

D Untersuchungsergebnisse

1 Biotingehalt

1.1 Im Futter

Der Biotingehalt vom Grundfutter (Gras- und Maissilage) für alle Tiere war, wie in Texttabelle 3 dargestellt, nur geringen Schwankungen unterlegen. Der Biotingehalt im Soja-Biotin (wurde nur den Biotinkühen zugefüttert) lag mit einem Mittelwert von 21,1 mg/100 g leicht über den vom Hersteller angegebenen Werten (20 mg/100 g).

Texttabelle 3: Biotingehalt im Grund- und im Zusatzfuttermittel. Angaben der Mittelwerte in mg/kg

An alle 24 Tiere gefüttert		
Grundfutter	vor dem ersten Probenentnahmetermin	nach dem letzten Probenentnahmetermin
Grassilage	0,28	0,22
Maissilage	0,21	0,17
Nur an die 12 Biotintiere gefüttert		
Zusatzfutter	Herstellerangaben	gefundene Biotinmenge
Soja-Biotin	200	211

1.2 In der Milch

Da im Verlauf dieses Feldversuches am Hof ein neues Computersystem installiert werden musste, ist der Stichprobenumfang zum ersten Probenentnahmetermin klein ausgefallen.

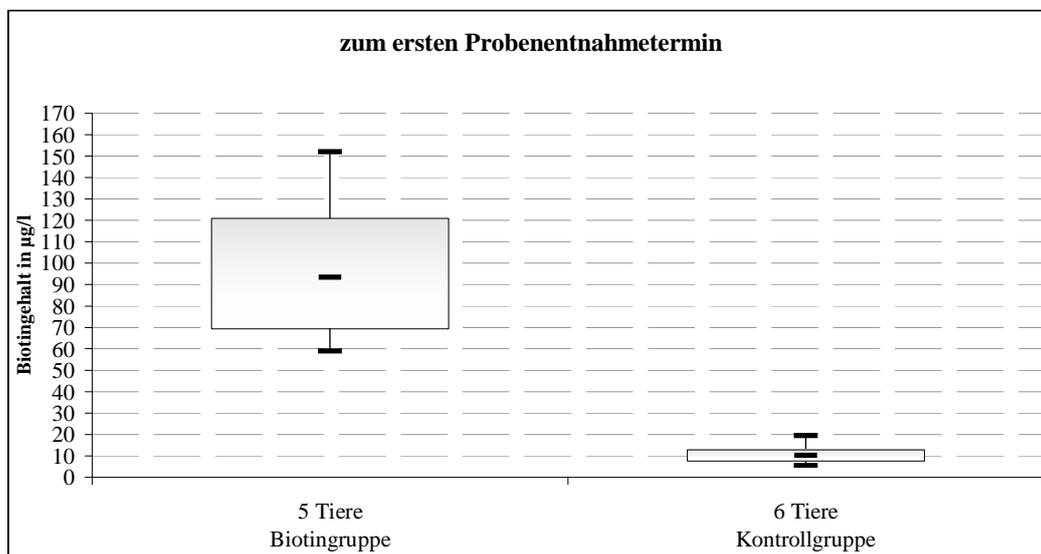
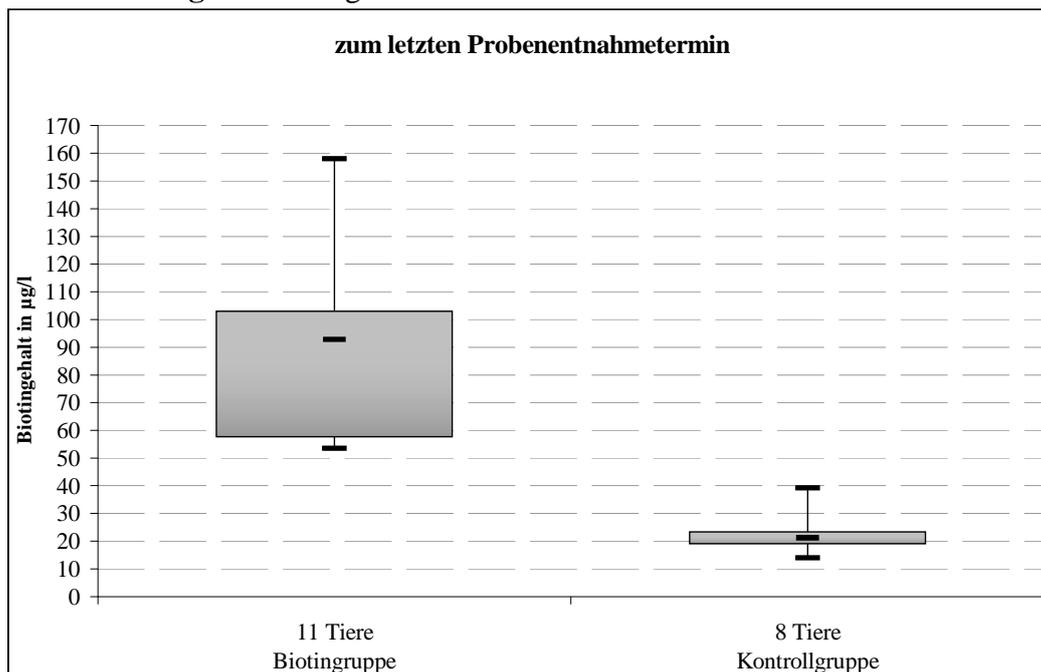
Am Ende des Versuchszeitraums wurde die Milch in einem größeren Stichprobenumfang analysiert und die Gruppeneinteilung konnte bestätigt werden.

Zum ersten Probenentnahmetermin

Die zum ersten Probenentnahmetermin ermittelten Biotingehalte der Milch lagen bei den Kühen der Biotingruppe zwischen 58,9 und 152,0µg/l, der Median lag bei 93,3µg/l. Bei den Kühen der Kontrollgruppe wurden Werte von 5,5 bis 19,5µg/l ermittelt, mit einem Median von 10,25µg/l.

Zum letzten Probenentnahmetermin

Zum letzten Probenentnahmetermin wurden für die Biotingruppe Werte zwischen 53,5 und 158,0 $\mu\text{g/l}$ analysiert. Der Median lag bei 92,8 $\mu\text{g/l}$. Die Kontrollgruppe hatte Milchbiotinwerte von 15,0 bis 39,2 $\mu\text{g/l}$, mit einem Median von 21,2 $\mu\text{g/l}$. Die analysierten Biotingehalte der beiden Gruppen sind in den Textabbildungen 5a und 5b dargestellt. In der Texttabelle 4 (S. 54) sind die Werte der jeweiligen Einzeltiere aufgeführt.

Textabbildung 5a: Biotingehalt in der Milch zum ersten Probenentnahmetermin.**Textabbildung 5b:** Biotingehalt in der Milch zum letzten Probenentnahmetermin.

Untersuchungsergebnisse

Texttabelle 4: Der Milchbiotingehalt von beiden Gruppen (Biotin n=12 und Kontroll n=12), zum ersten und letzten Probenentnahmetermin. Angaben in µg/l.

Stallnr.	Gruppe	zum ersten Probenentnahmetermin	zum letzten Probenentnahmetermin
89	Biotin	93,3	158
99	Biotin	x	54,7
100	Biotin	58,9	133
106	Biotin	x	59,9
112	Biotin	121	97
117	Biotin	x	97
118	Biotin	x	109
120	Biotin	x	53,5
123	Biotin	x	x
124	Biotin	x	70,4
125	Biotin	152	92,8
126	Biotin	69,3	55,2
20	Kontroll	x	x
54	Kontroll	x	21,9
59	Kontroll	x	21,4
74	Kontroll	x	x
81	Kontroll	x	x
86	Kontroll	x	27,5
95	Kontroll	9,8	x
102	Kontroll	19,5	21
104	Kontroll	6,8	15
109	Kontroll	5,5	20,3
115	Kontroll	13,7	39,2
129	Kontroll	10,7	x

x = keine Analysewerte vorhanden

2 Klinische Untersuchung

Die klinischen Untersuchungen wurden an insgesamt 24 Kühen durchgeführt (12 Biotin- und 12 Kontrolltiere).

Die erhobenen klinischen Diagnosen wurden anhand der geführten Protokolle (Kap. I Anhang, S. 126) und der Fotos (Kap. H Abbildungen, ab S. 122) von der Fußungsfläche ausgewertet. An der rechten Hintergliedmaße wurden die Hornproben für die morphologische Untersuchung entnommen und somit auch der Schwerpunkt für die Auswertung der klinischen Diagnosen gesetzt.

Die Blutungen an der Klaue werden in drei Schweregrade eingeteilt. Blutungen ersten Grades beschreiben leichte Verfärbungen im Horn. Blutungen zweiten Grades sind starke Verfärbungen im Horn und dritten Grades beschreibt eine schwere Blutung. Bei dieser Untersuchung wurde keine Blutung dritten Grades festgestellt. Bei der Auswertung wurden die Blutungen des ersten und zweiten Grades als Blutung zusammengefasst betrachtet.

Der Befund Klauensohlengeschwür beschreibt Erosionen und tieferreichende Gewebeverluste an der Fußungsfläche der Klaue. Klauensohlengeschwüre werden häufig nach ihrer Lokalisation an der Fußungsfläche benannt, z.B. Sohlenspitzen- und Ballengeschwür, zu denen auch das Rusterholz-Klauengeschwür gezählt wird. Für die Auswertung im Rahmen dieser Arbeit wurden alle diagnostizierten Geschwüre als Klauengeschwür zusammengefasst.

Morbus Mortellaro (Dermatitis digitalis) ist eine infektiöse Erkrankung der interdigitalen Haut und wird ebenfalls in drei Schweregrade eingeteilt. Beim Morbus Mortellaro ersten Grades zeigt die betroffene Haut eine deutliche Schwellung, beim zweiten Grad Exsudatbildung und Hyperkeratose. Der Befund Morbus Mortellaro dritten Grades mit Nekrosen der betroffenen Haut wurde nicht festgestellt. Die Befunde Morbus Mortellaro ersten und zweiten Grades wurden in dieser Arbeit zusammen als Morbus Mortellaro ausgewertet.

Abbildungen zu den jeweiligen Diagnosen sind im Kap. H Abbildungen, ab S. 122 dargestellt.

Untersuchungsergebnisse

Texttabelle 5: Häufigkeit der an den Hinterklauen erhobenen klinischen Diagnosen. Unterteilt nach Biotin- (n=12) und Kontrollgruppe (n=12), sowie vor (am ersten Termin) und nach 13 Monaten Biotinsupplementierung (am letzten Termin). Angaben in Anzahl (Prozent) der betroffenen Tiere.

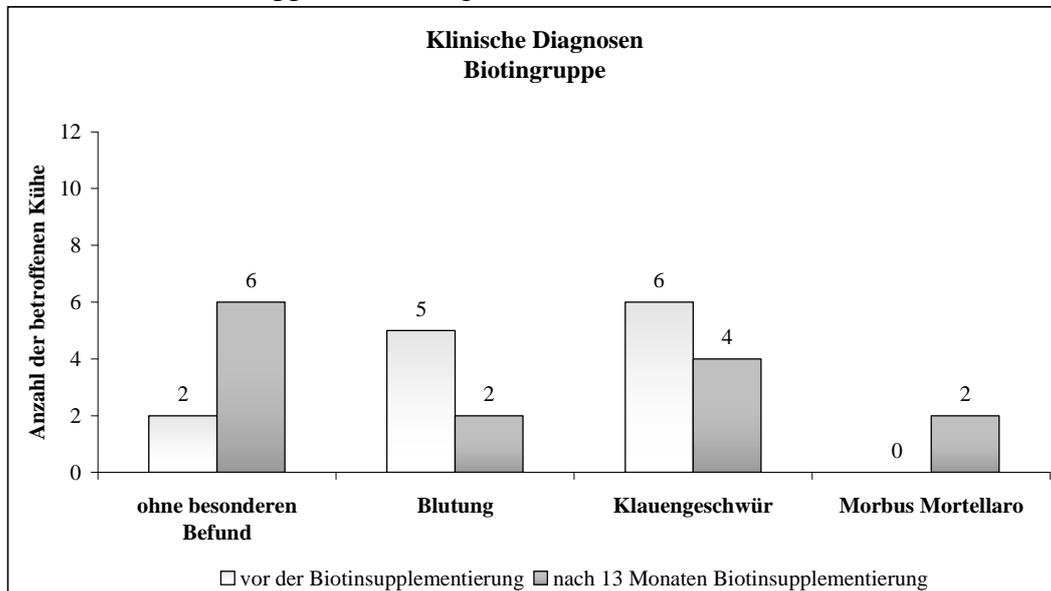
Diagnosen	Biotingruppe		Kontrollgruppe	
	am ersten Termin	am letzten Termin	am ersten Termin	am letzten Termin
ohne besonderen Befund	2 (17%)	6 (50%)	9 (75%)	5 (42%)
Blutung	5 (42%)	2 (17%)	4 (33%)	1 (8%)
Klauengeschwür	6 (50%)	4 (33%)	0 (0%)	2 (17%)
Morbus Mortellaro	0 (0%)	2 (17%)	0 (0%)	6 (50%)

Am ersten Probenentnahmeterrnin gab es in der Biotin- und der Kontrollgruppe je eine Kuh mit zwei klinischen Diagnosen an der rechten Hinterklaue.

Nach 13 Monaten Biotinsupplementierung gab es in beiden Gruppen je zwei Kühe mit zwei klinischen Diagnosen an der rechten Hinterklaue.

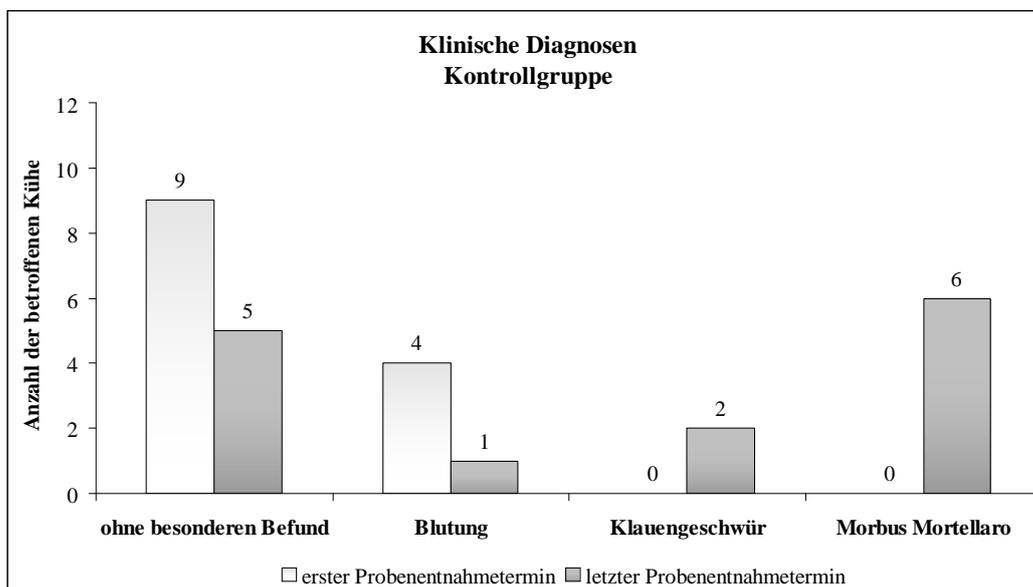
Die Einzeldiagnosen (vor der Zusammenfassung für die Auswertung) zu den einzelnen Tieren sind in den Tabellen 1a und 1b, im Kap. I Anhang, unter 2.1, ab S. 127 aufgeführt.

Textabbildung 6a: in der Biotingruppe (n=12) gestellte Diagnosen, vor und nach 13 Monaten Biotinsupplementierung.



Die Diagnosen zu den einzelnen Tieren sind in den Tabellen 1a und 1b, im Kap. I Anhang, unter 2.1, ab S. 127 dargestellt.

Textabbildung 6b: in der Kontrollgruppe (n=12) gestellte Diagnosen, vom ersten und letzten Probenentnahmeterrin.



Die Diagnosen zu den einzelnen Tieren sind in den Tabellen 1a und 1b, im Kap. I Anhang, unter 2.1, ab S. 127 dargestellt.

2.1 Veränderungen nach 13 Monaten Biotinsupplementierung

Biotingruppe

Es wurden nach der Biotinsupplementierung bei den Biotintieren 33% weniger klinische Diagnosen erhoben.

Die Diagnose Blutung reduzierte sich von 42% der betroffenen Kühe auf 17%. Klauengeschwüre wurden vor der Biotinsupplementierung bei 50% der Kühe festgestellt. Diese Diagnose ging auf 33% der Biotintiere zurück.

