

Aus dem Institut für Tierernährung
der Justus-Liebig-Universität Gießen
Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. J. Pallauf

**Vergleichende Fütterungsversuche über den Einfluß
unterschiedlicher Zwischenfrucht-Futterpflanzen als
Rationsbestandteil auf ernährungsphysiologische
Parameter und Mastleistung bei Lämmern**

Inaugural-Dissertation zur Erlangung des
Doktorgrades (Dr. agr.)
am Fachbereich Agrarwissenschaften
der Justus-Liebig-Universität Gießen

eingereicht von
Ahmet ALCICEK
aus Izmir/Türkei

Gießen 1994

Aus dem Institut für Tierernährung
der Justus-Liebig-Universität Gießen
Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. J. Pallauf

**Vergleichende Fütterungsversuche über den Einfluß
unterschiedlicher Zwischenfrucht-Futterpflanzen als
Rationsbestandteil auf ernährungsphysiologische
Parameter und Mastleistung bei Lämmern**

Inaugural-Dissertation zur Erlangung des
Doktorgrades (Dr. agr.)
am Fachbereich Agrarwissenschaften
der Justus-Liebig-Universität Gießen

eingereicht von
Ahmet ALCICEK
aus Izmir/Türkei

Gießen 1994

**Dissertation am Fachbereich Agrarwissenschaften der Justus-Liebig-
Universität Gießen**

Vorsitzender: Prof. Dr. V. Dzapo
1. Gutachter: Prof. Dr. J. Pallauf
2. Gutachter: Prof. Dr. E. Weigand
Prüfer: Prof. Dr. R. Waßmuth
Prüfer: Prof. Dr. R. Marquard

Tag der mündlichen Prüfung: 28.01.1994

Meinen lieben Eltern,
meiner Familie,
meinen Lehrern
und allen, die mich etwas gelehrt haben,
gewidmet

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG.....	1
2	LITERATURÜBERSICHT	3
2.1	Die Bedeutung der Zwischenfrüchte zur Futternutzung	3
2.2	Futterwert von Grünraps (<i>Brassica napus</i> L.) als Zwischenfrucht	4
2.2.1	Unerwünschte Inhaltsstoffe im Futterraps und ihre ernährungsphysiologischen Auswirkungen auf Wiederkäuer	6
2.2.1.1	Nitrat	6
2.2.1.2	Glucosinolat (GSL)	9
2.2.1.3	S-Methyl-L-Cystein-Sulfoxid (SMCO)	11
2.2.2	Einsatzmöglichkeiten von Rapsextraktionsschroten der "00"-Qualität in der Wiederkäuerernährung	11
2.3	Futterwert von Klee gras-Gemenge (<i>Lolium perenne</i> L. und <i>Trifolium resupinatum</i> L.) als Zwischenfrucht	14
3.	EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN	16
3.1	Material und Methoden	16
3.1.1	Lämmer-Fütterungsversuch 1	16
3.1.1.1	Herkunft und Haltung der Tiere	16
3.1.1.2	Versuchsplan	16
3.1.1.3	Gestaltung der Futterrationen	17
3.1.1.4	Versuchsdurchführung	19
3.1.2	Endmastversuch mit Rapsextraktionsschrot	20
3.1.2.1	Versuchsplan und Versuchsdurchführung	20
3.1.2.2	Futtermittel und Futtermischungen	21
3.1.3	Lämmer-Fütterungsversuch 2	23
3.1.3.1	Herkunft und Haltung der Tiere	23
3.1.3.2	Versuchsplan	23
3.1.3.3	Gestaltung der Futterrationen	24
3.1.3.4	Versuchsdurchführung	25
3.1.4	Verdaulichkeitsprüfungen der Versuchsfuttermittel	26
3.1.4.1	Fragestellung und Versuchsplan	26

3.1.4.2	Versuchstiere und Haltung	26
3.1.4.3	Durchführung der Verdauungsversuche.....	27
3.2.	Gewinnung und Aufbereitung des Analysenmaterials	27
3.2.1	Futter	27
3.2.2	Blutplasma.....	28
3.2.3	Pansensaft.....	28
3.2.4	Kot und Harn	29
3.2.5	Schlachtkörperbewertung	29
3.3	Analytische Methoden	30
3.3.1	Bestimmung der Rohnährstoffe und Gerüstsubstanzen	30
3.3.2	Nitratbestimmungen in Futter und Blutplasma	31
3.3.3	Glucosinolatbestimmung	32
3.3.4	Bruttoenergiebestimmung	32
3.3.5	Mineralstoffbestimmung	32
3.3.6	Blutuntersuchungen	33
3.3.6.1	Harnstoff und Gesamteiweiß.....	33
3.3.6.2	Glucose	33
3.3.6.3	Gesamtlipide und Triglyceride	33
3.3.7	Pansensaftuntersuchungen	34
3.3.7.1	pH-Wert und Ammoniakkonzentration.....	34
3.3.7.2	Konzentration flüchtiger Fettsäuren	34
3.4	Statistische Auswertung	35
4	VERSUCHSERGEBNISSE	36
4.1	Ergebnisse des Lämmer-Fütterungsversuches 1.....	36
4.1.1	Versuchsverlauf und Klimadaten	36
4.1.2	Nährstoffgehalte der Futterkomponenten	37
4.1.3	Mineralstoffgehalt des Grünrapses	38
4.1.4	Nitrat- und Glucosinolatgehalt des Grünrapses	39
4.1.5	Mastleistungsergebnisse	41
4.1.5.1	Futter- und Nährstoffaufnahme.....	41
4.1.5.2	Tägliche Zunahme und Futterverwertung	42
4.1.6	Ergebnisse der Blutuntersuchungen	45
4.1.6.1	Harnstoff- und Gesamteiweißgehalte	45
4.1.6.2	Glucose- und Gesamtlipidgehalte	46
4.1.6.3	Nitratgehalte	47

