedene Mittelwerte sind mit gleichen Buchstaben gekennzeichnet (P<0,05)

Viertel mit einem negativen bakteriologischen Befund hatten einen geringfügig, aber signifikant höheren Laktosegehalt als Viertel mit einem positiven bakteriologischen Befund (Tab. 51). Die geringsten mittleren Laktosegehalte wurden in der Milch von Vierteln mit Nachweisen von *Sc. agalactiae* sowie sonstigen Streptokokken beobachtet. Das deckt sich mit den höchsten Zellzahlindizes in Proben mit diesen Erregernachweisen. Der Laktosegehalt von Milch aus Vierteln mit einem Staphylokokkennachweis oder einem Nachweis von koliformen Keimen war gegenüber den Vierteln mit einem negativen bakteriologischen Befund nur moderat verringert.

Tab. 51: Mittelwerte (LSM) für den Laktosegehalt und Standardfehler (SE) nach Erregerart in beiden Betrieben

Erreger	LSM*	SE
<i>Sc. agalactiae</i>	4,78 <sup>b</sup>	0,03
Sonstige Streptokokken	4,75 <sup>b</sup>	0,03
Staphylokokken	4,85 <sup>ab</sup>	0,05
Koliforme Keime	4,80 <sup>ab</sup>	0,08
Mischinfektion	4,80 <sup>ab</sup>	0,09
Neg. Befund	4,93 <sup>a</sup>	0,01

\*Nicht signifikant verschiedene Mittelwerte sind mit gleichen Buchstaben gekennzeichnet (P<0,05)

## 4.2.2 VERGLEICH DER VIERTELGEMELKSPROBEN MIT DEN GESAMT-GEMELKSPROBEN

### 4.2.2.1 BEZIEHUNG DER MILCHLEISTUNGSMERKMALE UND DER ZELLZAHL

Aus 1115 Gesamtgemelken (LKV) der Teilstudie I und den korrespondierenden Viertelgemelken der Teilstudie II wurden Paare gebildet. Dazu wurde aus den Viertelgemelken ein arithmetischer Mittelwert für jedes Euter gebildet. Mit den Paaren wurden für die erste Laktation phänotypische Korrelationen geschätzt (Tab.52). Obwohl es sich um die gleichen Merkmale handelte, lagen die Werte teilweise im mittleren Bereich. Auffällig war der Korrelationskoeffizient für den Fettgehalt mit  $r_p = .33$ , der bedeutend niedriger als für den Eiweiß- und Laktosegehalt war. Eine Ursache könnte die niedrige Konzentration von Milchfett im Viertelanfangsgemelk sein. Der Korrelationskoeffizient für den Mittelwert des Zellzahlindex der Viertelgemelksproben und dem Zellzahlindex der Gesamtgemelksproben wurde auf  $r_p = 0.73$  geschätzt. Dieser Koeffizient lässt auf einen engen Zusammenhang schließen, individuelle Differenzen sind jedoch nicht ausgeschlossen.

Tab. 52: Phänotypische Korrelationen ( $r_p$ ) zwischen den arithmetischen Mittelwerten aus den Viertelgemelken und dem Gesamtgemelk für die Milchinhaltsstoffe

Merkmal	$r_p$
Zellzahlindex	.73
Fettgehalt (%)	.33
Eiweißgehalt (%)	.85
Laktosegehalt (%)	.66

#### 4.2.2.2 VERGLEICH DER ZELLZÄHLERFASSUNG

Für den Vergleich der Zellzählerfassung wurden die Überschreitungen des Grenzwertes von 100.000 Zellen/ml Milch beobachtet. Das Verfahren soll hier anhand eines Beispiels erläutert werden. Dazu diente ein Tier, das in der 12. und 17. Laktationswoche mit beiden Methoden geprüft wurde (Tab.53). In der 12. Laktationswoche wurden mit beiden Methoden keine höheren Zellzahlen in der Milch als 44.000/ml bestimmt. Zur nächsten Milchleistungskontrolle in der Laktationswoche 17 wurde eine Zellzahl von 52.000/ml Milch im Gesamtgemelk ermittelt. Die Prüfung der einzelnen Euterviertel hingegen zeigte, dass auf dem Viertel hinten rechts eine starke Erhöhung der Zellzahl von über 800.000/ml Milch vorlag. Selbst der aus den vier Viertelzellzahlen errechnete arithmetische Mittelwert zeigte im Gegensatz zum Gesamtgemelkwert eine Überschreitung des Grenzwertes 100.000 Zellen/ml Milch an. In diesem Fall wäre in einer Gesamtgemelksprobe die offensichtliche Eutergesundheitsstörung für dieses Tier übersehen worden.