Am letzten Probenentnahmetermin wurde im gesamten Bestand ein hoher Anteil an Morbus Mortellaro (Dermatitis digitalis) festgestellt. In der Biotingruppe wurde diese Diagnose bei 17% der Tiere erhoben.

Die Anzahl der Biotintiere, bei denen „kein besonderer Befund“ erhoben wurde, stieg von 17% auf 50% nach der Biotingabe.

Eine Verbesserung, d.h. von „einem klinischen Befund“ zu „keinem besonderen Befund“ nach der Biotinsupplementierung, wurde bei 33% der Biotintiere festgestellt.

Keine Veränderung lag bei 67% der Tiere vor. Bei 17% wurden an beiden Terminen „keine besonderen Befunde“ erhoben und 50% waren an beiden Terminen befundbehaftet.

Eine Verschlechterung, d.h. „ohne besonderen Befund“, am ersten Termin und mit einem „klinischen Befund“ nach 13 Monaten Biotinsupplementierung gab es in der Biotingruppe nicht.

Kontrollgruppe

In der Kontrollgruppe stieg der Anteil an Tieren mit einer klinischen Diagnose vom ersten Termin mit 25% zum letzten Probenentnahmetermin auf 58 % an.

Die Diagnose Blutung ging dabei in der Kontrollgruppe von 33% auf 8% zurück. Die am ersten Probenentnahmetermin nicht gestellte Diagnose Klauengeschwür wurde am letzten Termin bei 17% der Kontrolltiere festgestellt. Die ebenfalls am ersten Probenentnahmetermin nicht gestellte Diagnose Morbus Mortellaro

(Dermatitis digitalis) wurde bei 50% der Tiere am letzten Termin diagnostiziert.

Die Anzahl der Kontrolltiere, bei denen „kein besonderer Befund“ erhoben wurde, sank von 75% auf 42%.

In der Kontrollgruppe wurde eine Verbesserung von „einem klinischen Befund“ am ersten Termin auf „keinen besonderen Befund“ am letzten Termin bei 8% festgestellt.

Bei 50% der Kontrolltiere wurde keine Veränderung festgestellt. An beiden Terminen hatten 33% der Kontrolltiere „keinen besonderen Befund“ und bei 17% wurde an beiden Terminen ein „klinischer Befund“ erhoben.

In der Kontrollgruppe verschlechterten sich 42% der Tiere von „keinem besonderen Befund“ am ersten Termin auf einen „klinischen Befund“ am letzten Termin.

Texttabelle 6: Zusammenfassung der Veränderungen bei den klinischen Diagnosen. Im Vergleich zwischen erstem (vor der Biotinsupplementierung) und letztem Termin (nach der Biotinsupplementierung). Angaben in Anzahl (Prozent) der Tiere.

	Klinische Diagnose		Anzahl der Tiere	
	am ersten Termin	am letzten Termin	Biotingruppe (12 Kühe)	Kontrollgruppe (12 Kühe)
Verbesserung	mit klinischem Befund	ohne besonderen Befund	4 (33%)	1 (8%)
keine Veränderung	mit klinischem Befund	mit klinischem Befund	6 (50%)	2 (17%)
	ohne besonderen Befund	ohne besonderen Befund	2 (17%)	4 (33%)
Verschlechterung	ohne besonderen Befund	mit klinischem Befund	0 (0%)	5 (42%)

Die Diagnosen zu den einzelnen Tieren sind in den Tabellen 1a und 1b, im Kap. I Anhang, unter 2.1, ab S. 127 dargestellt.

3 Histologische Befunde

Die Beurteilung der histologischen Schnitte aus dem Ballenhorn erfolgte anhand eines jeweiligen Bewertungsschlüssels (Kap. C Material und Methoden, unter 2.2, S.38; unter 2.3, S. 40, und S. 42/43). Die zur Auswertung erfolgte Summenbildung aus den Bewertungszahlen ist im Kap. C Material und Methoden, unter C2.5.1, ab S. 49 erläutert.

3.1 Lichtmikroskopie

Die lichtmikroskopischen Untersuchungen wurden an insgesamt 24 Kühen durchgeführt (12 Biotin- und 12 Kontrolltiere).

Der Schwerpunkt bei dieser Untersuchung wurde auf den semiquantitativen Nachweis von Glykoproteinen und Glykolipiden mit der Perjodsäure-Schiff-Reaktion (PAS-Reaktion) gelegt.

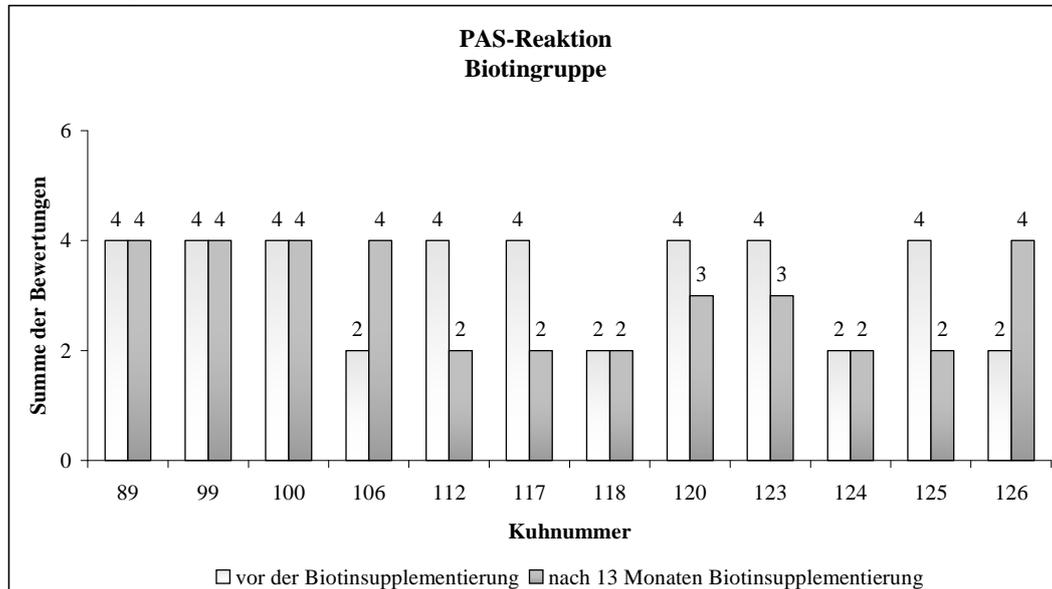
Mit Hilfe des Bewertungsschlüssels (Kap. C Material und Methoden, unter 2.2, S.38) wurden die PAS-Reaktionen positiv (Berwertungszahl 1), schwach positiv (Berwertungszahl 2), und negativ (Berwertungszahl 3) beurteilt.

Die Summen der Bewertungszahlen sind pro Tier und Termin in den Textabbildungen 7a und 7b, S. 61 dargestellt.

Die Summe 2 bedeutet, dass es eine PAS-positive Reaktion gab, d.h. es waren Glykolipide und Glykoproteine nachweisbar. Eine PAS-schwach positive Reaktion hatten die Schnitte mit der Summe 4, d.h. bei diesen Schnitten haben weniger Glykolipide und Glykoproteine reagiert als bei der PAS-positiven Reaktion. Einige Schnitte konnten nicht eindeutig zugeordnet werden und lagen zwischen zwei Bewertungszahlen. Diese Schnitte sind an der Summe 3 erkennbar.

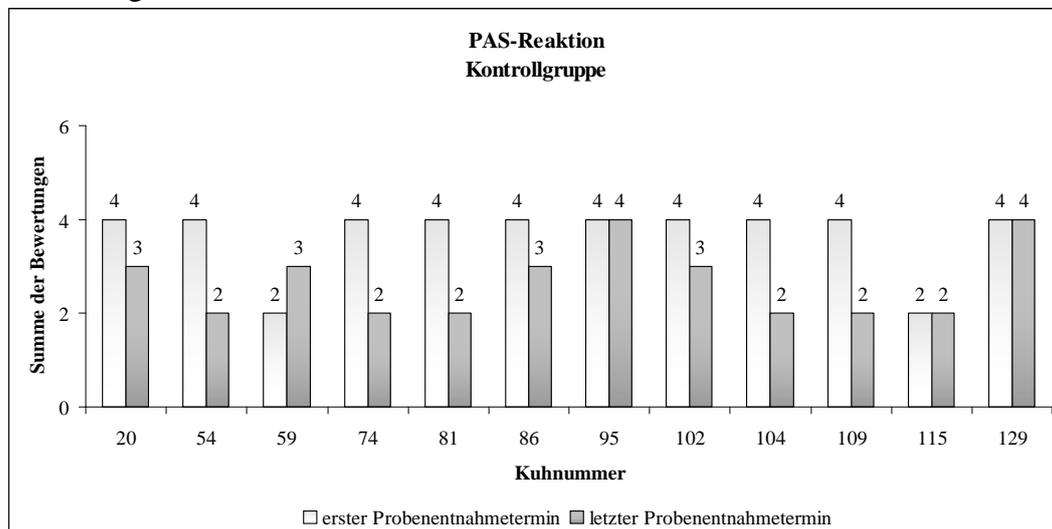
Die negative PAS-Reaktion, d.h. es sind keine Glykolipide und Glykoproteine nachweisbar, wurde bei keinem der Schnitte festgestellt.

Textabbildung 7a: PAS-Reaktion der Biotingruppe (n=12) vor und nach 13 Monaten Biotinsupplementierung. Dargestellt sind die Summen der Bewertungszahlen.



Die einzelnen Bewertungszahlen und die Summen sind in den Tabellen 2a und 2b, im Kap. I Anhang, unter 2.2.1, ab S. 129 dargestellt.

Textabbildung 7b: PAS-Reaktion der Kontrollgruppe (n=12) vom ersten und letzten Probenentnahmetermin. Dargestellt sind die Summen der Bewertungszahlen.



Die einzelnen Bewertungszahlen und die Summen sind in den Tabellen 2a und 2b, im Kap. I Anhang, unter 2.2.1, ab S. 129 dargestellt.

3.1.1 Veränderungen nach 13 Monaten Biotinsupplementierung

Biotingruppe

Bei 58% der Histologieschnitte wurde eine Veränderung in der Intensität der PAS-Reaktion festgestellt.

Die PAS-Reaktion war bei 42% der Schnitte nach der Biotinsupplementierung intensiver. Bei 17% ließ die Intensität der PAS-Reaktion nach.

Bei 42% der Histologieschnitte wurde keine Veränderung in der Intensität der PAS-Reaktion vor und nach der Biotinsupplementierung festgestellt.

Kontrollgruppe

In der Kontrollgruppe wurde bei 75% der Histologieschnitte eine Veränderung festgestellt.

Eine intensivere PAS-Reaktion wurde bei 67% der Schnitte festgestellt. Weniger intensiv war die PAS-Reaktion bei 8% der Schnitte.

Keine Veränderung in der Intensität der PAS-Reaktion wurde bei 25% der Histologieschnitte festgestellt.

Texttabelle 7: Zusammenfassung der Veränderungen bei der PAS-Reaktion. Im Vergleich zwischen erstem (vor der Biotinsupplementierung) und letztem Termin (nach der Biotinsupplementierung). Angaben in Anzahl der Tiere.

	PAS-Reaktion		Anzahl der Tiere	
	am ersten Termin	am letzten Termin	Biotingruppe (12 Kühe)	Kontrollgruppe (12 Kühe)
Veränderung	schwach positiv (Summe 4)	positiv (Summe 2)	3 (25%)	5 (42%)
		nicht eindeutig (Summe 3)	2 (17%)	3 (25%)
	positiv (Summe 2)	schwach positiv (Summe 4)	2 (17%)	0 (0%)
		nicht eindeutig (Summe 3)	0(0%)	1 (8%)
keine Veränderung	positiv (Summe 2)	positiv (Summe 2)	2 (17%)	1 (8%)
	nicht eindeutig (Summe 3)	nicht eindeutig (Summe 3)	0 (0%)	0 (0%)
	schwach positiv (Summe 4)	schwach positiv (Summe 4)	3 (25%)	2 (17%)

Die einzelnen Bewertungszahlen und die Summen sind in den Tabellen 2a und 2b, im Kap. I Anhang, unter 2.2.1, ab S. 129 dargestellt.

3.2 Transmissionselektronenmikroskopie

3.2.1 Semidünnschnitte mit lichtmikroskopischer Auswertung

Bei dieser Untersuchung war es bei drei Kühen nicht möglich, auswertbare Nativschnitte herzustellen. Daher wurden nur elf Biotin- und zehn Kontrolltiere untersucht.

Der Bewertungsschlüssel (Kap. C Material und Methoden, unter 2.3, Textabb. 3, S. 40) für die Semidünnschnitte umfasst zwei Kriterien: die intrazelluläre Struktur (Homogenität) der Zellen und den interzellulären Zusammenhalt.

Die Homogenität wurde über das intrazelluläre Färbeverhalten beurteilt. Das Färbeverhalten wurde als homogen (Bewertungszahl 1), teilweise inhomogen (Bewertungszahl 2) und inhomogen (Bewertungszahl 3) beurteilt.

Die zur Auswertung gebildeten Summen der Bewertungszahlen sind pro Tier und Termin in den Textabbildungen 8a und 8b, S. 65 dargestellt.

Semidünnschnitte mit der Summe 2 zeigten eine homogene intrazelluläre Struktur

Untersuchungsergebnisse

(gleichmäßig gefärbt). Die Summe 4 bedeutet, dass einige Zellen im Schnitt intrazellulär nicht homogen waren. Bei der Summe 6 handelt es sich um Schnitte, die insgesamt inhomogen (ungleichmäßig gefärbt) waren.

Semidünnschnitte, die in der Beurteilung zwischen zwei Bewertungszahlen lagen, haben entsprechend eine ungerade Summe.

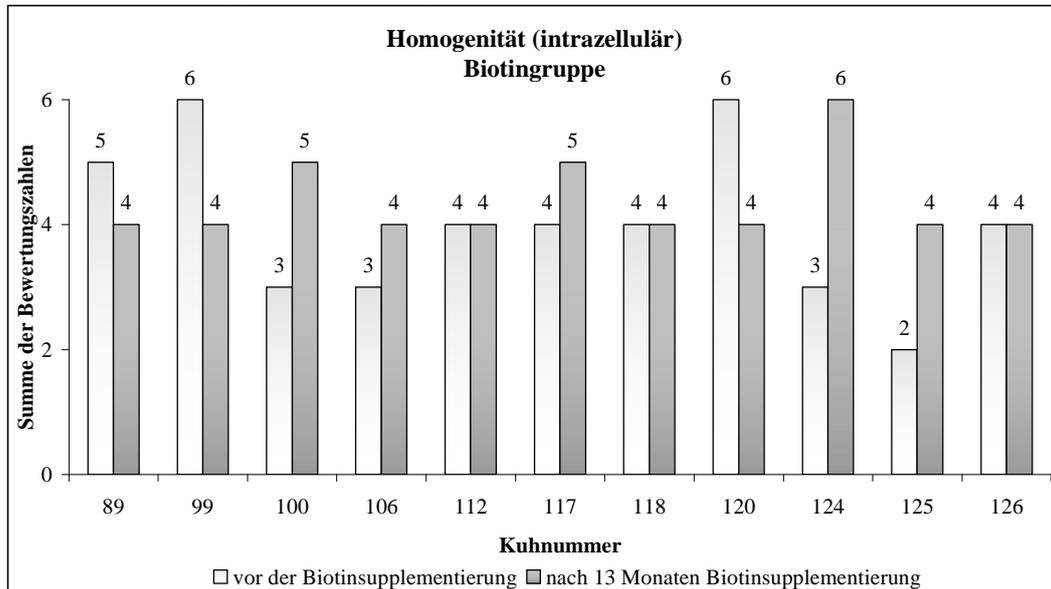
Der Zusammenhalt des Interzellularspalts wurde danach beurteilt, ob keine (Bewertungszahl 1), teilweise (Bewertungszahl 2) oder deutlich sichtbare Zusammenhangstrennungen (Bewertungszahl 3) vorlagen.

Die zur Auswertung gebildeten Summen der Bewertungszahlen sind pro Tier und Termin in den Textabbildungen 9a und 9b, S. 66 dargestellt.

Die Summe 2 bedeutet, dass keine Zusammenhangstrennungen sichtbar waren. Teilweise Zusammenhangstrennungen im Interzellularspalt ergab die Summe 4. Die Semidünnschnitte mit deutlichen Zusammenhangstrennungen haben die Summe 6.