III

4.1.7	Ergebnisse der Pansensaftuntersuchungen	48
4.1.7.1	pH-Wert, Konzentration an Ammoniak und flüchtigen Fettsäuren	48
4.2	Ergebnisse des Endmastversuchs mit Rapsextraktionsschrot	50
4.2.1	Nährstoffgehalte der Futterkomponenten	50
4.2.2	Tägliche Zunahme und Futterverwertung	51
4.2.3	Pansenphysiologische Parameter	52
4.2.4	Schlachtkörperbewertung	53
4.3	Ergebnisse der Verdauungsversuche zu Versuch 1	54
4.3.1	Verdaulichkeit von Rohnährstoffen und Gerüstsubstanzen	54
4.3.2	Die Berechnung des energetischen Futterwertes	56
4.3.3	Pansensaft- und Blutergebnisse während des Grünraps- Verdauungsversuches	58
4.3.4	N-Bilanz	60
4.4	Ergebnisse des Lämmer-Fütterungsversuches 2	60
4.4.1	Versuchsverlauf und Klimadaten	60
4.4.2	Nährstoffgehalte der Futterkomponenten	61
4.4.3	Mineralstoffgehalt des Klee gras-Gemenges	63
4.4.4	Nitratgehalt des Klee gras-Gemenges	64
4.4.5	Mastleistungsergebnisse	65
4.4.5.1	Futter- und Nährstoffaufnahme	65
4.4.5.2	Tägliche Zunahme und Futterverwertung	66
4.4.6	Ergebnisse der Blutuntersuchungen	68
4.4.6.1	Harnstoff- und Gesamteiweißgehalte	68
4.4.6.2	Glucosegehalte	69
4.4.6.3	Gesamtlipid- und Triglyceridgehalte	70
4.4.7	Ergebnisse der Pansensaftuntersuchungen	71
4.4.7.1	pH-Wert, Konzentration an Ammoniak und flüchtigen Fettsäuren	71
4.4.8	Schlachtkörperbewertung nach Klee grasfütterung	73
4.4.9	Ergebnisse der Endmast nach Versuch 2	74
4.4.9.1	Tägliche Zunahme, Futterverwertung und Schlachtkörperbewertung	74
4.4.10	Ergebnisse der Verdauungsversuche zu Versuch 2	76
4.4.10.1	Verdaulichkeit von Rohnährstoffen und Gerüstsubstanzen	76

4.4.10.2	Berechnung des energetischen Futterwertes	78
4.4.10.3	Pansensaft- und Blutergebnisse während des Klee gras-Gemenge-Verdauungsversuches.....	79
4.4.10.4	N-Bilanz	80
5	DISKUSSION.....	81
5.1	Analytische Ergebnisse von Grünraps und Klee gras	81
5.1.1	Rohnährstoffe und Gerüstsubstanzfraktionen.....	81
5.1.2	Nitrat- und Glucosinolatgehalte.....	85
5.1.3	Mengen- und Spurenelemente	89
5.2	Vergleichende Fütterungsversuche mit Grünraps und Klee gras	92
5.2.1	Rationsgestaltung.....	92
5.2.2	Futtermittelaufnahme, Wachstum und Futterverwertung.....	94
5.2.2.1	Grünrapsfütterung (Versuch 1)	94
5.2.2.2	Endmast mit Rapsextraktionsschrot	97
5.2.2.3	Klee grasfütterung (Versuch 2)	99
5.2.3	Nährstoff-Verdaulichkeit und energetischer Futterwert von Grünraps und Klee gras-Gemenge	100
5.2.4	Blutanalysen	103
5.2.4.1	Harnstoff und Gesamteiweiß.....	103
5.2.4.2	Glucose	106
5.2.4.3	Gesamt lipide und Triglyceride	108
5.2.4.4	Nitrat.....	110
5.2.5	Pansensaftanalysen.....	113
5.2.5.1	Ammoniak-Konzentration	113
5.2.5.1	pH-Wert und Konzentration flüchtiger Fettsäuren	115
5.2.6	Schlachtkörperbewertung	118
6	SCHLUSSFOLGERUNGEN.....	120
7	ZUSAMMENFASSUNG.....	122
8	LITERATURVERZEICHNIS	126
9	ANHANG.....	147