Tab. 53: Fallbeispiel für eine unterschiedliche Bewertung der Eutergesundheit anhand der zwei Prüfmethode

Woche	Gesamtgemelk	Zellzahl in 1000				$\bar{y}$ Viertel
		Viertelgemelk				
		vl	vr	hl	hr	
12	44	10	9	10	12	10
17	52	8	18	8	873	227

vl = vorne links

vr = vorne rechts

hl = hinten links

hr = hinten rechts

Die Überprüfung der Genauigkeit beider Erfassungsmethoden wird in Tabelle 54 gezeigt. Für die Klasseneinteilung galt der Grenzwert 100.000 Zellen/ml Milch. Danach wurden die Gesamtgemelksproben in die Klasse G mit bis zu 100.000 Zellen/ml Milch und in die Klasse

K mit mehr als 100.000 Zellen/ml Milch eingeteilt. Die Viertelgemelksproben wurden in die Klassen 0 bis 4 eingeteilt, was der Anzahl der Viertel mit einer Überschreitung des Grenzwertes entsprach. In der Klasse 0 befanden sich demnach alle Tiere, die auf allen vier Vierteln Zellzahlen bis zu 100.000/ml Milch hatten. In der Klasse 1 befanden sich alle Tiere, die auf einem Viertel den Grenzwert von 100.000 Zellen überschritten, in der Klasse 2 befanden sich alle Tiere, die auf zwei Vierteln den Grenzwert überschritten, usw..

Bei den Ergebnissen für die Viertelgemelksproben waren 53,5% der Kühe gesund, da sie auf allen vier Vierteln Zellzahlen unter 100.000/ml Milch hatten. Von allen Kühen hatten 25,3% ein Viertel und 12,5% zwei Viertel mit einer Grenzwertüberschreitung für die Zellzahl. Selten waren alle Viertel (in 2,9 %) einer Kuh von einer Zellzahlerhöhung betroffen.

Nach dem Ergebnis für die Gesamtgemelksproben waren 67,5% der Kühe gesund, da sie sich in der Klasse G befanden. Den Gesamtgemelksproben nach waren 32,5% aller Kühe krank, sie befanden sich in der Klasse K.

Betrachtet man die Verteilung der Viertelklassen (0-4) in der Gesamtgemelksklasse „Gesund“ (Klasse G), fällt auf, dass nur 72% der Kühe auf allen vier korrespondierenden Vierteln eine Zellzahl unter 100.000/ml Milch hatten. Immerhin hatten 19,9% der Kühe der Klasse G auf einem Viertel und sogar 6,5% auf zwei Vierteln eine Grenzwertüberschreitung der Zellzahl.

Bei der Verteilung der Viertelklassen in der Gesamtgemelksklasse „Krank“ (Klasse K), fällt besonders auf, dass 15,2% der Klasse K zugeordneten korrespondierenden Viertelgemelke auf allen vier Vierteln Zellzahlen unter 100.000/ml Milch aufwiesen.

Die Verteilung der Kühe in der Klasse 0 zeigt, dass 90,8% der Kühe, die auf allen vier Vierteln unter 100.000 Zellen/ml Milch aufwiesen, auch in den Gesamtgemelksproben als gesund (Klasse G) eingestuft wurden.

Beobachtet man die Verteilung der Gesamtgemelksproben in der Klasse 1, so wird deutlich, dass bei einer Grenzwertüberschreitung eines der korrespondierenden Viertel 53,4% der Gesamtgemelksproben als gesund und 46,6% als krank eingestuft wurden. Überschritten zwei korrespondierende Viertel den Grenzwert (Klasse 2), wurden 35,2% der Gesamtgemelksproben als gesund und 64,8% als krank eingestuft.

Tab. 54: Gegenüberstellung von Gesamtgemelksproben und Viertelgemelksproben

Gesamtgemelks- proben	Viertelgemelksproben					Total
	Anzahl der Viertel mit >100.000 Zellen/ml					
Zellen/ml	0	1	2	3	4	
Klasse G	542	150	49	11	1	753 (67,5%)
≤ 100.000	72,0%	19,9%	6,5%	1,5%	0,1%	100%
	90,8%	53,4%	35,2%	16,7%	3,1%	
Klasse K	55	131	90	55	31	362 (32,5%)
> 100.000	15,2%	36,2%	24,8%	15,2%	8,6%	100%
	9,2%	46,6%	64,8%	83,3%	96,9%	
Total	597	281	139	66	32	1115
	53,5%	25,3%	12,5%	5,9%	2,9%	100%
	100%	100%	100%	100%	100%	

Es besteht die Möglichkeit eine Erfassungsmethode zu beurteilen, indem man ihre Sensitivität und Spezifität gegen eine Erfassungsmethode schätzt, von der man annimmt, dass sie die wahren „Kranken“ und die wahren „Gesunden“ erkennt. Hier nahm man an, dass die Aussage der Viertelgemelksproben der Wahrheit entsprachen und die Gesamtgemelksproben als Test fungierten (Tab. 55). Demnach wies hinsichtlich der Feststellung einer Zellzahlerhöhung auf mindestens einem Viertel die Untersuchung der Gesamtgemelksproben eine Sensitivität von 59% ( $307 \times 100/518 = 59$ ) auf. Mit den Gesamtgemelksproben wurden nur 59% der erkrankten Tiere erkannt, wenn der Grenzwert bei 100.000 Zellen/ml Milch festgelegt wurde. Jedoch betrug die Spezifität 91% ( $542 \times 100/597 = 91$ ), das heißt mit den Gesamtgemelksproben wurden 91% der Kühe von denen, die nach den Viertelgemelksproben als gesund betrachtet wurden, auch als gesund erkannt.