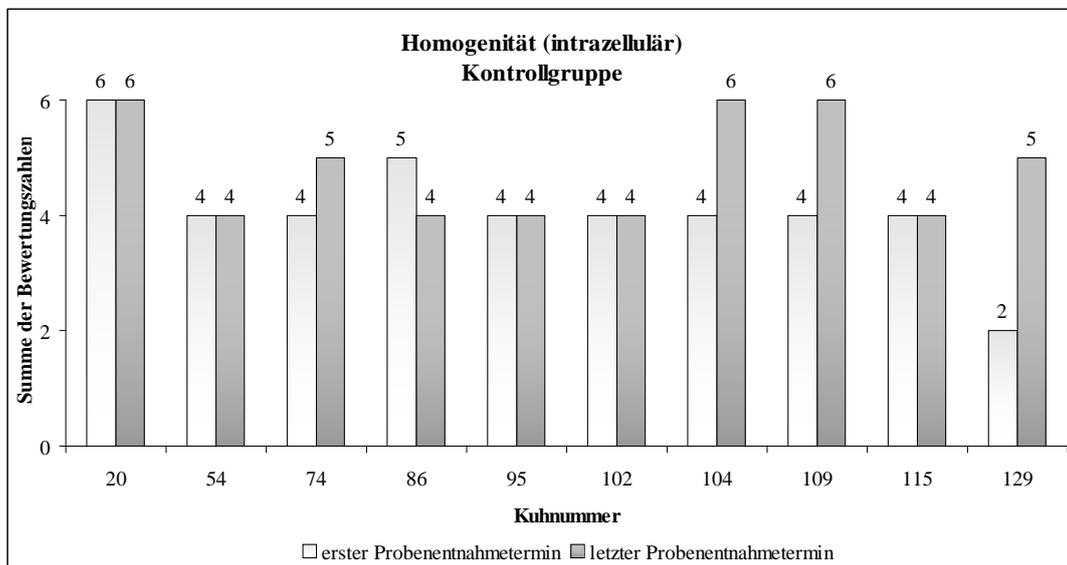
Semidünnschnitte, die in der Beurteilung zwischen zwei Bewertungszahlen lagen, haben entsprechend eine ungerade Summe.

Textabbildung 8a: Das intrazelluläre Färbeverhalten (Homogenität) in der Biotingruppe (n=11). Dargestellt sind die Summen der Bewertungszahlen vor und nach der Biotinsupplementierung.



Die einzelnen Bewertungszahlen und die Summen sind in der Tabelle 3a, im Kap. I Anhang, unter 2.2.2.1, ab S. 131 dargestellt.

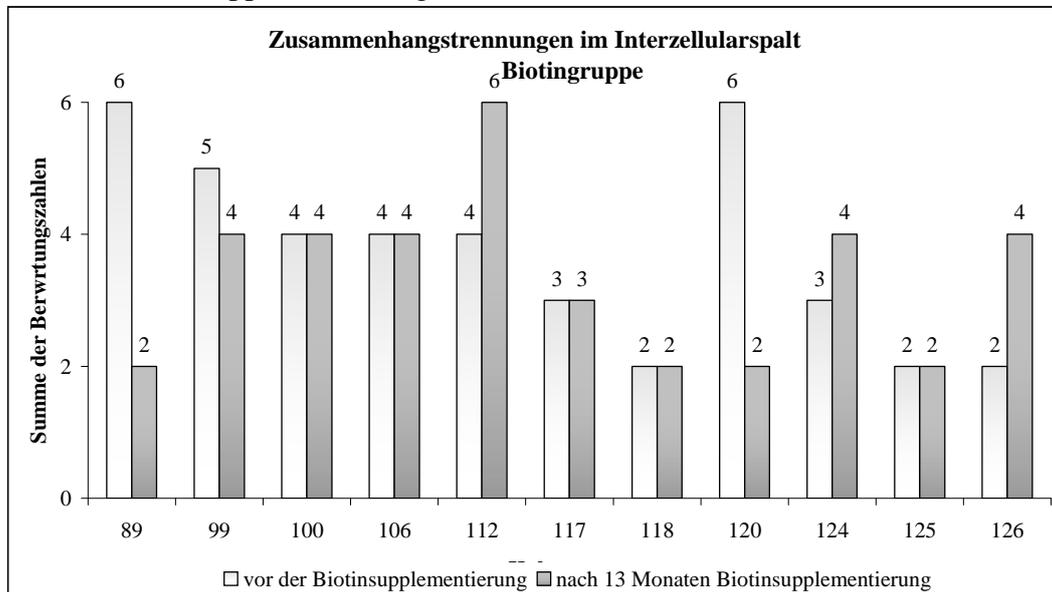
Textabbildung 8b: Das intrazelluläre Färbeverhalten (Homogenität) in der Kontrollgruppe (n=10). Dargestellt sind die Summen der Bewertungszahlen vom ersten und letzten Probenentnahmeterrin.



Die einzelnen Bewertungszahlen und die Summen sind in der Tabelle 3b, im Kap. I Anhang, unter 2.2.2.1, ab S. 131 dargestellt.

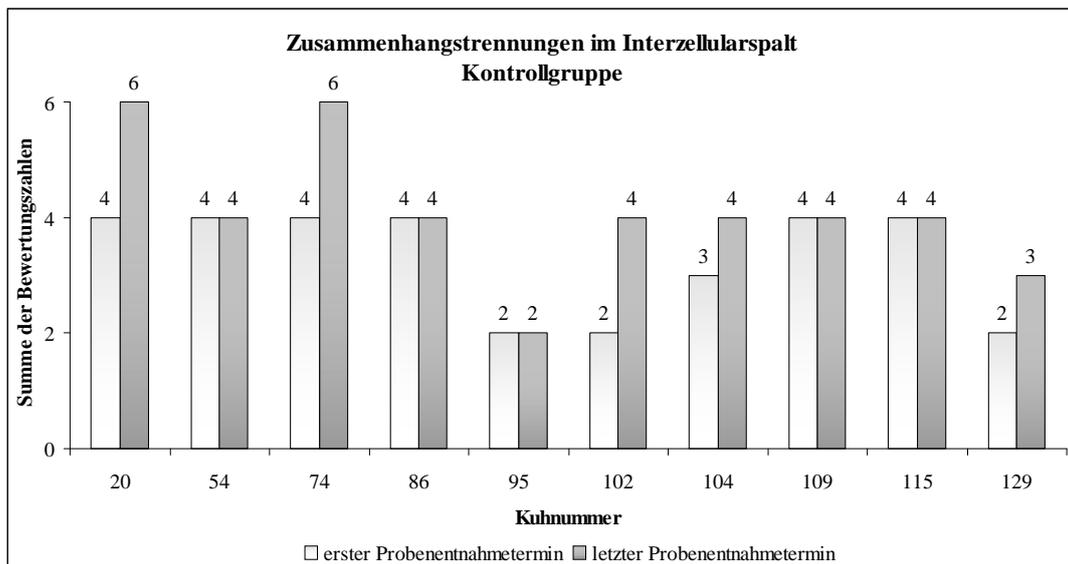
Untersuchungsergebnisse

Textabbildung 9a: Zusammenhangstrennungen im Interzellularspalt der Biotingruppe (n=11). Dargestellt sind die Summen der Bewertungszahlen vor und nach der Biotinsupplementierung.



Die einzelnen Bewertungszahlen und die Summen sind in der Tabelle 4a, im Kap. I Anhang, unter 2.2.2.1, ab S. 131 dargestellt.

Textabbildung 9b: Zusammenhangstrennungen im Interzellularspalt der Kontrollgruppe (n=10). Dargestellt sind die Summen der Bewertungszahlen vom ersten und letzten Probenentnahmeterrin.



Die einzelnen Bewertungszahlen und die Summen sind in der Tabelle 4b, im Kap. I Anhang, unter 2.2.2.1, ab S. 131 dargestellt.

3.2.1.1 Veränderungen nach 13 Monaten Biotinsupplementierung

Biotingruppe

Intrazelluläre Homogenität

Nach der Biotinsupplementierung waren 27% der Semidünnschnitte intrazellulär homogener (gleichmäßiger gefärbt) als vor der Supplementierung. Insgesamt 46% der Schnitte wurden weniger homogen (ungleichmäßig gefärbt) als vor der Biotinsupplementierung bewertet.

Keine Veränderung in der intrazellulären Homogenität (Färbeverhalten) wurde bei 27% der Semidünnschnitte festgestellt.

Der Zusammenhalt des Interzellularspaltes

Weniger Zusammenhangstrennungen als vor der Supplementierung wurden bei 27% der Semidünnschnitte festgestellt. Mehr Zusammenhangstrennungen zeigten ebenfalls 27% der Schnitte.

Bei 46% der Semidünnschnitte wurde keine Veränderung des Zusammenhaltes im Interzellularspalt gefunden.

Kontrollgruppe

Intrazelluläre Homogenität

Am letzten Termin waren 10% der Semidünnschnitte intrazellulär homogener (gleichmäßiger gefärbt) als am ersten Termin. Am letzten Termin weniger homogen (ungleichmäßig gefärbt) als am ersten Termin waren 40% der Schnitte.

Bei 50% der Semidünnschnitte wurde keine Veränderung im Färbeverhalten intrazellulär festgestellt.

Der Zusammenhalt des Interzellularspaltes

In keinem Semidünnschnitt wurden am letzten Termin weniger Zusammenhangstrennungen als am ersten Termin gefunden. Mehr Zusammenhangstrennungen wurden bei 50% der Kontrollschnitte festgestellt.

Keine Veränderung des Zusammenhaltes im Interzellularspalt wurde bei 50% der

Untersuchungsergebnisse

Semidünnschnitte gefunden.

Texttabelle 8: Zusammenfassung der Veränderungen der intrazellulären Homogenität (Färbeverhalten). Dargestellt sind die Summen der Bewertungszahlen vor (erster Termin) und nach (letzter Termin) der Biotinsupplementierung im Vergleich zwischen Biotin- und Kontrollgruppe. Angaben in Anzahl der Tiere.

	Summe der Bewertungszahlen		Menge der Tiere	
	erster Termin	letzter Termin	Biotingruppe (11 Kühe)	Kontrollgruppe (10 Kühe)
keine Veränderung der Homogenität	2	2	0	0
	3	3	0	0
	4	4	3	4
	5	5	0	0
	6	6	0	1
gesamt			3 (27%)	5 (50%)
geringfügig mehr Homogenität	3	2	0	0
	4	3	0	0
	5	4	1	1
	6	5	0	0
gesamt			1 (9%)	1 (10%)
deutlich mehr Homogenität	4	2	0	0
	5	3	0	0
	5	2	0	0
	6	4	2	0
	6	3	0	0
	6	2	0	0
gesamt			2 (18%)	0 (0%)
geringfügig weniger Homogenität	2	3	0	0
	3	4	1	0
	4	5	1	1
	5	6	0	0
gesamt			2 (18%)	1 (10%)
deutlich weniger Homogenität	2	4	1	0
	2	5	0	1
	2	6	0	0
	3	5	1	0
	3	6	1	0
	4	6	0	2
gesamt			3 (27%)	3 (30%)

Die einzelnen Bewertungszahlen und die Summen sind in den Tabellen 3a und 3b, im Kap. I Anhang, unter 2.2.2.1, ab S. 131 dargestellt.

Tabelle 9: Zusammenfassung der Veränderungen der Zusammenhangstrennungen im Interzellularspalt (IZS). Dargestellt sind die Summen der Bewertungszahlen vor (erster Termin) und nach (letzter Termin) der Biotinsupplementierung im Vergleich zwischen Biotin- und Kontrollgruppe. Angaben in Menge der Tiere.

	Summe der Bewertungszahlen		Menge der Tiere	
	erster Termin	letzter Termin	Biotingruppe (11 Kühe)	Kontrollgruppe (10 Kühe)
keine Veränderung der Zusammenhangstrennungen im IZS	2	2	2	1
	3	3	1	0
	4	4	2	4
	5	5	0	0
	6	6	0	0
gesamt			5 (45,45%)	5 (50%)
geringfügig weniger Zusammenhangstrennungen im IZS	3	2	0	0
	4	3	0	0
	5	4	1	0
	6	5	0	0
gesamt			1 (9,09%)	0 (0%)
deutlich weniger Zusammenhangstrennungen im IZS	4	2	0	0
	5	3	0	0
	5	2	0	0
	6	4	0	0
	6	3	0	0
	6	2	2	0
gesamt			2 (18,18%)	0 (0%)
geringfügig mehr Zusammenhangstrennungen im IZS	2	3	0	1
	3	4	1	1
	4	5	0	0
	5	6	0	0
gesamt			1 (9,09%)	2 (20%)
deutlich mehr Zusammenhangstrennungen im IZS	2	4	1	1
	2	5	0	0
	2	6	0	0
	3	5	0	0
	3	6	0	0
	4	6	1	2
Gesamt			2 (18,18%)	3 (30%)

Die einzelnen Bewertungszahlen und die Summen sind in den Tabellen 4a und 4b, im Kap. I Anhang, unter 2.2.2.1, ab S. 131 dargestellt.

3.2.2 Ultradünnschnitte mit elektronenmikroskopischer Auswertung

Bei dieser Untersuchung war es für vier Kühe nicht möglich, auswertbare Nativschnitte herzustellen. Daher wurden nur elf Biotin- und neun Kontrolltiere untersucht.

Es wurden insgesamt sechs Kriterien beurteilt. Jeweils drei Kriterien für intra- und für interzelluläre Strukturen nach dem Bewertungsschlüssel in Textabb. 4a und 4b (Kap. C Material und Methoden, unter 2.3, S. 42/43).

Die Ultradünnschnitte wurden zusätzlich von einem zweiten Untersucher beurteilt. Die Auswertung mit Hilfe von Gesamtsummen wurde unter 2.5.1 Beschreibende Statistik erläutert (Kap. C Material und Methoden, unter C2.5.1, ab S. 49).

Die Ultradünnschnitte mit den Gesamtsummen 4, 8 oder 12 wurden von beiden Untersuchern eindeutig zugeordnet. Bei den verbleibenden Gesamtsummen hat mindestens ein Untersucher den Schnitt nicht eindeutig einer Bewertungszahl zugeordnet.

Intrazelluläre Strukturen

Die *Keratinfilamente* wurden nach ihrer Anordnung und sichtbaren elektronendichteren Strukturen beurteilt. Bei gleichmäßiger Anordnung war ein homogenes Bild mit nur geringen (Bewertungszahl 1) oder deutlich (Bewertungszahl 2) sichtbaren elektronendichteren Strukturen. Bei einem ungeordneten Bild der Keratinfilamente (inhomogenes Bild) mit deutlich sichtbaren elektronendichteren Strukturen wurde die Bewertungszahl 3 gegeben.

Die *Lipidtropfen* wurden nach ihrem Vorhandensein beurteilt. So gab es Schnitte mit vereinzelt Lipidtropfen in einzelnen (Bewertungszahl 1) oder den meisten (Bewertungszahl 2) Zellen. Die Schnitte mit zahlreichen Lipidtropfen in den meisten Zellen bekamen die Bewertungszahl 3.

Kern- oder Organellenreste waren nicht (Bewertungszahl 1), vereinzelt (Bewertungszahl 2) oder gehäuft (Bewertungszahl 3) sichtbar.

Die zur Auswertung gebildeten Gesamtsummen der einzelnen Kriterien sind pro Tier und Termin in den Textabbildungen 10a, 10b, 11a, 11b und 12a, 12b ab S. 72 dargestellt.

Interzelluläre Strukturen

Der *Interzellulärspalt* war regelmäßig eng, mit vereinzelt kleinblasigen Erweiterungen (Bewertungszahl 1) oder unregelmäßig erweitert (Bewertungszahl 2), und teilweise waren großblasige Erweiterungen sichtbar (Bewertungszahl 3).