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

μmol	Mikromol
Abb.	Abbildung
ad lib.	ad libitum
ADF	Saure Detergentienfaser (Acid detergent Fibre)
ADFafr	Aschefreie ADF
ADL	Rohlignin (Acid Detergent Lignin)
AM	Anfangsmasse
B	Breite
Cell	Rohcellulose
dl	Deziliter
FM	Frischmasse
g	Gramm
GC	Gaschromatographie
GE	Bruttoenergie
GFFS	Gesamt flüchtige Fettsäuren
GSL	Glucosinolat
h	Stunde
H	Höhe
HCell	Hemicellulose
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
i.d.TM	In der Trockenmasse
kg	Kilogramm
kStE	Kilostärkeeinheit
l	Liter
L	Länge
LM	Lebendmasse
LTS	Lufttrockene Substanz
M	arithmetisches Mittel (mean)
M.l.d.	Muskulus longissimus dorsi
ME	Umsetzbare Energie
mg	Milligramm
min	Minute
MJ	Megajoule
ml	Milliliter
mmol	Millimol
n	Anzahl der Messungen
N	Stickstoff
NEL	Nettoenergie-Laktation
NDF	Neutrale Detergentienfaser (Neutral detergent Fibre)
NDFafr	Aschefreie NDF
NH ₃	Ammoniak
NO ₃	Nitrat
OM	Organische Masse
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
PER	Protein Efficiency Ratio
SD bzw. $\pm$	Standardabweichung der Einzelwerte (standard deviation)
StE	Stärkeeinheiten
TM	Trockenmasse
U/min	Umdrehung/Minute
VQ	Verdaulichkeitsquotient
XA	Rohasche
XF	Rohfaser
XL	Rohfett
XP	Rohprotein
XX	N-freie Extraktstoffe

1 EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Zur Steigerung der Produktivität der landwirtschaftlichen Nutztiere ist fraglos eine gleichmäßige und bedarfsgerechte Versorgung mit qualitativ hochwertigem Grund- und Kraftfutter über den Jahresverlauf ein bedeutender Ansatzpunkt. Diese Erkenntnis führt dazu, daß dem ausreichenden Futteranbau und der rationellen Verwendung des Futters in der leistungsorientierten Tierhaltung eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden soll. Traditionell werden in den gemäßigten Klimazonen Westeuropas in der sonst futterarmen Zeit zwischen den Hauptfrüchten verschiedene Zwischenfrüchte angebaut, deren Ernte im Herbst einen wichtigen Beitrag zur leistungsgerechten Versorgung der Tiere in dieser Übergangszeit zwischen typischer Frühjahrs-Sommerfütterung und der Winterfütterung mit Konserven darstellt. Der Zwischenfruchtanbau ist in erster Linie abhängig von ausreichenden Niederschlägen und geeigneten Temperaturen.

Die Ägäis und der Mittelmeerraum sowie das GAP-Projekt (Südost Wasserdamm- und Bewässerungsprojekt) der Türkei mit günstigen klimatischen Bedingungen und bodenabhängigen Wachstumsfaktoren sowie etwa 500 000 ha bewässerter landwirtschaftlicher Nutzfläche bieten die Möglichkeit integrierte Anbausysteme mit Zweitfruchtanbau zu etablieren. Schon seit Anfang der 80er Jahre wird ein Projekt zum Zweitfruchtanbau in etwa 18 Provinzen der oben genannten Regionen der Türkei von staatlicher Seite gefördert, das auch landtechnisch weiterentwickelt werden soll (WAGENER, 1989; DEMIR et al., 1991; EICHORN et al., 1991; ERKEK et al., 1991; WAGENER et al., 1993). In diesem Zweitfruchtprojekt ist der Anbau von einigen Körner- und Hülsenfrüchten wie Raps, Sonnenblumen, Mais, Sojabohne, Ackerbohne und Erdnuß in erster Linie vorgesehen. Um in den sonst grünfutterarmen Zeiten auf den Bewässerungsflächen hochwertiges Grundfutter zu erzeugen und so den Zyklus der Rohfaser-Erhaltungsfütterung durch eine Leistungsfütterung zu ersetzen, wird hierbei vor allem der Anbau von Raps, Mais, Wicke, Erbse und Gras sowie Kleearten als Grünfutter gefördert. Ein besonderes Gewicht gewinnt der Zweitfruchtanbau bei Verwendung von Pflanzenarten mit mehrfacher Nutzungsmöglichkeit, was z.B. für Raps zutrifft. Dessen Anbau erfolgt in der Türkei bis heute nur auf sehr begrenzter Fläche, obwohl als Entstehungsgebiet von Raps der Mittelmeerraum angenommen wird. Bisherige Versuche mit Raps haben gezeigt, daß verschiedene Sommerrapsorten für einen Winteranbau in der Ägäis-Region der Türkei als Zweitfrucht geeignet erscheinen, da sie bereits im Mai geerntet werden können, so daß unter Bewässerung noch Sommerfrüchte wie Baumwolle oder Sonnenblumen nachgebaut werden können (ÖGÜTCÜ, 1984; RÖCK-OKUYUCU et al., 1987; WAGENER, 1989; RÖCK-