Tab. 55: Schätzung der Sensitivität und Spezifität der Gesamtgemelksproben

Viertelgemelksproben	Gesamtgemelksproben		Σ
	Klasse G	Klasse K	
Klasse 0	307	55	362
Klasse 1-4	211	542	753
Σ	518	597	1115

#### 4.2.2.3 VERGLEICH DER ZELLZÄHLERFASSUNG AM BEISPIEL SCHWARZBUNTES MILCHRIND

Wie bereits unter 4.2.2.2 gezeigt wurde, können mit der Erfassung der Zellzahl der Viertelgemelksproben kranke Kühe mit größerer Sicherheit erkannt werden als mithilfe der Gesamtgemelke. An dem Schwarzbunten Milchrind, das in beiden Betrieben zur Verfügung stand, sollte überprüft werden, ob sich die Sensitivität bzw. Spezifität für die Gesamtgemelksproben ändert, wenn man den Betrieb berücksichtigt. Für beide Betriebe wurden die Ergebnisse der Gesamtgemelksprüfung und der Viertelgemelksprüfung in die unter 4.2.2.2 verwendeten Klassen eingeteilt (Tab.56 und 57).

Tab. 56: Gegenüberstellung von Gesamtgemelksproben und Viertelgemelksproben des Schwarzbunten Milchrindes in Betrieb A

Gesamtgemelks- proben Zellen/ml	Viertelgemelksproben Anzahl der Viertel mit >100.000 Zellen/ml					Total
	0	1	2	3	4	
Klasse G ≤ 100.000	52 62,7%	21 25,3%	9 10,8%	1 1,2%	0 0,0%	83 (67,5%) 100%
	89,7%	50,0%	56,3%	11,1%	0%	
Klasse K > 100.000	6 11,8%	21 41,2%	7 13,7%	8 15,7%	9 17,6%	51 (32,5%) 100%
	10,3%	50,0%	43,7%	88,9%	100%	
Total	58 43,3%	42 31,4%	16 11,9%	9 6,7%	9 6,7%	134 100%
	100%	100%	100%	100%	100%	

In Betrieb A wurden 61,9% der Beobachtungen der Klasse G zugeordnet. In Betrieb B war dieser Anteil mit 69,3% etwas größer. In die Klasse 0 der Viertelgemelksuntersuchung fielen im Betrieb A 43,3%, im Betrieb B dagegen 55,5 Prozent. Das zeigt nochmals, dass der Betrieb B nach der Zellzahl die bessere Eutergesundheit hatte.



Tab. 57: Gegenüberstellung von Gesamtgemelksproben und Viertelgemelksproben des Schwarzbunten Milchrindes in Betrieb B

Gesamtgemelksproben	Viertelgemelksproben					Total
	Anzahl der Viertel mit >100.000 Zellen/ml					
Zellen/ml	0	1	2	3	4	
Klasse G	171	47	14	3	0	235 (69,3%)
≤ 100.000	72,8%	20,0%	5,9%	1,3%	0,0%	100%
	91,0%	53,4%	35,9%	18,8%	0,0%	
Klasse K	17	41	25	13	8	104 (30,7%)
> 100.000	16,3%	39,4%	24,0%	12,5%	7,7%	100%
	9,0%	46,6%	64,1%	81,2%	100%	
Total	188	88	39	16	8	339
	55,5%	26,0%	11,5%	4,7%	2,3%	100%
	100%	100%	100%	100%	100%	

Hinsichtlich der Feststellung der Zellzahlerhöhung auf mindestens einem Viertel wies die Untersuchung der Gesamtgemelksproben eine Sensitivität von 59% in Betrieb A und 58% in Betrieb B für den Genotyp Schwarzbuntes Milchrind auf. Die Spezifität war in beiden Betrieben höher. In Betrieb A wurde für sie ein Wert von 89% und im Betrieb B von 91% berechnet.

Damit bestätigen sich die Ergebnisse aus 4.2.2.2, dass die LKV-Prüfung zu 90% die gesunden Tiere erkennt, aber die kranken Tiere nur zu knapp 60% erkannt werden. Die Sensitivität und Spezifität der Gesamtgemelksproben waren unabhängig vom Eutergesundheitsstatus der Kühe. Zu berücksichtigen bleibt jedoch, dass die Probeentnahme beider Erfassungsmethoden nicht am gleichen Tag erfolgte, sondern in der gleichen Woche (größtmöglicher Abstand drei Tage).