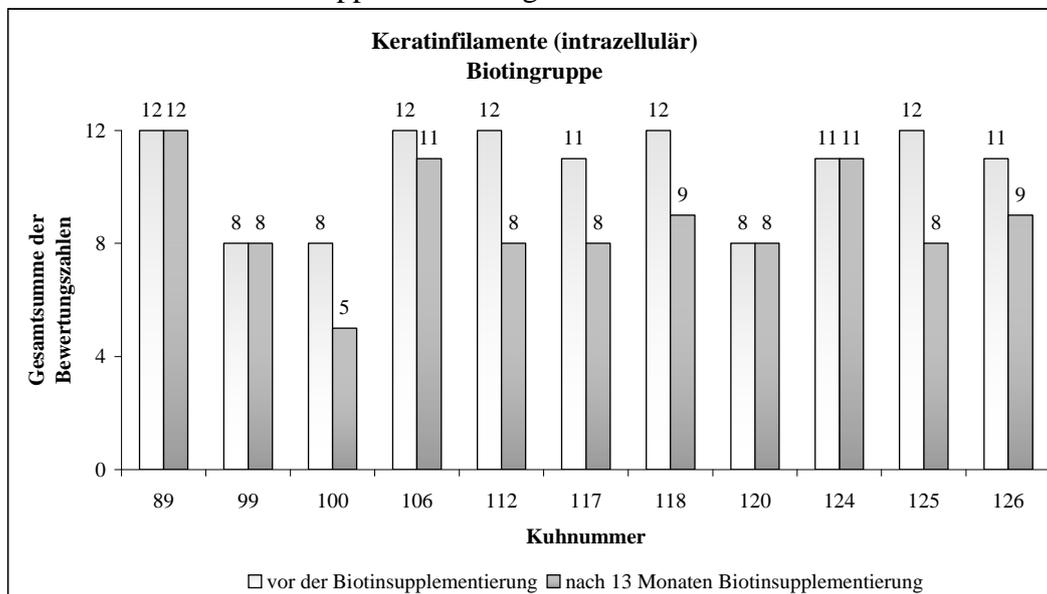
Die *Erweiterungen* im Interzellulärspalt waren überwiegend (Bewertungszahl 1) oder teilweise (Bewertungszahl 2) gefüllt. Die Erweiterungen die überwiegend ungefüllt waren bekamen die Bewertungszahl 3.

Die *interzelluläre Kittsubstanz* wurde nach der sichtbaren Körnung von fein- (Bewertungszahl 1) über mittelmäßig (Bewertungszahl 2) bis grobkörnig (Bewertungszahl 3) beurteilt.

Die zur Auswertung gebildeten Gesamtsummen der einzelnen Kriterien sind pro Tier und Termin in den Textabbildungen 13a, 13b, 14a, 14b und 15a, 15b ab S. 75 dargestellt.

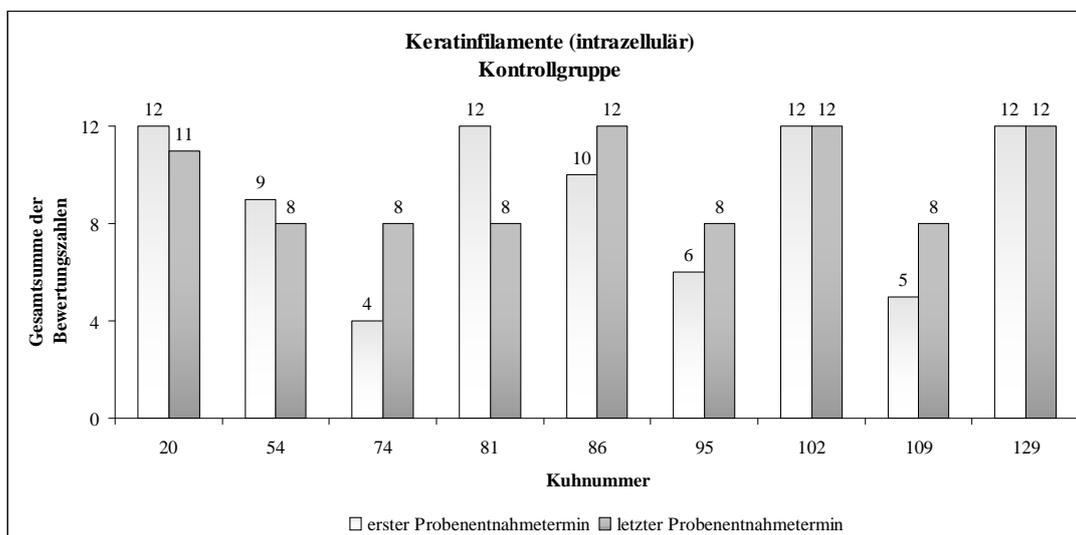
Untersuchungsergebnisse

Textabbildung 10a: Die Anordnung der Keratinfilamente intrazellulär in der Biotingruppe (n=11). Dargestellt sind die Gesamtsummen der zwei Untersucher vor und nach der Biotinsupplementierung.



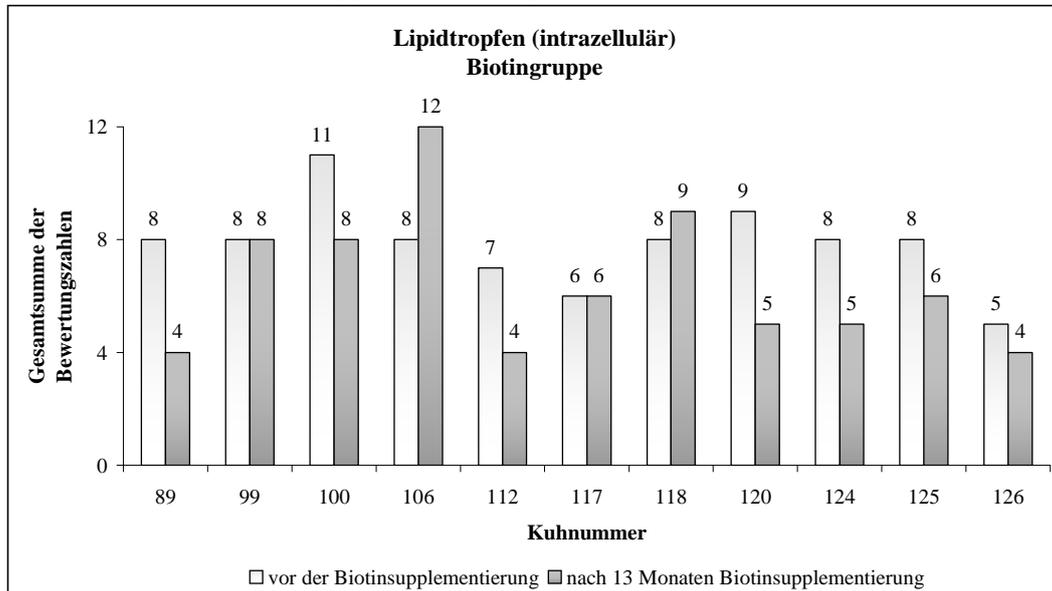
Die einzelnen Bewertungszahlen, die Summen und Gesamtsummen sind in der Tabelle 5a im Kap. I Anhang, unter 2.2.2.2, ab S. 135 dargestellt.

Textabbildung 10b: Die Anordnung der Keratinfilamente intrazellulär in der Kontrollgruppe (n=9). Dargestellt sind die Gesamtsummen der zwei Untersucher vom ersten und letzten Probenentnahmeterrin.



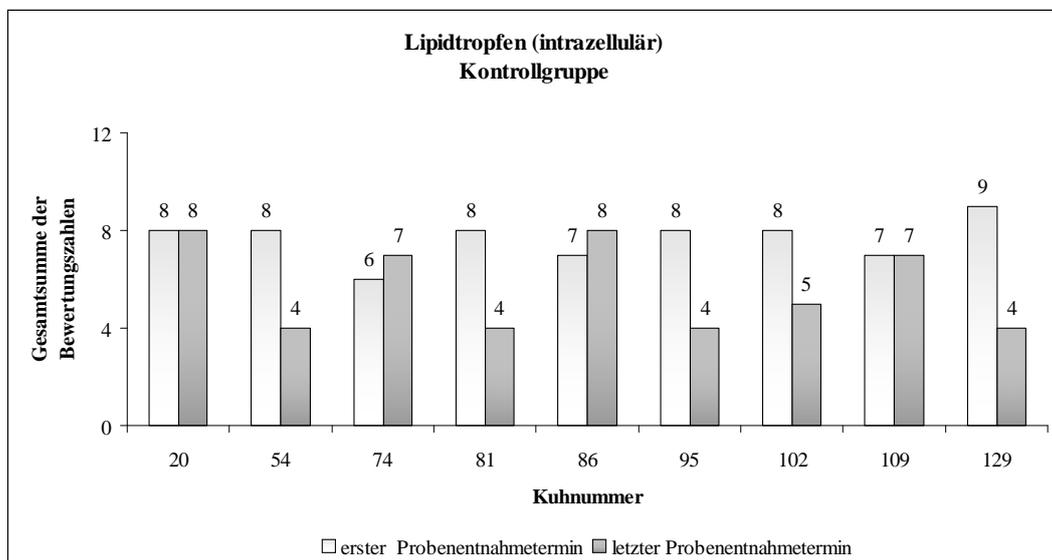
Die einzelnen Bewertungszahlen, die Summen und Gesamtsummen sind in der Tabelle 5b im Kap. I Anhang, unter 2.2.2.2, ab S. 135 dargestellt.

Textabbildung 11a: Die Menge der intrazellulären Lipidtropfen in der Biotingruppe (n=11). Dargestellt sind die Gesamtsummen der zwei Untersucher vor und nach der Biotinsupplementierung.



Die einzelnen Bewertungszahlen, die Summen und Gesamtsummen sind in der Tabelle 6a im Kap. I Anhang, unter 2.2.2.2, ab S. 135 dargestellt.

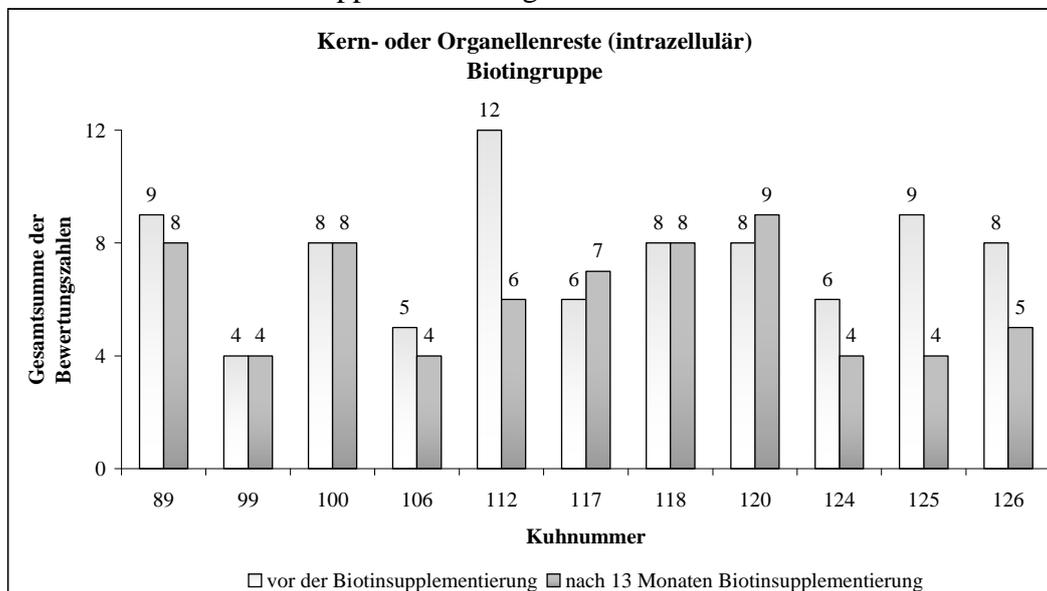
Textabbildung 11b: Die Menge der intrazellulären Lipidtropfen in der Kontrollgruppe (n=9). Dargestellt sind die Gesamtsummen der zwei Untersucher vom ersten und letzten Probenentnahmeterrin.



Die einzelnen Bewertungszahlen, die Summen und Gesamtsummen sind in der Tabelle 6b im Kap. I Anhang, unter 2.2.2.2, ab S. 135 dargestellt.

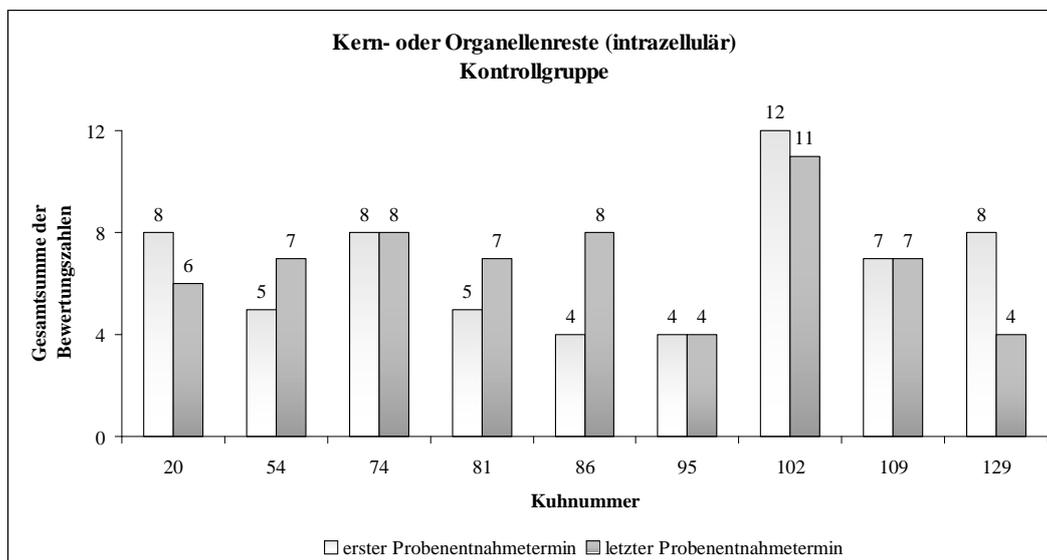
Untersuchungsergebnisse

Textabbildung 12a: Sichtbare Kern- oder Organellenreste intrazellulär in der Biotingruppe (n=11). Dargestellt sind die Gesamtsummen der zwei Untersucher vor und nach der Biotinsupplementierung.



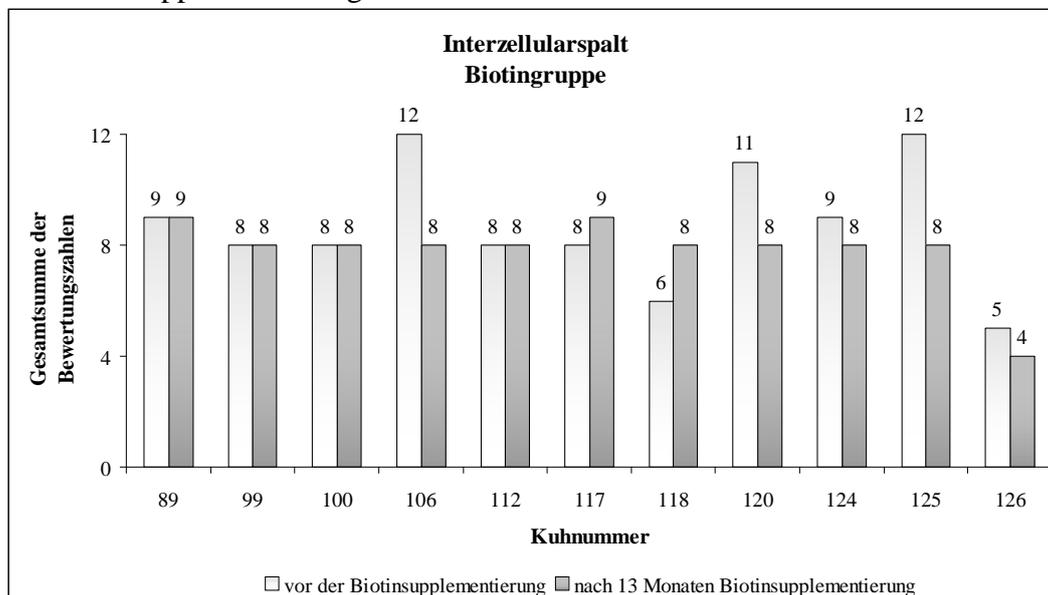
Die einzelnen Bewertungszahlen, die Summen und Gesamtsummen sind in der Tabelle 7a im Kap. I Anhang, unter 2.2.2.2, ab S. 135 dargestellt.

Textabbildung 12b: Sichtbare Kern- oder Organellenreste intrazellulär in der Kontrollgruppe (n=9). Dargestellt sind die Gesamtsummen der zwei Untersucher vom ersten und letzten Probenentnahmeterrin.