OKUYUCU, 1990; DEMİR et al., 1991). Weiterhin eignen sich Gemenge von Gras (Weidelgras), Kleearten (Perserklee) und Wicken für die Futtergewinnung über den Winter sehr gut (OKUYUCU et al., 1991). Ergänzt werden kann das Projekt zum Anbau von Zweitfruchtfutterpflanzen durch die Verwertung von Rückständen aus der Ölgewinnung wie z.B. aus Raps, Sojabohne und Sonnenblume (Extraktionsschrot), die als wertvolle Eiweißquelle Nährstoffimbalancen im Grundfutter ausgleichen können. Obwohl die Türkei einen sehr großen Tierbestand hat, ist das Leistungsniveau der einzelnen Rassen doch relativ gering (WALZ und WAGENER, 1988, 1991). Bei diesen vorwiegend lokalen Rassen mit geringer Leistungsveranlagung spielen Eigenschaften wie Standortanpassung und Genügsamkeit der Tiere eine wesentliche Rolle. In den semi-ariden Klimaten der Türkei folgt jedoch die Tierproduktion dem klimatischen Verlauf des Jahres und der damit sehr unterschiedlich anfallenden Futtergrundlage. Daher kann eine ganzjährige Nährstoffversorgung der Tiere bei einer inadäquaten Vorratshaltung nicht gewährleistet werden. Traditionell spielen in der Türkei besonders in der Winterfütterung zellulosereiche, aber nährstoffarme Rohfuttermittel wie Getreidestroh, Baumwollsaatlinter und Spreu als Nährstofflieferanten zur Bestandserhaltung der Wiederkäuerpopulationen eine bedeutende Rolle. Ein spezieller Futterpflanzenanbau, verbunden mit entsprechenden Konservierungsmaßnahmen, findet bislang kaum statt. Hierbei sollte durch die Einführung geeigneter Zweitfrüchte und entsprechender Konservierung ein gleichmäßiges Angebot an Grundfutter über das gesamte Jahr gewährleistet werden, ohne daß der Anbau der wichtigsten Verkaufsfrüchte der genannten Region wie Baumwolle und Winterweizen eingeschränkt wird.

Zur wissenschaftlichen Absicherung des Sinnes von Projekten des Zweitfruchtanbaus bedarf es der Untersuchung des Futterwertes dieser Zweitfruchtfutterpflanzen sowie deren Ergänzungswirkung zu rohfaserreichen Grundrationen. In der wissenschaftlichen Literatur gibt es bislang nur unzureichende Angaben über den Futterwert und die Einsatzmöglichkeiten von den in semi-ariden Klimaten als Zweitfrucht angebauten Futterpflanzen in der Wiederkäuerernährung. Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, die Verwertung der Zwischenfruchtfutterpflanzen Futterraps und Klee gras, die als Eiweißträger in erheblichem Anteil zu rohfaserreichem Grundfutter für Mastlämmer zugelegt wurden, in Fütterungs- und Stoffwechselversuchen vergleichend zu prüfen. Neben den leistungsbezogenen Zielen wie Lebendmasseentwicklung, Futterverwertung und Verdaulichkeit sollten hierbei insbesondere pansen- und blutphysiologische Parameter von Lämmern überprüft werden.

2 LITERATURÜBERSICHT

2.1 Die Bedeutung der Zwischenfrüchte zur Futternutzung

In den Ackerbausystemen Westeuropas ist der Zwischenfruchtanbau ein wesentlicher und zunehmender Bestandteil des integrierten Pflanzenbaus. So hat sich im Verlauf der zurückliegenden 10 Jahre in der BRD der Zwischenfruchtanteil an der Ackerfläche um etwa 500 000 ha (etwa 15 % der Ackerfläche) erhöht (KÄMPF et al., 1981). Insgesamt erreichte im Jahre 1988 der gesamte Zwischenfruchtanbau zur Futternutzung und Gründüngung etwa 29 % der gesamten Getreidefläche der Bundesrepublik Deutschland von 4,5 Mill. ha (RENIUS et al., 1992). Diese Steigerung der Zwischenfruchtanbaufläche dürfte durch die Verdoppelung der Anbaufläche von Raps und verwandten Arten bedingt sein (KÄMPF et al., 1981; VOIGTLÄNDER und JAKOB, 1987). Der Zwischenfruchtanbau dient nicht nur zur Futternutzung, sondern aufgrund des relativ hohen Gründüngungswertes auch zur Gründüngung, da Wurzeln und Stoppeln auf dem Feld verbleiben (LÜTKE-ENTRUP, 1986, 1988).

Für die Futternutzung lassen sich nach Auffassung verschiedener Autoren (RENIUS, 1961; RENIUS und LÜTKE-ENTRUP, 1985; LÜTKE-ENTRUP, 1986; NÖSBERGER und OPITZ von BOBERFELD, 1986; VOIGTLÄNDER und JAKOB, 1987; HAUG et al., 1990; KLAUS-ULRICH, 1990; RENIUS et al., 1992) folgende Vorteile des Zwischenfruchtanbaus zusammenfassen:

- Generell ist die Futterqualität der Zwischenfrüchte im Vergleich zu den anderen Grünfuttermitteln relativ hoch.
- Der Zwischenfrucht-Futternutzung ermöglicht die Erzeugung von kostengünstigem Futter und hilft wesentlich, den Kraftfutterverbrauch zu beschränken.
- Die teure Winterfütterungsperiode läßt sich durch die Verfütterung von Zwischenfrüchten verkürzen. Somit kann an den für den Winter vorgesehenen Silagen gespart werden.
- Ohne Reduzierung der Tierbestände im Betrieb wird durch den Zwischenfruchtanbau die Fläche für den Marktfruchtanbau freigehalten.
- Witterungsbedingte Futternotzeiten können durch Zwischenfrucht-Futternutzung ohne Verlust überbrückt werden.

Zwischenfruchtanbau wird in die Formen des Sommer- und Winterzwischenfrucht-Futteranbaus unterschieden. Bei den Sommerzwischenfrüchten kommen nach der Ernte der Hauptfrüchte 50-100 Vegetationstage in Frage. Dabei sind besonders die Regionen mit langer Vegetationszeit und ausreichender Feuchtigkeit geeignet. Dagegen bestehen für Winterzwischenfrüchte Anbaumöglichkeiten auf fast allen Böden, auch auf armen und trockenen Sandböden (NÖSBERGER und OPITZ von BOBERFELD, 1986; RENIUS et al., 1992). Winterzwischenfrüchte werden in der Regel von Ende August bis Mitte September ausgesät. Das Anbaurisiko der Winterzwischenfrüchte ist durch Ausnutzung der Winterniederschläge relativ gering (RENIUS et al., 1992). Zu den Winterzwischenfrüchten zählen Winterraps, einige Gemenge und Grasarten. Winterzwischenfrüchte liefern im Frühjahr das erste Grundfutter, das in milchviehstarken Betrieben besonders bedeutsam ist (LÜTKE-ENTRUP, 1986).

2.2 Futterwert von Grünraps (*Brassica napus* L.) als Zwischenfrucht

Es ist seit vielen Jahren bekannt, daß der Futterraps (*Brassica napus* L.) als Zwischenfrucht zur Futtergewinnung und Gründüngung eine der leistungsfähigsten und ertragsichersten Futterpflanzen ist. Raps spielte im Jahre 1991 mit einer Anbaufläche von etwa 2,4 Mill. ha in den EG-Ländern als Öl- und Futterpflanze eine wesentliche Rolle. In der Bundesrepublik Deutschland stellte Raps mit ca. 935.000 ha Anbaufläche (etwa 40 % Flächenanteil) im gleichen Jahr eine der bedeutendsten Ölfrüchte dar (PAHL et al., 1992). Schon in älteren Untersuchungen von STÄHLIN (1957) wurde festgestellt, daß der Futterraps eine energie-, protein- und mineralstoffreiche Futterpflanze ist und von Wiederkäuern gerne gefressen wird. Durch züchterische Maßnahmen konnten in den letzten Jahrzehnten der Erucasäure- und Glucosinolatgehalt in Rapssaaten deutlich reduziert werden, so daß heute Rapssorten zur Verfügung stehen, die erucasäure- und glucosinolatarm sind. Seit 1984 werden sowohl zur Körnernutzung als auch zur Grünnutzung neben den herkömmlichen 0-Sorten verstärkt 00-Sorten angebaut und mehr als 50 % der als Grünraps angebauten Bestände zur Fütterung genutzt (RENIUS und LÜTKE-ENTRUP, 1985). Heutzutage stellen Rapssorten mit mittlerem bis hohem Blattanteil für die Futternutzung ein ideales Grundfutter im Herbst und Frühjahr dar (ZOBELT, 1990).

Der Trockenmassegehalt des Futterrapsses weist Schwankungen auf, die auf Witterung, Erntetermin und Blatt/Stengel-Verhältnis zurückzuführen sind (WERMKE, 1975; BERENDONK, 1982a). In Stengel, Blatt und Gesamtpflanze

bewegt sich der Trockenmasse-Gehalt zwischen 8 und 15 % und steigt im Laufe der Vegetationszeit an (BECKHOFF, 1976; BERENDONK, 1982c; BECKHOFF und POTTHAST 1984; ENSMINGER et al., 1990; RENIUS et al., 1992).

Der Gehalt an Rohprotein ist abhängig von Blatt/Stengel-Verhältnis, Vegetationszeit und auch N-Düngung und nimmt im Laufe der Vegetationszeit ab. Der Gehalt an Rohprotein ist im Blatt deutlich höher als im Stengel, so daß blattreiche Sorten insgesamt rohproteinreicher als blattarme sind (BERENDONK 1982b; DEMES, 1989). Der Rohproteingehalt in sehr jungem Grünraps kann bei extremer N-Düngung bis zu 40 % i.d.TM erreichen (MARQUARD et al., 1988; DEMES, 1989). Nach verschiedenen Angaben (ENSMINGER et al., 1990; ZOBELT, 1990; DLG, 1991) liegt der Rohproteingehalt im Grünraps zwischen 18 und 24 % i.d.TM.

Der Rohfasergehalt des Futterrapses liegt im Stengel höher als im Blatt (BERENDONK, 1982b). In der Gesamtpflanze kann der Rohfasergehalt im Laufe der Vegetationszeit von ca. 13 % auf 25 % i.d.TM ansteigen (BECKHOFF, 1976; BERENDONK, 1982b; DLG, 1991). Der Rohfasergehalt ist in erster Linie vom Blatt/Stengel-Verhältnis abhängig. Daher wurde eine stark negative Korrelation zwischen dem Blattanteil und dem Rohfasergehalt des Grünrapses festgestellt (BERENDONK, 1982b).

Aus den zahlreichen Literaturbefunden ist zu entnehmen, daß der Raps eine energiereiche Futterpflanze ist. Der Energiegehalt bewegt sich zwischen 6,3 und 7,2 MJ NEL/kg TM (BECKHOFF, 1976; DLG, 1991; RENIUS und LÜTKE-ENTRUP, 1985).

Der Mineralstoffgehalt des Rapses nimmt in der Regel im Laufe der Vegetationszeit ab. Im jungen Raps sind durchschnittlich folgende Mengenelemente zu finden (g/kg TM): Ca 18,4; P 5,1; Mg 1,8; Na 1,1; K 44 (DLG, 1973; BERENDONK, 1982c; ENSMINGER et al., 1990). Das Blatt weist mehr Ca, P und Mg als der Stengel auf, da Mengenelemente bevorzugt in den Blättern abgelagert werden (MENGEL, 1984).