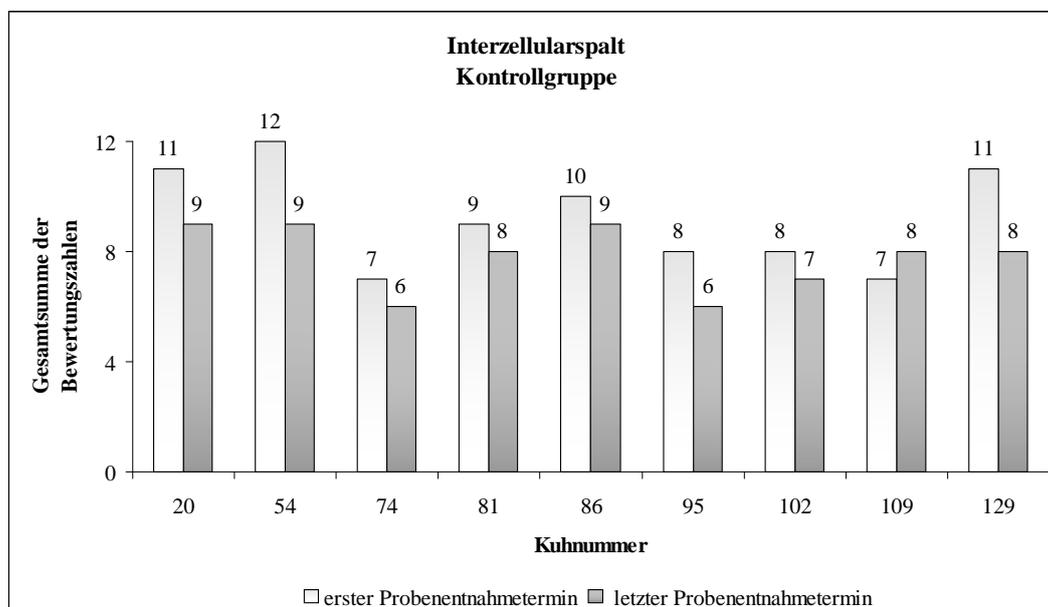
Die einzelnen Bewertungszahlen, die Summen und Gesamtsummen sind in der Tabelle 7b im Kap. I Anhang, unter 2.2.2.2, ab S. 135 dargestellt.

Textabbildung 13a: Erweiterungen im Interzellularspalt in der Biotingruppe (n=11). Dargestellt sind die Gesamtsummen der zwei Untersucher vor und nach der Biotinsupplementierung.



Die einzelnen Bewertungszahlen, die Summen und Gesamtsummen sind in der Tabelle 8a im Kap. I Anhang, unter 2.2.2.2, ab S. 135 dargestellt.

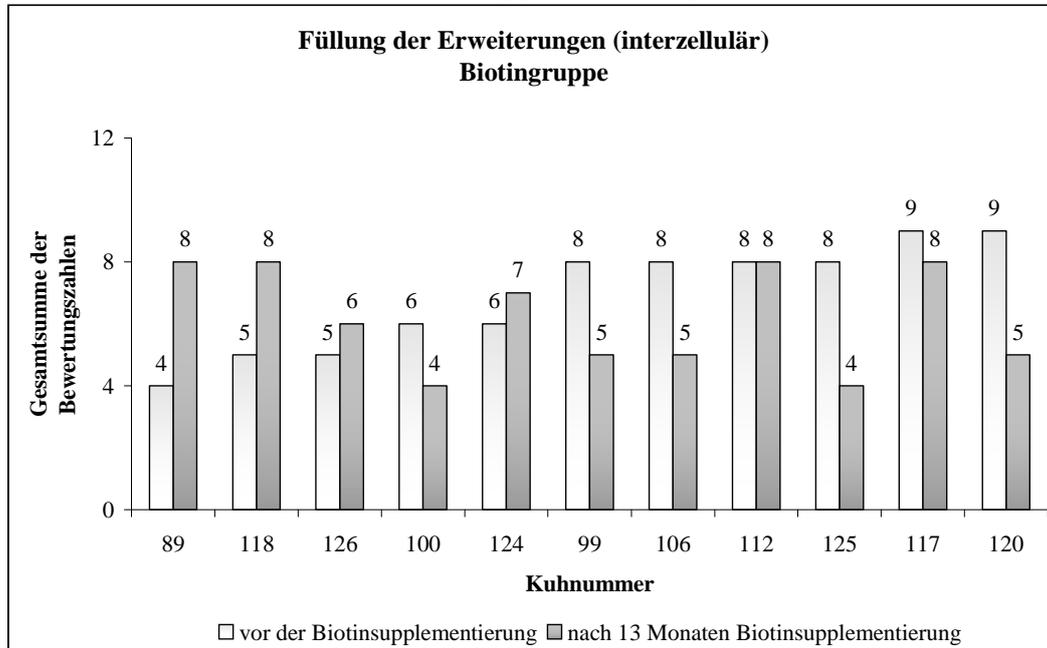
Textabbildung 13b: Erweiterungen im Interzellularspalt in der Kontrollgruppe (n=9). Dargestellt sind die Gesamtsummen der zwei Untersucher vom ersten und letzten Probenentnahmetermine.



Die einzelnen Bewertungszahlen, die Summen und Gesamtsummen sind in der Tabelle 8b im Kap. I Anhang, unter 2.2.2.2, ab S. 135 dargestellt.

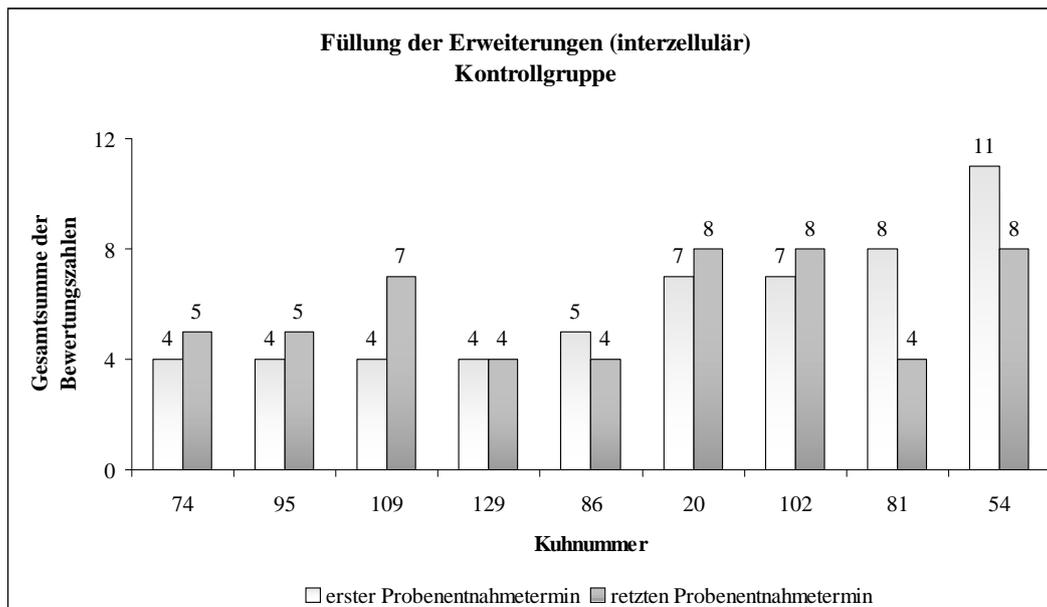
Untersuchungsergebnisse

Textabbildung 14a: Füllungszustand der Erweiterungen im Interzellularspalt in der Biotingruppe (n=11). Dargestellt sind die Gesamtsummen der zwei Untersucher vor und nach der Biotinsupplementierung.



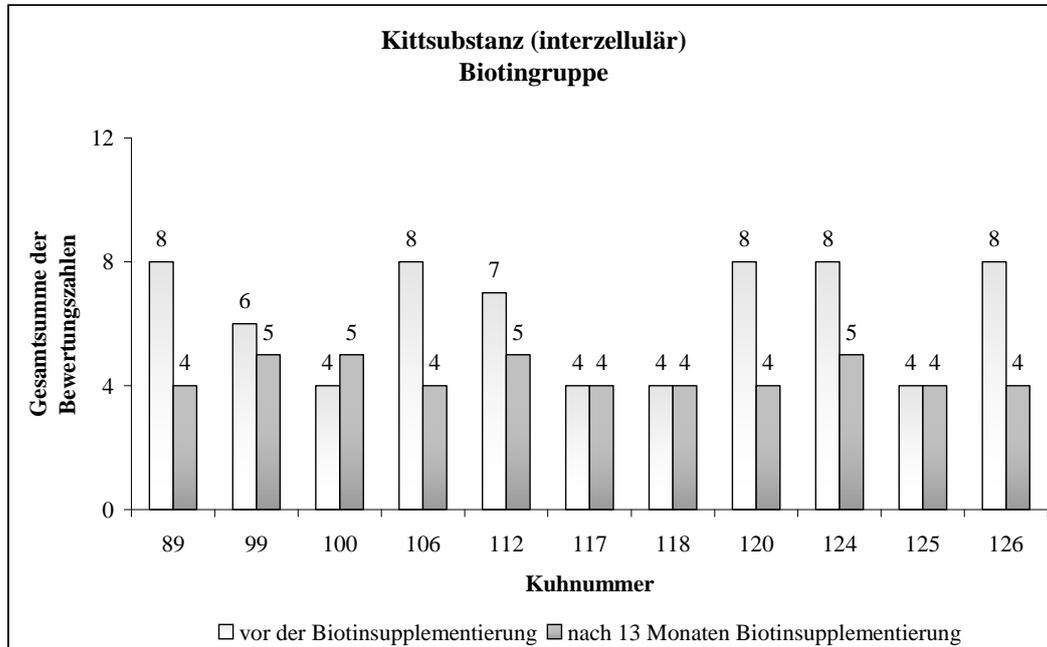
Die einzelnen Bewertungszahlen, die Summen und Gesamtsummen sind in der Tabelle 9a im Kap. I Anhang, unter 2.2.2.2, ab S. 135 dargestellt.

Textabbildung 14b: Füllungszustand der Erweiterungen im Interzellularspalt in der Kontrollgruppe (n=9). Dargestellt sind die Gesamtsummen der zwei vom ersten und letzten Probenentnahmetermin.



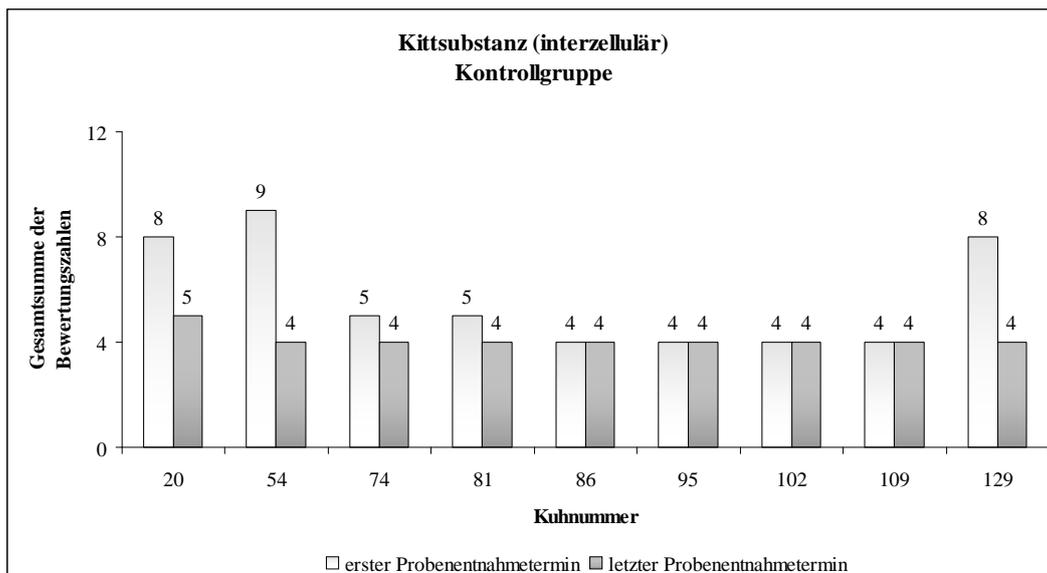
Die einzelnen Bewertungszahlen, die Summen und Gesamtsummen sind in der Tabelle 9b im Kap. I Anhang, unter 2.2.2.2, ab S. 135 dargestellt.

Textabbildung 15a: Die Struktur der interzellulären Kittsubstanz in der Biotingruppe (n=11). Dargestellt sind die Gesamtsummen der zwei Untersucher vor und nach der Biotinsupplementierung.



Die einzelnen Bewertungszahlen, die Summen und Gesamtsummen sind in der Tabelle 10a im Kap. I Anhang, unter 2.2.2.2, ab S. 135 dargestellt.

Textabbildung 15b: Die Struktur der interzellulären Kittsubstanz in der Kontrollgruppe (n=9). Dargestellt sind die Gesamtsummen der zwei vom ersten und letzten Probenentnahmeterrin.



Die einzelnen Bewertungszahlen, die Summen und Gesamtsummen sind in der Tabelle 10b im Kap. I Anhang, unter 2.2.2.2, ab S. 135 dargestellt.

3.2.2.1 Veränderungen nach 13 Monaten Biotinsupplementierung

Die Veränderungen an den Ultradünnschnitten können anhand der Gesamtsummen in geringfügige (Gesamtsumme um ein bis zwei Summenwerte abweichend) oder deutliche (Gesamtsumme um mehr als zwei Summenwerte abweichend) Veränderungen unterteilt werden. Für jedes Kriterium wurden die Veränderungen im Vergleich zwischen der Biotin- und der Kontrollgruppe in Texttabellen (ab S. 82) dargestellt. Im folgendem Text werden die geringfügigen und deutlichen Veränderungen zusammengefasst.

Intrazelluläre Strukturen

Keratinfilamente

In der **Biotingruppe** wurde nach der Biotinsupplementierung eine Veränderung in der Anordnung der Keratinfilamente (Homogenität) bei 64% der Ultradünnschnitte festgestellt.

Eine gleichmäßigere Anordnung der Keratinfilamente (homogeneres Bild) wurde bei 64% der Schnitte festgestellt.

Ein weniger homogenes Bild (ungleichmäßigere Anordnung der Keratinfilamente) wurde bei keinem der Schnitte gesehen.

Keine Veränderung in der Anordnung der Keratinfilamente wurde bei 36% der Schnitte festgestellt.

In der **Kontrollgruppe** wurde in der Anordnung der Keratinfilamente bei 78% der Ultradünnschnitte eine Veränderung festgestellt.

Ein homogeneres Bild (gleichmäßiger angeordnete Keratinfilamente) wurde bei 33% der Kontrollschnitte gesehen.

Eine ungleichmäßigere Anordnung (inhomogeneres Bild) der Keratinfilamente wurde bei 44% der Schnitte festgestellt.

Keine Veränderung in der Anordnung der Keratinfilamente wurde bei 22% der Schnitte festgestellt.

Lipidtropfen (intrazellulär)

In der **Biotingruppe** hat sich die Menge der Lipidtropfen intrazellulär bei 82% der Ultradünnschnitte verändert.

Weniger Lipidtropfen nach der Biotinsupplementierung wurden bei 64% der Schnitte und mehr Lipidtropfen bei 18% gesehen

Keine Veränderung in dem Vorhandensein von Lipidtropfen wurde bei 18% der Schnitte festgestellt.

In der **Kontrollgruppe** wurde bei der Menge der Lipidtropfen intrazellulär an 78% der Ultradünnschnitte eine Veränderung festgestellt.

Weniger Lipidtropfen wurden bei 56% und mehr bei 22% der Schnitte gesehen.

Keine Veränderung in dem Vorhandensein von Lipidtropfen wurde bei 22% der Kontrollschnitte festgestellt.

Kern- oder Organellenreste (intrazellulär)

In der **Biotingruppe** wurde bei 73% der Ultradünnschnitte eine Veränderung im Vorhandensein von Kern- oder Organellenresten festgestellt.

Weniger Kern- oder Organellenreste wurden bei 55% der Schnitte gesehen. Bei 18% wurden mehr Kern- oder Organellenreste festgestellt.

Es wurde bei 27% der Schnitte keine Veränderung im Vorhandensein von Kern- oder Organellenresten gesehen.

In der **Kontrollgruppe** wurde bei 67% der Ultradünnschnitte eine Veränderung im Vorhandensein von Kern- oder Organellenresten festgestellt.

Bei 33% der Schnitte wurden weniger Kern- oder Organellenreste festgestellt. Mehr Kern- oder Organellenreste wurden bei 33% der Kontrollschnitte gesehen.

Keine Veränderung im Vorhandensein von Kern- oder Organellenresten wurde bei 33% der Schnitte festgestellt.

Untersuchungsergebnisse

Interzelluläre Strukturen

Interzellulärspalt

In der **Biotingruppe** wurde am Interzellulärspalt bei 64% der Ultradünnschnitte eine Veränderung festgestellt.

Nach der Biotinsupplementierung war der Interzellulärspalt regelmäßiger eng, mit kleinblasigeren Erweiterungen bei 46% der Schnitte.

Unregelmäßiger eng, mit großblasigeren Erweiterungen wurde der Interzellulärspalt bei 18% der Schnitte gesehen.

Keine Veränderung im Interzellulärspalt wurde bei 36% der Schnitte festgestellt.

In der **Kontrollgruppe** wurde am Interzellulärspalt bei 100% der Ultradünnschnitte eine Veränderung festgestellt.

Bei 89% der Kontrollschnitte wurde der Interzellulärspalt regelmäßiger eng, mit kleinblasigeren Erweiterungen gesehen.

Der Interzellulärspalt war unregelmäßiger eng, mit großblasigeren Erweiterungen bei 11% der Schnitte.

Keine Veränderung im Interzellulärspalt wurde bei keinem Schnitte der Kontrollgruppe festgestellt.

Erweiterungen (interzellulär)

In der **Biotingruppe** wurde eine Veränderung des Füllungszustandes der Erweiterungen im Interzellulärspalt bei 91% der Ultradünnschnitte festgestellt.

Die Erweiterungen waren nach der Biotinsupplementierung bei 55% der Schnitte mehr gefüllt.

Bei 36% der Schnitte waren die Erweiterungen weniger gefüllt.

Keine Veränderung im Füllungszustand der Erweiterungen im Interzellulärspalt wurde bei 9% der Schnitte festgestellt.

In der **Kontrollgruppe** wurde eine Veränderung des Füllungszustandes der

Erweiterungen bei 89% der Ultradünnschnitte festgestellt.

Die Erweiterungen waren mehr gefüllt bei 33% der Kontrollschnitte.

Weniger gefüllt wurden die Erweiterungen bei 56% gesehen.

Bei 11% der Schnitte wurde keine Veränderung im Füllungszustand der Erweiterungen im Interzellularspalt festgestellt.

Kittsubstanz (interzellulär)

In der **Biotingruppe** wurde eine Veränderung in der Struktur der interzellulären Kittsubstanz bei 73% der Ultradünnschnitte festgestellt.

Die Kittsubstanz wurde feinkörniger bei 64% der Schnitte gesehen.

Eine grobkörnigere interzelluläre Kittsubstanz wurde bei 9% der Schnitte in der Biotingruppe festgestellt.

Bei 27% der Schnitte hat sich die Struktur der Kittsubstanz nicht verändert.

In der **Kontrollgruppe** wurde in der Struktur der Kittsubstanz eine Veränderung bei 56% der Ultradünnschnitte festgestellt.

Die interzelluläre Kittsubstanz wurde feinkörniger bei 56% der Kontrollschnitte gesehen.

Eine grobkörnigere interzelluläre Kittsubstanz wurde bei keinem der Schnitte festgestellt.

Keine Veränderungen in der Struktur der Kittsubstanz wurde bei 44% der Kontrollschnitte festgestellt.

Untersuchungsergebnisse

Texttabelle 10: Zusammenfassung der Veränderungen der Anordnung der intrazellulären Keratinfilamente. Dargestellt sind die Gesamtsummen der Bewertungszahlen (von zwei Untersuchern) vor (erster Termin) und nach (letzter Termin) der Biotinsupplementierung, im Vergleich zwischen Biotin- und Kontrollgruppe. Angaben in Menge der Tiere.

	Gesamtsumme der Bewertungszahlen		Menge der Tiere	
	erster Termin	letzter Termin	Biotingruppe (11 Kühe)	Kontrollgruppe (9 Kühe)
keine Veränderung in der Homogenität	4	4	0	0
	5	5	0	0
	6	6	0	0
	7	7	0	0
	8	8	2	0
	9	9	0	0
	10	10	0	0
	11	11	1	0
	12	12	1	2
gesamt			4 (36%)	2 (22%)
geringfügig mehr homogen	5	4	0	0
	6	5 od. 4	0	0
	7	6 od. 5	0	0
	8	7 od. 6	0	0
	9	8 od. 7	0	1
	10	9 od. 8	0	0
	11	10 od. 9	1	0
	12	11 od. 10	1	1
gesamt			2 (18%)	2 (22%)
deutlich mehr homogen	7	4	0	0
	8	5 od. 4	1	0
	9	6, 5 od. 4	0	0
	10	7, 6, 5 od.4	0	0
	11	8, 7, 6, 5 od. 4	1	0
	12	9, 8, 7, 6, 5 od. 4	3	1
gesamt			5 (46%)	1 (11%)
geringfügig weniger homogen	4	5 od. 6	0	0
	5	6 od. 7	0	0
	6	7 od. 8	0	1
	7	8 od. 9	0	0
	8	9 od. 10	0	0
	9	10 od. 11	0	0
	10	11 od. 12	0	1
	11	12	0	0
gesamt			0 (0%)	2 (22%)
deutlich weniger homogen	4	7,8,9,10,11 od.12	0	1
	5	8,9,10,11 od. 12	0	1
	6	9, 10, 11 od. 12	0	0
	7	10, 11 od. 12	0	0
	8	11 od. 12	0	0
	9	12	0	0
gesamt			0 (0%)	2 (22%)

Die einzelnen Bewertungszahlen mit den jeweiligen Summen der zwei Durchgänge von zwei Untersuchern und die Gesamtsummen sind in den Tabellen 5a und 5b, Kap. I Anhang, unter 2.2.2.2, ab S. 135 dargestellt.

Texttabelle 11: Zusammenfassung der Veränderungen in dem Vorhandensein von Lipidtropfen (intrazellulär). Dargestellt sind die Gesamtsummen der Bewertungszahlen (von zwei Untersuchern) vor (erster Termin) und nach (letzter Termin) der Biotinsupplementierung, im Vergleich zwischen Biotin- und Kontrollgruppe. Angaben in Menge der Tiere.

	Gesamtsumme der Bewertungszahlen		Menge der Tiere	
	erster Termin	letzter Termin	Biotingruppe (11 Kühe)	Kontrollgruppe (9 Kühe)
keine Veränderung der Menge der Lipidtropfen	4	4	0	0
	5	5	0	0
	6	6	1	0
	7	7	0	1
	8	8	1	1
	9	9	0	0
	10	10	0	0
	11	11	0	0
	12	12	0	0
gesamt			2 (18%)	2 (22%)
geringfügig weniger Lipidtropfen	5	4	1	0
	6	5 od. 4	0	0
	7	6 od. 5	0	0
	8	7 od. 6	1	0
	9	8 od. 7	0	0
	10	9 od. 8	0	0
	11	10 od. 9	0	0
	12	11 od. 10	0	0
gesamt			2 (18%)	0 (0%)
deutlich weniger Lipidtropfen	7	4	1	0
	8	5 od. 4	2	4
	9	6, 5 od. 4	1	1
	10	7, 6, 5 od. 4	0	0
	11	8, 7, 6, 5 od. 4	1	0
	12	9, 8, 7, 6, 5 od. 4	0	0
gesamt			5 (46%)	5 (56%)
geringfügig mehr Lipidtropfen	4	5 od. 6	0	0
	5	6 od. 7	0	0
	6	7 od. 8	0	1
	7	8 od. 9	0	1
	8	9 od. 10	1	0
	9	10 od. 11	0	0
	10	11 od. 12	0	0
	11	12	0	0
gesamt			1 (9%)	2 (22%)
deutlich mehr Lipidtropfen	4	7,8,9,10,11 od.12	0	0
	5	8,9,10,11 od. 12	0	0
	6	9, 10, 11 od. 12	0	0
	7	10, 11 od. 12	0	0
	8	11 od. 12	1	0
	9	12	0	0
gesamt			1 (9%)	0 (0%)

Die einzelnen Bewertungszahlen mit den jeweiligen Summen der zwei Durchgänge von zwei Untersuchern und die Gesamtsummen sind in den Tabellen 6a und 6b, Kap. I Anhang, unter 2.2.2.2, ab S. 135 dargestellt.

Untersuchungsergebnisse

Texttabelle 12: Zusammenfassung der Veränderungen in dem Vorhandensein von Kern- oder Organellenresten (intrazellulär). Dargestellt sind die Gesamtsummen der Bewertungszahlen (von zwei Untersuchern) vor (erster Termin) und nach (letzter Termin) der Biotinsupplementierung, im Vergleich zwischen Biotin- und Kontrollgruppe. Angaben in Menge der Tiere.

	Gesamtsumme der Bewertungszahlen		Menge der Tiere	
	erster Termin	letzter Termin	Biotingruppe (11 Kühe)	Kontrollgruppe (9 Kühe)
keine Veränderung der Menge der Kern- oder Organellenreste	4	4	1	1
	5	5	0	0
	6	6	0	0
	7	7	0	1
	8	8	2	1
	9	9	0	0
	10	10	0	0
	11	11	0	0
gesamt			3 (27%)	3 (33 %)
geringfügig weniger Kern- oder Organellenreste	5	4	1	0
	6	5 od. 4	1	0
	7	6 od. 5	0	0
	8	7 od. 6	0	1
	9	8 od. 7	1	0
	10	9 od. 8	0	0
	11	10 od. 9	0	0
gesamt			3 (27%)	2 (22%)
deutlich weniger Kern- oder Organellenreste	7	4	0	0
	8	5 od. 4	1	1
	9	6, 5 od. 4	1	0
	10	7, 6, 5 od.4	0	0
	11	8, 7, 6, 5 od. 4	0	0
gesamt			3 (27%)	1 (11%)
geringfügig mehr Kern- oder Organellenreste	4	5 od. 6	0	0
	5	6 od. 7	0	2
	6	7 od. 8	1	0
	7	8 od. 9	0	0
	8	9 od. 10	1	0
	9	10 od. 11	0	0
	10	11 od. 12	0	0
gesamt			2 (18%)	2 (22%)
deutlich mehr Kern- oder Organellenreste	4	7,8,9,10,11 od.12	0	1
	5	8,9,10,11 od. 12	0	0
	6	9, 10, 11 od. 12	0	0
	7	10, 11 od. 12	0	0
	8	11 od. 12	0	0
gesamt			0 (0%)	1 (11%)

Die einzelnen Bewertungszahlen mit den jeweiligen Summen der zwei Durchgänge von zwei Untersuchern und die Gesamtsummen sind in den Tabellen 7a und 7b, Kap. I Anhang, unter 2.2.2.2, ab S. 135 dargestellt.

Texttabelle 13: Zusammenfassung der Veränderungen der Erweiterungen im Interzellularspalt. Dargestellt sind die Gesamtsummen der Bewertungszahlen (von zwei Untersuchern) vor (erster Termin) und nach (letzter Termin) der Biotinsupplementierung, im Vergleich zwischen Biotin- und Kontrollgruppe. Angaben in Menge der Tiere.

	Gesamtsumme der Bewertungszahlen		Menge der Tiere	
	erster Termin	letzter Termin	Biotingruppe (11 Kühe)	Kontrollgruppe (9 Kühe)
keine Veränderung im Interzellularspalt	4	4	0	0
	5	5	0	0
	6	6	0	0
	7	7	0	0
	8	8	3	0
	9	9	1	0
	10	10	0	0
	11	11	0	0
	12	12	0	0
gesamt			4 (36%)	0 (0%)
geringfügig regelmäßiger eng und kleinblasigere Erweiterungen	5	4	1	0
	6	5 od. 4	0	0
	7	6 od. 5	0	1
	8	7 od. 6	0	2
	9	8 od. 7	1	1
	10	9 od. 8	0	1
	11	10 od. 9	0	1
	12	11 od. 10	0	0
gesamt			2 (18%)	6 (67%)
deutlich regelmäßiger eng und kleinblasigere Erweiterungen	7	4	0	0
	8	5 od. 4	0	0
	9	6, 5 od. 4	0	0
	10	7, 6, 5 od. 4	0	0
	11	8, 7, 6, 5 od. 4	1	1
	12	9, 8, 7, 6, 5 od. 4	2	1
gesamt			3 (27%)	2 (22%)
geringfügig unregelmäßiger eng und großblasigere Erweiterungen	4	5 od. 6	0	0
	5	6 od. 7	0	0
	6	7 od. 8	1	0
	7	8 od. 9	0	1
	8	9 od. 10	1	0
	9	10 od. 11	0	0
	10	11 od. 12	0	0
	11	12	0	0
gesamt			2 (18%)	1 (11%)
deutlich unregelmäßiger eng und großblasigere Erweiterungen	4	7,8,9,10,11 od.12	0	0
	5	8,9,10,11 od. 12	0	0
	6	9, 10, 11 od. 12	0	0
	7	10, 11 od. 12	0	0
	8	11 od. 12	0	0
	9	12	0	0
gesamt			0 (0%)	0 (0%)

Die einzelnen Bewertungszahlen mit den jeweiligen Summen der zwei Durchgänge von zwei Untersuchern und die Gesamtsummen sind in den Tabellen 8a und 8b, Kap. I Anhang, unter 2.2.2.2, ab S. 135 dargestellt.

Untersuchungsergebnisse

Texttabelle 14: Zusammenfassung der Veränderungen in der Füllung der Erweiterungen des Interzellularspaltes. Dargestellt sind die Gesamtsummen der Bewertungszahlen (von zwei Untersuchern) vor (erster Termin) und nach (letzter Termin) der Biotinsupplementierung, im Vergleich zwischen Biotin- und Kontrollgruppe. Angaben in Menge der Tiere.

	Gesamtsumme der Bewertungszahlen		Menge der Tiere	
	erster Termin	letzter Termin	Biotingruppe (11 Kühe)	Kontrollgruppe (9 Kühe)
keine Veränderung der Füllung der Erweiterungen	4	4	0	1
	5	5	0	0
	6	6	0	0
	7	7	0	0
	8	8	1	0
	9	9	0	0
	10	10	0	0
	11	11	0	0
gesamt			1 (9%)	1 (11%)
geringfügig mehr gefüllt	5	4	0	1
	6	5 od. 4	1	0
	7	6 od. 5	0	0
	8	7 od. 6	0	0
	9	8 od. 7	1	0
	10	9 od. 8	0	0
	11	10 od. 9	0	0
	12	11 od. 10	0	0
gesamt			2 (18%)	1 (11%)
deutlich mehr gefüllt	7	4	0	0
	8	5 od. 4	3	1
	9	6, 5 od. 4	1	0
	10	7, 6, 5 od. 4	0	0
	11	8, 7, 6, 5 od. 4	0	1
	12	9, 8, 7, 6, 5 od. 4	0	0
gesamt			4 (36%)	2 (22%)
geringfügig weniger gefüllt	4	5 od. 6	0	2
	5	6 od. 7	1	0
	6	7 od. 8	1	0
	7	8 od. 9	0	2
	8	9 od. 10	0	0
	9	10 od. 11	0	0
	10	11 od. 12	0	0
	11	12	0	0
gesamt			2 (18%)	4 (44%)
deutlich weniger gefüllt	4	7,8,9,10,11 od.12	1	1
	5	8,9,10,11 od. 12	1	0
	6	9, 10, 11 od. 12	0	0
	7	10, 11 od. 12	0	0
	8	11 od. 12	0	0
	9	12	0	0
gesamt			2 (18%)	1 (11%)

Die einzelnen Bewertungszahlen mit den jeweiligen Summen der zwei Durchgänge von zwei Untersuchern und die Gesamtsummen sind in den Tabellen 9a und 9b, Kap. I Anhang, unter 2.2.2.2, ab S. 135 dargestellt.

Texttabelle 15: Zusammenfassung der Veränderungen der Kittsubstanz im Interzellularspalt. Dargestellt sind die Gesamtsummen der Bewertungszahlen (von zwei Untersuchern) vor (erster Termin) und nach (letzter Termin) der Biotinsupplementierung, im Vergleich zwischen Biotin- und Kontrollgruppe. Angaben in Menge der Tiere.

	Gesamtsumme der Bewertungszahlen		Menge der Tiere	
	erster Termin	letzter Termin	Biotingruppe (11 Kühe)	Kontrollgruppe (9 Kühe)
keine Veränderung der Kittsubstanz	4	4	3	4
	5	5	0	0
	6	6	0	0
	7	7	0	0
	8	8	0	0
	9	9	0	0
	10	10	0	0
	11	11	0	0
gesamt	12	12	0	0
gesamt			3 (27%)	4 (44%)
geringfügig feinkörnigere Kittsubstanz	5	4	0	2
	6	5 od. 4	1	0
	7	6 od. 5	1	0
	8	7 od. 6	0	0
	9	8 od. 7	0	0
	10	9 od. 8	0	0
	11	10 od. 9	0	0
	12	11 od. 10	0	0
gesamt			2 (18%)	2 (22%)
deutlich feinkörnigere Kittsubstanz	7	4	0	0
	8	5 od. 4	5	2
	9	6, 5 od. 4	0	1
	10	7, 6, 5 od. 4	0	0
	11	8, 7, 6, 5 od. 4	0	0
	12	9, 8, 7, 6, 5 od. 4	0	0
gesamt			5 (46%)	3 (33%)
geringfügig grobkörnigere Kittsubstanz	4	5 od. 6	1	0
	5	6 od. 7	0	0
	6	7 od. 8	0	0
	7	8 od. 9	0	0
	8	9 od. 10	0	0
	9	10 od. 11	0	0
	10	11 od. 12	0	0
	11	12	0	0
gesamt			1 (9%)	0 (0%)
deutlich grobkörnigere Kittsubstanz	4	7,8,9,10,11 od.12	0	0
	5	8,9,10,11 od. 12	0	0
	6	9, 10, 11 od. 12	0	0
	7	10, 11 od. 12	0	0
	8	11 od. 12	0	0
	9	12	0	0
gesamt			0 (0%)	0 (0%)

Die einzelnen Bewertungszahlen mit den jeweiligen Summen der zwei Durchgänge von zwei Untersuchern und die Gesamtsummen sind in den Tabellen 10a und 10b, Kap. I Anhang, unter 2.2.2.2, ab S. 135 dargestellt.