Die Verdaulichkeit der organischen Masse im Raps hängt vom Rohfasergehalt und Blatt/Stengel-Verhältnis ab (BERENDONK, 1982b). Für die Gesamtpflanze liegt die Verdaulichkeit der organischen Masse zwischen 75 % und 88 % und verändert sich in Abhängigkeit vom Blattanteil (BLAFELD, 1976; BERENDONK, 1982b; RENIUS et al., 1992). Nach SCHULTE-SIENBECK (1992) ist die Beweidungseignung von

Futtermittel aus fütterungstechnischer und ernährungsphysiologischer Sicht unterschiedlich, da die Beweidung bei ungünstigen Witterungsbedingungen durch die Futtermittelverschmutzung und -verluste nicht unproblematisch ist. So kann der Futtermittel im Stall bei unterschiedlichen Milchleistungen bis 40 kg/Tag in der Milchviehfütterung und bis 30 kg/Tag in der Rindermast sowie bis 6 kg/Tag in der Schaffütterung mit Heu- und Mineralfuttermittelergänzung verfüttert werden (BÜENFELD, 1985; SCHULTE-SIENBECK, 1992).

2.2.1 Unerwünschte Inhaltsstoffe im Futtermittel und ihre ernährungsphysiologischen Auswirkungen auf Wiederkäuer

2.2.1.1 Nitrat

Seit vielen Jahren ist in zunehmendem Maße bekannt, daß durch hohe Nitrataufnahme, besonders bei Verfütterung von nitratreichen Futterpflanzen, für die landwirtschaftlichen Nutztiere Gefahren entstehen, die erhebliche Leistungs- und Gesundheitsstörungen hervorrufen können. Wiederkäuer sind stärker betroffen als Monogaster, da die nitratreichen Zwischenfrüchte wie z.B. Raps, Rübsen und Gräser einen Großteil der Grundfütterrationen ausmachen können. In diesen Futterpflanzen sind unter bestimmten Bedingungen höhere Nitratwerte zu erwarten, die im toxischen Bereich liegen können. In den folgenden Kapiteln werden ernährungsphysiologische Aspekte der Nitrataufnahme für Wiederkäuer dargelegt.

Nitrat und Ammoniumstickstoff sind die wichtigsten N-Formen, die von der Pflanze aufgenommen werden (MARSCHNER, 1984; AMBERGER, 1988; MENGEL, 1991). Bei der Nitratanreicherung in der Pflanze spielen N- und Mineraldüngung, Pflanzenart, Pflanzenorgane, Reifestadium, Nitrat- und Nitritreduktion sowie Witterungsbedingungen eine wesentliche Rolle (HÖRNICKE et al., 1974; NEUBAUER, 1977; MESZAROS, 1980; LOTTHAMMER et al., 1982; PRINS, 1983; MARSCHNER, 1985; MENGEL, 1984). Weiterhin werden die Familien von Brassicaceae, Solanaceae, Amaranthaceae, Chenopodiaceae und Compositae als Nitratspeicherpflanzen bezeichnet (WRIGHT und DAVISON 1964). Als Beispiel können Raps, Rübsen, Kohl, Ölrettich und einige Unkräuter und Gräser genannt werden (LIEBENOW, 1972a; MESZAROS, 1980; NITSCH, 1985; WIESNER, 1985). Dagegen werden von LIEBENOW (1971a) und KULEBYAKIN et al. (1985) die Leguminosen (Luzerne, Kleearten) nicht als Speicherpflanzen eingestuft.

Der Gehalt an Nitrat im Grünfutter weist große Schwankungen auf, da er von vielen Faktoren abhängig ist. Zur besseren Vergleichbarkeit wird der Nitratgehalt im folgenden auf Trockenmasse umgerechnet angegeben. Die Angaben über den Nitratgehalt in Futterpflanzen erfolgen in der Regel als $\text{NO}_3\text{-N}$, NO_3 oder als KNO_3 ($1 \text{ g NO}_3\text{-N} = 4,4 \text{ g NO}_3 = 7,2 \text{ g KNO}_3$). So konnten BERSCHNEIDER et al. (1979) in Untersuchungen im trüben, kalten Juni und Juli höhere Nitratkonzentrationen nachweisen als im warmen August. Ähnliche Ergebnisse wurden auch von WEISSBACH und HEIN (1976) beschrieben. In Versuchen von LIEBENOW (1972b) ließ sich der Einfluß der Beleuchtungsintensität auf die Nitratkonzentration von Futterpflanzen nachweisen. Daraus geht hervor, daß die Futterpflanzen unter Tageslicht weitaus stärker nitrathaltig sind als unter Tageslicht plus zusätzlicher Belichtung. Außer Temperatur und Lichtintensität hat die Wasserversorgung für die Nitratspeicherung eine Bedeutung. Die Erfahrungen von HÖRNICKE et al. (1974) und WIESNER (1985) deuten darauf hin, daß die trockene Sommerwitterung zur Erhöhung der Nitratspeicherung führt. Weiterhin wird eine Nitratakkumulation durch eine erhöhte Nitrataufnahme gefördert. So wiesen zahlreiche Autoren (WEISSBACH und HEIN, 1976; PÖHLMANN, 1981; LOTTHAMMER, 1982; MARSCHNER, 1985) eine positive Korrelation zwischen der Höhe der N-Düngung und dem Nitratgehalt von Futterpflanzen nach.