4 Ergebnisse der Lipidanalyse

Am ersten Probenentnahmeterrnin wurden die Hornproben nur an den Hinterklauen entnommen. Da die Menge für die Lipidanalyse nicht ausreichend war, wurde zum letzten Probenentnahmeterrnin von allen vier Klauenpaaren in ausreichender Menge Hornmaterial gesammelt. Es wurden insgesamt 24 Kühe ausgewertet (12 Biotin- und 12 Kontrolltiere)

Das Hornmaterial wurde in Aberdeen (im Department of Agriculture and Forestry, University of Aberdeen, Scotland) von Fr. Dr. Meyer analysiert und statistisch ausgewertet (MEYER, 2004).

Aus methodischen Gründen wurden im Rahmen dieser Arbeit die Fettsäuren in Gruppen entsprechend ihrer Kettenlänge zusammengefasst. Die ungesättigten Fettsäuren können entsprechend innerhalb einer Gruppe ein-, zwei- oder auch mehrfach ungesättigt sein.

Die Daten der Lipidanalysen wurden als normalverteilt in der Grundgesamtheit angenommen und wurden daher mit dem t-Test für unabhängige Stichproben ausgewertet. Als Signifikanzniveau wurde $\alpha = 0,05$ (5%) festgelegt. Als Streuungsmaß wurde der jeweilige Standardfehler (se) des Mittelwertes ermittelt.

Im Rahmen dieser Arbeit werden die Ergebnisse der Lipidanalysen der Biotingruppe (nach 13 Monaten Biotinsupplementierung) im Vergleich zur Kontrollgruppe dargestellt. Beide Gruppen bestanden aus je 12 Kühen.

4.1 Fettsäuren aus Lipid 1 (einfachen Lipide)

Die einfachen Lipide, auch neutrale Lipide genannt, bestehen aus Alkohol und Fettsäuren. Zu ihnen werden unter anderem die Triacylglycerine und Ceramide gezählt.

4.1.1 Non-OH-FAME (nicht Hydroxy-Fettsäuren Methylester)

Bei den nicht Hydroxy Fettsäuren Methylester (non-OH-FAME) der einfachen Lipide (Lipid 1) wurden die deutlichsten Unterschiede zwischen den biotinsupplementierten Kühen und den Kontrolltieren gefunden.

Ausgewertet wurden 17 Fettsäuren mit einer Kettenlänge von C14 bis C30. In der Biotingruppe hatten zehn der Fettsäuren einen höheren Anteil als in der Kontrollgruppe. In der Kontrollgruppe waren sechs Fettsäuren mit einem höheren Anteil vertreten als in der Biotingruppe.

Ein signifikanter ($p < 0,05$) Unterschied zwischen der Biotin- und der Kontrollgruppe wurde bei 11 Fettsäuren festgestellt. In der Biotingruppe wurden sechs Fettsäuren in einem signifikant höheren Anteil als in der Kontrollgruppe gefunden. Die sechs gefundenen Fettsäuren (C16, C18, C20, C22, C24 und C26) sind alle ungesättigte Fettsäuren. Im Gegensatz dazu wurden fünf gesättigte Fettsäuren (C14:0, C16:0, C18:0, C24:0 und C26:0) mit einem signifikant höheren Anteil in der Kontrollgruppe gefunden.

In der Texttabelle 16, S. 90 und den Textabbildungen 16a und 16b, S. 91 sind die Mittelwerte der analysierten Fettsäuren dargestellt. Die Einzelwerte pro Tier und Gruppe sind in den Tabellen 11a und 11b im Kap. I Anhang, unter 2.3.1, ab S. 147 dargestellt.

Untersuchungsergebnisse

Texttabelle 16: Dargestellt sind die Mittelwerte der nicht-Hydroxy-Fettsäuren Methylester (non-OH-FAME) aus den einfachen Lipiden (Lipid 1) der Biotingruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe, nach der Biotinsupplementierung.

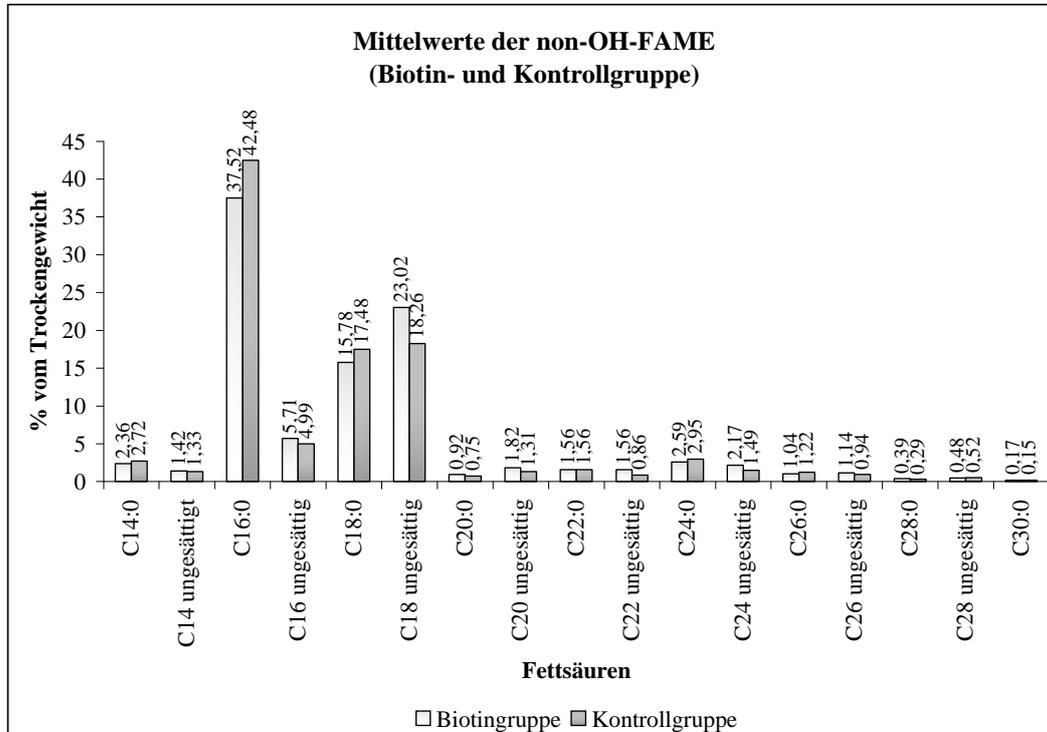
Fettsäuren	Mittelwerte (in % vom Trockengewicht)				Signifikanz niveau (p<0,05)
	Biotin- gruppe	Standard- fehler (se)	Kontroll- gruppe	Standard- fehler (se)	
C14:0	2,36	0,09	2,72	0,08	0,006
C14 ungesättigt	1,42	0,09	1,33	0,02	0,304 (n.s.)
C16:0	37,52	0,57	42,48	0,65	0,000
C16 ungesättigt	5,71	0,12	4,99	0,21	0,006
C18:0	15,78	0,31	17,48	0,35	0,001
C18 ungesättigt	23,02	0,91	18,26	0,72	0,000
C20:0	0,92	0,05	0,75	0,11	0,157 (n.s.)
C20 ungesättigt	1,82	0,09	1,31	0,11	0,002
C22:0	1,56	0,03	1,56	0,11	0,983 (n.s.)
C22 ungesättigt	1,56	0,23	0,86	0,08	0,009
C24:0	2,59	0,11	2,95	0,06	0,008
C24 ungesättigt	2,17	0,20	1,49	0,09	0,004
C26:0	1,04	0,04	1,22	0,03	0,003
C26 ungesättigt	1,14	0,08	0,94	0,04	0,040
C28:0	0,39	0,04	0,29	0,04	0,073 (n.s.)
C28 ungesättigt	0,48	0,03	0,52	0,02	0,242 (n.s.)
C30:0	0,17	0,05	0,15	0,05	0,808 (n.s.)

n.s.= nicht signifikant

Die Fettsäuren sind entsprechend ihrer Kettenlänge in Gruppen zusammengefaßt.

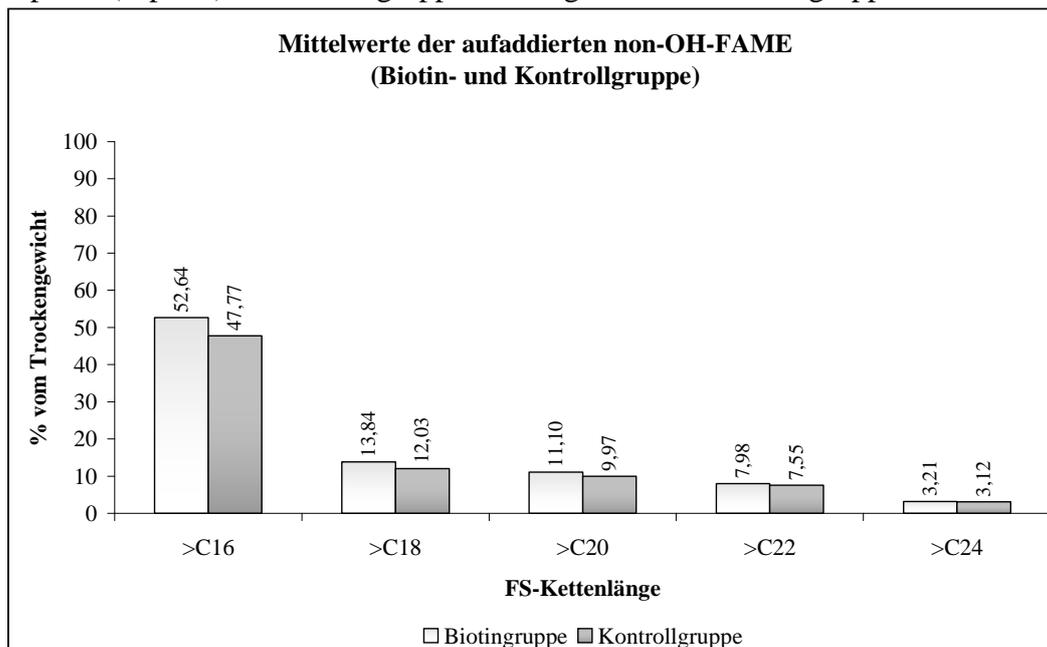
Die Einzelwerte pro Tier und Gruppe sind in den Tabellen 11a und 11b im Kap. I Anhang, unter 2.3.1, ab S. 147 dargestellt.

Textabbildung 16a: Dargestellt sind die Mittelwerte der nicht Hydroxy-Fettsäuren-Methylester (non-OH-FAME) aus den einfachen Lipiden (Lipid 1). Die Biotin-Gruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe



Die Einzelwerte pro Tier und Gruppe sind in den Tabellen 11a und 11b im Kap. I Anhang, unter 2.3.1, ab S. 147 dargestellt.

Textabbildung 16b: Dargestellt sind die Mittelwerte der ab >C16 aufaddierten nicht Hydroxy-Fettsäuren-Methylester (non-OH-FAME) aus den einfachen Lipiden (Lipid 1). Die Biotin-Gruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe



Die Einzelwerte pro Tier und Gruppe sind in den Tabellen 11a und 11b im Kap. I Anhang, unter 2.3.1, ab S. 147 dargestellt.

4.1.2 Acetylierte-OH-FAME(acetylierte Hydroxy-Fettsäuren Methylester)

Es wurden insgesamt 12 acetylierte Hydroxy-Fettsäuren Methylester (OH-FAME) aus den einfachen Lipiden (Lipid 1) ausgewertet. Anhand der Fettsäurestandards konnten von 12 Peaks sechs in der Gaschromatographie identifiziert werden. Weitere sechs Peaks konnten nicht identifiziert werden und wurden entsprechend ihrer Platzierung numeriert.

In beiden Gruppen wurden jeweils sechs Fettsäuren mit einem höheren Anteil als in der jeweiligen anderen Gruppe gefunden.

Ein signifikanter ($p < 0,05$) Unterschied zwischen der Biotin- und der Kontrollgruppe wurde bei drei Fettsäuren festgestellt. In der Biotin-Gruppe war der Anteil einer Fettsäure (α -(OH)-C22:0) und in der Kontrollgruppe war der Anteil zweier Fettsäuren (β -(OH)-C16:0 und Peak Nr.6) signifikant höher.

In der Texttabelle 17, S. 93, und der Textabbildung 17, S. 93, sind die Mittelwerte der analysierten Fettsäuren dargestellt. Die Einzelwerte pro Tier und Gruppe sind in den Tabellen 12a und 12b im Kap. I Anhang, unter 2.3.1, ab S. 147 dargestellt.

Texttabelle 17: Dargestellt sind die Mittelwerte der acetylierten Hydroxy-Fettsäuren Methylester (OH-FAME) aus den einfachen Lipiden (Lipid 1) der Biotingruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe.

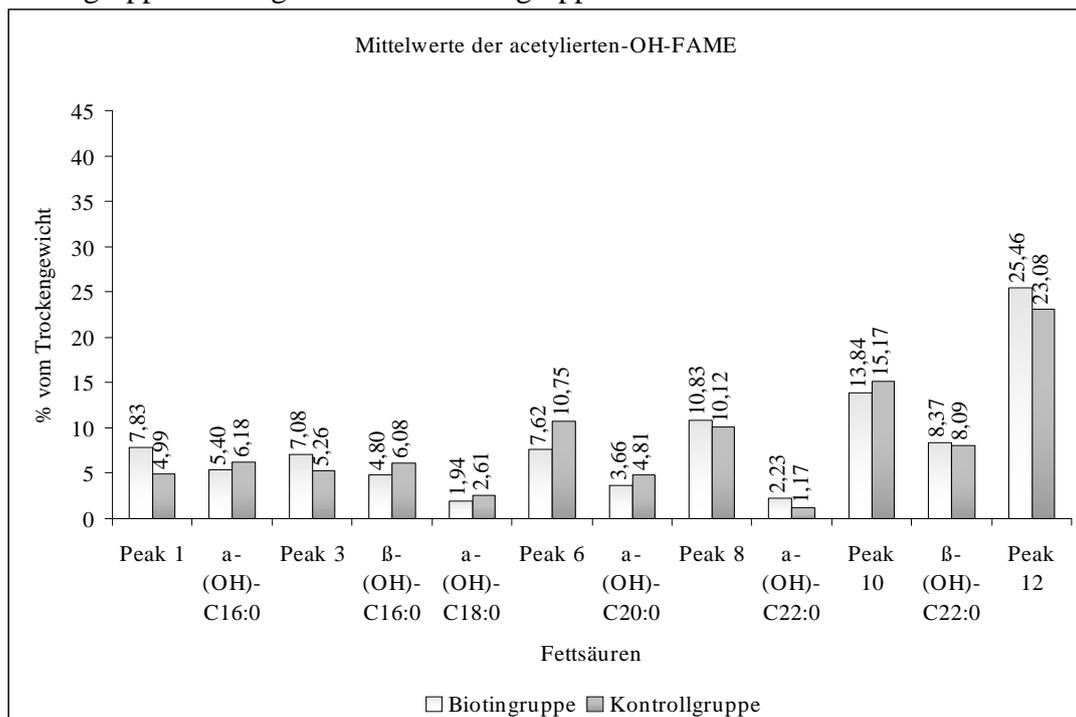
Fettsäuren	Mittelwerte (in % vom Trockengewicht)				Signifikanzniveau (p<0,05)
	Biotin-gruppe	Standard-fehler (se)	Kontroll-gruppe	Standard-fehler (se)	
Peak Nr. 1	7,83	0,93	4,99	0,87	0,036 (n.s.)
α -(OH)-C16:0	5,40	0,98	6,18	0,41	0,470 (n.s.)
Peak Nr. 3	7,08	1,51	5,26	1,05	0,332 (n.s.)
β -(OH)-C16:0	4,80	0,28	6,08	0,44	0,021
α -(OH)-C18:0	1,94	0,10	2,61	0,45	0,196 (n.s.)
Peak Nr. 6	7,62	0,47	10,75	1,24	0,028
α -(OH)-C20:0	3,66	0,20	4,81	0,41	0,047 (n.s.)
Peak Nr. 8	10,83	1,03	10,12	1,31	0,673 (n.s.)
α -(OH)-C22:0	2,23	0,21	1,17	0,25	0,004
Peak Nr. 10	13,84	0,32	15,17	1,07	0,243 (n.s.)
β -(OH)-C22:0	8,37	0,42	8,09	0,56	0,693 (n.s.)
Peak Nr. 12	25,46	1,50	23,08	1,75	0,312 (n.s.)

n.s.= nicht signifikant

Die Fettsäuren sind entsprechend ihrer Kettenlänge in Gruppen zusammengefaßt

Die Einzelwerte pro Tier und Gruppe sind in den Tabellen 12a und 12b im Kap. I Anhang, unter 2.3.1, ab S. 147 dargestellt.