Die Untersuchungen von MESZAROS (1980) wiesen darauf hin, daß die Nitratwerte im Winterraps von 1,8 % bis zu 5,5 % und im Sommerraps von 0,5 bis 1,2 % i.d.TM reichen. Weiterhin fand er in seinen Versuchen mit Raps bis zu 3,5-fach höhere Nitratwerte bei kühlem Standort bzw. ungünstiger Witterung als unter günstigen Bedingungen. LOTTHAMMER et al. (1982) berichten, daß der mittlere Nitratgehalt in Grünraps als Zwischenfrucht bei 1,9 % i.d.TM (maximal bis 5,7 %) liegt. Auch in Ermittlungen von NIKOLIC und CMILJANIC (1986) wurde darauf hingewiesen, daß sich die Nitratgehalte von Futterrapsproben bei Beginn der Blüte zwischen 0,8 % und 1,1 % i.d.TM bewegten. Weiterhin ermittelten BAERUG und LILLEENG (1983) im Futterraps einen durchschnittlichen Nitratgehalt von 1,0 % bis 3,2 % i.d.TM. Gegenüber dem Grünraps weisen die Gräser niedrigere Nitratgehalte auf. So fand ELLES (1989) in Deutschem Weidelgras in der 1. Nutzung 0,28 % Nitrat und in der 4. Nutzung 0,82 % i.d.TM. In Untersuchungen von PÖHLMANN (1981) zeigten sich mittlere Nitratkonzentrationen in Grasproben ($n = 102$) von 0,4 % i.d.TM mit Höchstwerten von 2,1 %. LIEBENOW (1971a) ermittelte einen höheren durchschnittlichen Nitratgehalt im Rieselgras von 1,9 % i.d.TM mit einem Maximalwert von 5,4 %.

Die Wirkungen des Nitrats nach der Aufnahme größerer Mengen über das Grünfutter werden in der Literatur häufig als akut oder tödlich verlaufende Nitrit-Intoxikationen beschrieben (CASE, 1957; HOLTENIUS, 1957; WRIGHT und DAVISON, 1964; CRAWFORD et al., 1966; SINCLAIR und JONES, 1967; KEMP et al., 1978; LOTTHAMMER et al., 1982; WIESNER, 1985). Das mit dem Futter aufgenommene Nitrat wird im Pansen der Wiederkäuer durch die Pansenmikroorganismen zu Nitrit und dann ausschließlich zu Ammoniak reduziert. Dieses Ammoniak wird zu Mikrobeneiweiß synthetisiert, weitertransportiert bzw. durch die Pansenwand absorbiert (LEWIS, 1951a,b; JAMIESON, 1959; CRAWFORD et al., 1966; TAKAHASHI et al., 1978; TAKAHASHI et al., 1980; LOTTHAMMER, 1988). Das Nitrit kann in die Blutbahn absorbiert werden, wenn bestimmte Bedingungen eine Anhäufung von Nitrit begünstigen (ROTH-MAIER, 1984; WIESNER, 1984, 1985). So isolierte SON (1982) über 20 Bakterienstämme aus dem Pansensaft von Rindern, die Nitrat zu Nitrit reduzieren. Der Wirkungsmechanismus des Nitrits ist folgender: Das Nitrit diffundiert schnell durch die Pansenwand und oxidiert im Blut das Hämoglobin zu Methämoglobin, welches nicht mehr zum Sauerstofftransport befähigt ist. Krankheitserscheinungen der Tiere können die Folge sein, wenn etwa 60 % des Hämoglobins in Methämoglobin umgewandelt sind (KEMP et al., 1977; KEMP et al., 1978; NAKAMURA et al., 1985). Leistungsstörungen in Verbindung mit der Nitrataufnahme hängen nicht nur von der Nitratkonzentration im Futter, sondern auch vom Gehalt an leichtlöslichen Kohlenhydraten, TM-Gehalt des Futters, Aufnahmegeschwindigkeit und pH-Wert im Pansensaft sowie Aktivität der Mikroorganismen ab (KEMP et al., 1978; ALLISON und REDDY, 1984; WIESNER, 1984). Hinsichtlich der möglichen Gesundheitsschädigung gibt es in der Literatur bei der Beurteilung des Nitratgehaltes in der Futtertrockenmasse erhebliche Unterschiede. So werden nach TE VELDE (1967) die Nitratwerte im Futter unter 1,5 % als "normal und unbedenklich", zwischen 1,5 und 3,0 % als "zur restriktiven Fütterung geeignet" und über 3,0 % als "zur Verfütterung nicht geeignet" eingestuft. Im Gegensatz zu diesen Angaben berichtet NEUBAUER (1977), daß ein Nitratgehalt von mehr als 1,3 % i.d.TM als bedenklich anzusehen ist. WIESNER et al. (1979) geben für Milchkühe an, daß bei Weidehaltung Gehalte von 1,0 % NO_3 i.d.TM und bei Stallfütterung von 0,8 % NO_3 i.d.TM tolerierbar sind.