Textabbildung 17: Dargestellt sind die Mittelwerte der acetylierten Hydroxy-Fettsäuren-Methylester (OH-FAME) aus den einfachen Lipiden (Lipid 1). Die Biotingruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe



Die Einzelwerte pro Tier und Gruppe sind in den Tabellen 12a und 12b im Kap. I Anhang, unter 2.3.1, ab S. 147 dargestellt.

4.2 Fettsäuren aus Lipid 2 (komplexe Lipide)

Die komplexen Lipide, auch polare Lipide genannt, bestehen aus Alkohol, Fettsäuren und einem weiteren Anhang, z.B. ein Phosphat (Phospholipide) oder ein Kohlenhydrat (Glykolipide).

4.2.1 Non-OH-FAME (nicht Hydroxy-Fettsäuren Methylester)

Bei den nicht Hydroxy Fettsäuren Methylester (non-OH-FAME) der komplexen Lipide (Lipid 2) wurden 17 Fettsäuren mit einer Kettenlänge von C14 bis C30 ausgewertet. In der Biotingruppe hatten sechs der Fettsäuren einen höheren Anteil als in der Kontrollgruppe. In der Kontrollgruppe waren elf Fettsäuren mit einem höheren Anteil als in der Biotingruppe vertreten.

Ein signifikanter ($p < 0,05$) Unterschied zwischen der Biotin- und der Kontrollgruppe wurde jedoch nur bei zwei Fettsäuren festgestellt. In beiden Gruppen wurde je eine Fettsäure mit signifikant höherem Anteil gefunden. In der Biotingruppe die Fettsäure C14:0 und in der Kontrollgruppe C20:0.

In der Texttabelle 18, S. 95 und den Textabbildungen 18a und 18b, S. 96 sind die Mittelwerte der analysierten Fettsäuren dargestellt. Die Einzelwerte pro Tier und Gruppe sind in den Tabellen 13a und 13b im Kap. I Anhang, unter 2.3.2, ab S. 151 dargestellt.

Texttabelle 18: Dargestellt sind die Mittelwerte der nicht-Hydroxy-Fettsäuren Methylester (non-OH-FAME) aus den komplexen Lipiden (Lipid 2) der Biotin-Gruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe, nach der Biotinsupplementierung.

Fettsäuren	Mittelwerte (in % vom Trockengewicht)				Signifikanz niveau (p<0,05)
	Biotin- gruppe	Standard- fehler (se)	Kontroll- gruppe	Standard- fehler (se)	
C14:0	2,21	0,05	1,99	0,06	0,007
C14 ungesättigt	1,94	0,08	1,71	0,09	0,068 (n.s.)
C16:0	35,08	0,52	34,59	1,03	0,678 (n.s.)
C16 ungesättigt	7,36	0,15	8,97	0,97	0,114 (n.s.)
C18:0	11,38	0,34	12,13	0,27	0,096 (n.s.)
C18 ungesättigt	34,49	1,20	32,49	0,47	0,134 (n.s.)
C20:0	0,96	0,07	1,17	0,03	0,017
C20 ungesättigt	0,46	0,07	0,42	0,04	0,663 (n.s.)
C22:0	0,8	0,12	0,81	0,04	0,927 (n.s.)
C22 ungesättigt	1,19	0,04	1,24	0,04	0,404 (n.s.)
C24:0	1,06	0,19	1,22	0,07	0,418 (n.s.)
C24 ungesättigt	1,15	0,17	1,43	0,08	0,146 (n.s.)
C26:0	0,39	0,10	0,43	0,03	0,753 (n.s.)
C26 ungesättigt	0,54	0,09	0,72	0,09	0,165 (n.s.)
C28:0	0,17	0,08	0,20	0,02	0,734 (n.s.)
C28 ungesättigt	0,16	0,05	0,15	0,03	0,789 (n.s.)
C30:0	0,1	0,07	0,15	0,02	0,488 (n.s.)

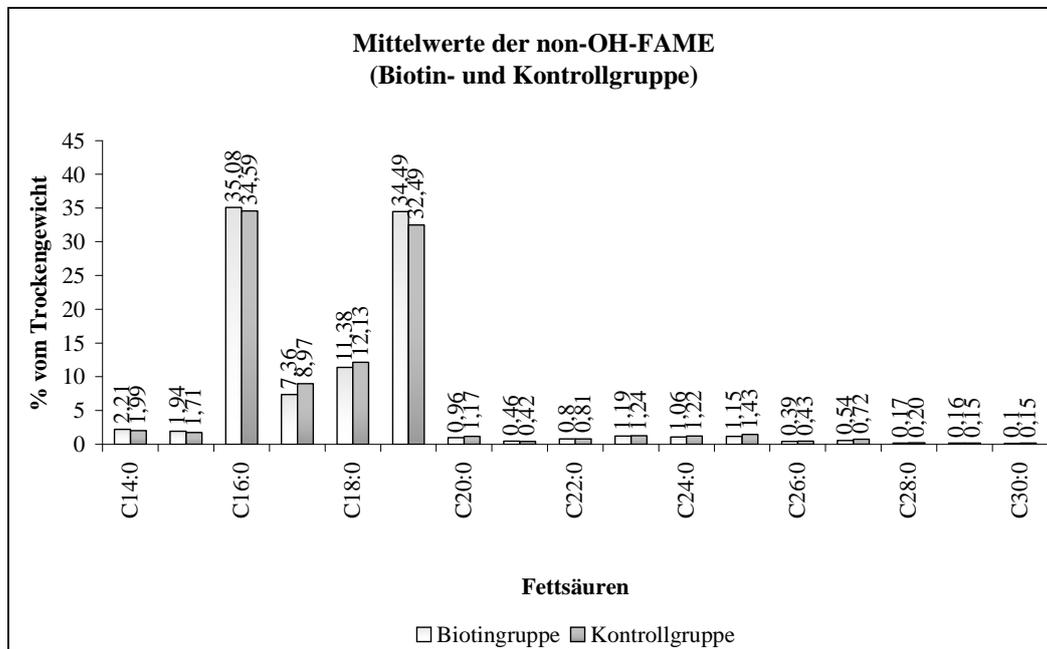
n.s.= nicht signifikant

Die Fettsäuren sind entsprechend ihrer Kettenlänge in Gruppen zusammengefaßt.

Die Einzelwerte pro Tier und Gruppe sind in den Tabellen 13a und 13b im Kap. I Anhang, unter 2.3.2, ab S. 151 dargestellt.

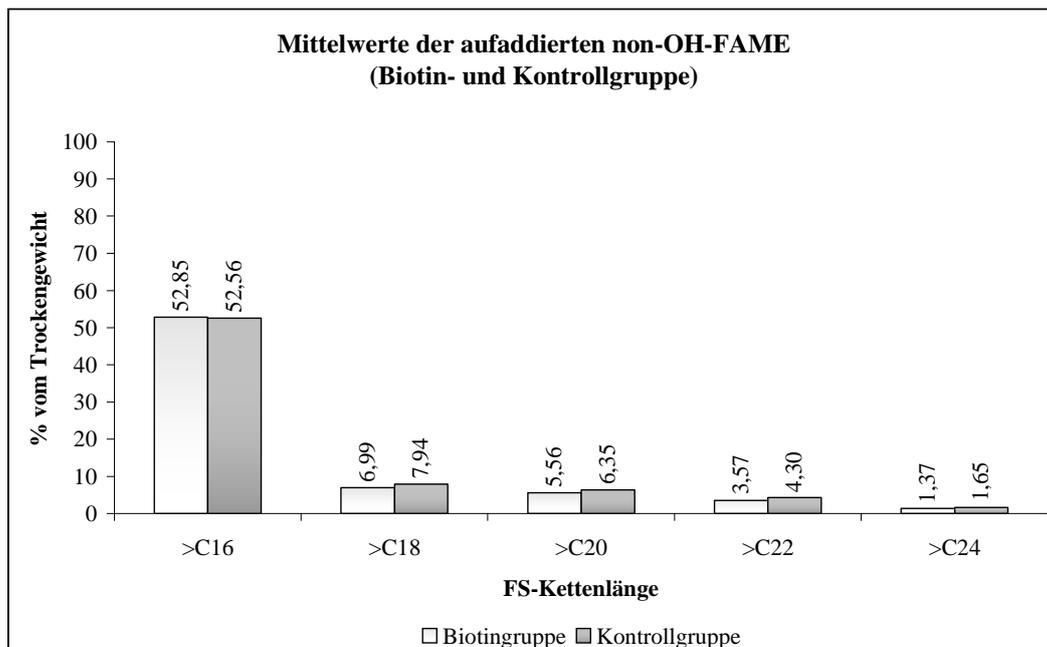
Untersuchungsergebnisse

Textabbildung 18a: Dargestellt sind die Mittelwerte der nicht Hydroxy-Fettsäuren-Methylester (non-OH-FAME) aus den komplexen Lipiden (Lipid 2). Die Biotin-Gruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe



Die Einzelwerte pro Tier und Gruppe sind in den Tabellen 13a und 13b im Kap. I Anhang, unter 2.3.2, ab S. 151 dargestellt.

Textabbildung 18b: Dargestellt sind die Mittelwerte der ab >C16 aufaddierten nicht Hydroxy-Fettsäuren-Methylester (non-OH-FAME) aus den komplexen Lipiden (Lipid 2). Die Biotin-Gruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe.



Die Einzelwerte pro Tier und Gruppe sind in den Tabellen 13a und 13b im Kap. I Anhang, unter 2.3.2, ab S. 151 dargestellt.

4.2.2 Acetylierte-OH-FAME(acetylierte Hydroxy-Fettsäuren Methylester)

Es wurden insgesamt 12 acetylierte Hydroxy-Fettsäuren Methylester (OH-FAME) aus den gebundenen Lipiden (Lipid 2) ausgewertet. Anhand der Fettsäurestandards konnten von 12 Peaks sechs in der Gaschromatographie identifiziert werden. Weitere sechs Peaks konnten nicht identifiziert werden und wurden entsprechend ihrer Platzierung numeriert.

In der Biotin-Gruppe wurden fünf und in der Kontrollgruppe sieben Fettsäuren mit einem höheren Anteil als in der jeweilig anderen Gruppe gefunden.

Ein signifikanter ($p < 0,05$) Unterschied zwischen der Biotin- und der Kontrollgruppe wurde jedoch nur bei zwei Fettsäuren festgestellt. In der Biotin-Gruppe wurde die unbekannte Fettsäure im Peak Nr. 10 und in der Kontrollgruppe wurde die unbekannte Fettsäure im Peak Nr. 6 gefunden.

In der Texttabelle 19, S. 98 und der Textabbildung 19, S. 98 sind die Mittelwerte der analysierten Fettsäuren dargestellt. Die Einzelwerte pro Tier und Gruppe sind in den Tabellen 14a und 14b im Kap. I Anhang, unter 2.3.2, ab S. 151 dargestellt.

Untersuchungsergebnisse

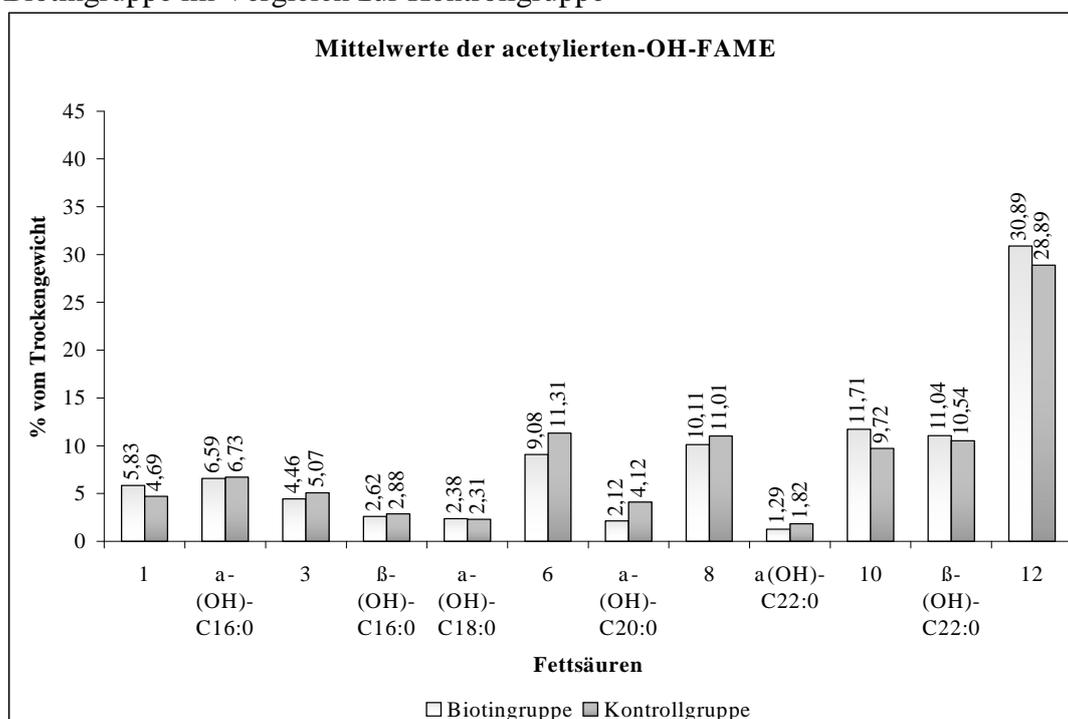
Texttabelle 19: Dargestellt sind die Mittelwerte der acetylierten Hydroxy-Fettsäuren Methylester (OH-FAME) aus den komplexen Lipiden (Lipid 2) der Biotingruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe.

Fettsäuren	Mittelwerte (in % vom Trockengewicht)				Signifikanzniveau (p<0,05)
	Biotin-gruppe	Standard-fehler (se)	Kontroll-gruppe	Standard-fehler (se)	
Peak Nr. 1	5,83	1,16	4,69	0,74	0,418 (n.s.)
α -(OH)-C16:0	6,59	0,63	6,73	0,61	0,878 (n.s.)
Peak Nr. 3	4,46	0,88	5,07	0,97	0,647 (n.s.)
β -(OH)-C16:0	2,62	0,50	2,88	0,33	0,672 (n.s.)
α -(OH)-C18:0	2,38	0,33	2,31	0,18	0,846 (n.s.)
Peak Nr. 6	9,08	0,81	11,31	0,31	0,018
α -(OH)-C20:0	2,12	0,61	4,12	0,27	0,006 (n.s.)
Peak Nr. 8	10,11	1,16	11,01	0,90	0,543 (n.s.)
α -(OH)-C22:0	1,29	0,27	1,82	0,15	0,108 (n.s.)
Peak Nr. 10	11,71	0,68	9,72	0,47	0,024
β -(OH)-C22:0	11,04	1,06	10,54	0,52	0,682 (n.s.)
Peak Nr. 12	30,89	1,91	28,89	0,97	0,360 (n.s.)

Die Fettsäuren sind entsprechend ihrer Kettenlänge in Gruppen zusammengefaßt.

Die Einzelwerte pro Tier und Gruppe sind in den Tabellen 14a und 14b im Kap. I Anhang, unter 2.3.2, ab S. 151 dargestellt.

Textabbildung 19: Dargestellt sind die Mittelwerte der acetylierten Hydroxy-Fettsäuren-Methylester (OH-FAME) aus den komplexen Lipiden (Lipid 2). Die Biotingruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe



Die Einzelwerte pro Tier und Gruppe sind in den Tabellen 14a und 14b im Kap. I Anhang, unter 2.3.2, ab S. 151 dargestellt.