In der Literatur gibt es sehr stark abweichende Angaben bezüglich der Grenzwerte der Nitratverträglichkeit beim Wiederkäuer. Untersuchungen von LEWIS (1951a,b) und SINCLAIR und JONES (1967) ergaben bei Schafen nach Aufnahme vor 500 mg NO_3/kg LM klinische Erscheinungen. ALABOUDI und JONES (1985) beobachteten bei nitratadaptierten, stärkereich gefütterten Schafen bei Gaben vor

bis zu 1525 mg NO_3/kg LM keine Vergiftungserscheinungen. Nach Untersuchungen von STÖBER (1978) beträgt die minimale letale Dosis für Rinder 750-1500 mg NO_3/kg LM. Ein Mangel an Kohlenhydraten in der Ration kann sich besonders negativ auf die Reduktionsrate des Methämoglobins auswirken. So beobachteten EMERICK et al. (1965) eine Verringerung der Nitrittoxizität für Schafe bei Verfütterung von 60 g Zucker pro Tag. EMERICK et al. (1965) und NAKAMURA et al. (1979) berichteten, daß die Zugabe an leicht verfügbaren Kohlenhydraten zu nitratreichen Rationen die Nitritakkumulation im Pansen verringert. TAKAHASHI et al. (1980) bestätigte diese Ergebnisse in weiteren Untersuchungen an Schafen. Für die Nitratreduktion im Pansensaft stellten LEWIS (1951b) und TAKAHASHI et al. (1978) optimale pH-Werte zwischen 5,8 und 6,6 fest. Ebenfalls spielt die Adaptation an nitratreiche Futterpflanzen eine bedeutende Rolle (NAKAMURA et al., 1976; KEMP et al., 1977). Auch weitere Faktoren, z.B. Proteinüberschuß, Mangel an Mineralien und Vitaminen sowie Fütterungswechsel werden als Ursachen für eine Nitrat-Nitrit-Intoxikation beschrieben (WEISSBACH und HEIN, 1976). In der Literatur werden auch Auswirkungen der Nitratkonzentration auf die tierischen Leistungen diskutiert (CASE, 1957; DAVISON et al., 1964; STEGER, 1966). So können als Auswirkungen subletaler Nitratdosen Fehlgeburten, verminderte Befruchtungserfolge und eine Beeinflussung der Schilddrüsenfunktion der Tiere erwähnt werden (BUDECKE, 1977; MALESTEIN et al., 1980; LOTTHAMMER und AHLWEDE, 1978). Auf der anderen Seite konnte keine Beziehung zwischen der Nitrataufnahme und Wachstumsdepressionen bei Wiederkäuern festgestellt werden (JAMIESON, 1959; DAVISON et al., 1964; CRAWFORD et al., 1966; ARORA et al., 1968).

2.2.1.2 Glucosinolate (GSL)

Allgemein ist es anerkannt, daß der Futterraps Glucosinolate enthält, aus denen toxische Spaltprodukte entstehen können. Glucosinolate bestehen aus Glucose, einer Sulfatgruppe und einem Aglucon. Die Glucosinolate werden in zwei Hauptgruppen, die Alkenyl- und Indolglucosinolate eingeteilt. Sie unterscheiden sich in der Struktur der Seitengruppen. Alkenyl-GSL haben einen aliphatischen und die Indol-GSL einen zyklischen Rest (UNDERHILL, 1972). Bei den heutigen "0"- bzw. "00"-Qualitätsbezeichnungen weist eine "0" auf einen reduzierten Erucasäuregehalt im Rapsfett und die "00" auf einen verminderten Gehalt an Glucosinolaten in der Saat und den entfetteten Produkten hin. Bei der Einstufung der Rapsorten in 0- bzw. 00-Qualitätsklassen werden ausschließlich die Korn-GSL herangezogen, die von etwa 150 $\mu\text{mol/g}$ bei den 0-Qualitäten auf etwa 30 $\mu\text{mol/g}$ fettfreier

Trockenmasse und darunter bei den 00-Qualitäten reduziert wurden (DEMES, 1989; ZOBELT, 1990). Ebenfalls gelten EG-Rapssorten als glucosinolatarm, wenn sie weniger als 30 $\mu\text{mol/g}$ Glucosinolat im entfetteten Mehl enthalten (SCHUSTER, 1992). Sowohl Gesamt-GSL-Gehalte als auch GSL-Muster des Rapses werden von Futterart, Sorte, Vegetationsstadium, Pflanzenorgan und Umweltfaktoren (Temperatur, Wasser, N-Düngung und Nährstoffversorgung) beeinflusst (STEPHANI, 1985; FENWICK et al., 1987; BRANDSCHAW et al., 1984; MARQUARD, 1985; ZOBELT, 1990). Die Untersuchungen von MARQUARD et al. (1988) zeigen, daß die 0-Qualitätssorte Belinda im Herbstaufwuchs einen durchschnittlich etwa 50 % höheren GSL-Gehalt (ca. 25 $\mu\text{mol/g}$ TM) als 00-Qualitätssorten wie Cares und Arabella aufweist. Auf der anderen Seite weisen die Blätter in der Rapsgrünmasse höhere GSL-Gehalte als Stengel und Wurzeln auf (MILFORD und FIELDSEND, 1991).

Bezüglich der ernährungsphysiologischen Aspekte haben die Glucosinolate eine besondere Bedeutung in der Tierernährung. Es ist generell anzunehmen, daß intakte Glucosinolate ernährungsphysiologisch unbedenklich sind (GREER und DEENEY, 1959). Die Spaltprodukte jedoch (Isothiocyanate, Thiocyanate, Thiooxazolidone und Nitrile) können zu gesundheitlichen Problemen führen (HENKEL, 1984). Die mit dem Futter aufgenommenen Glucosinolate werden durch Pansenmikroorganismen bis zum Aglucon gespalten (ANDERSEN und SOERENSEN, 1985; MACHOLZ et al., 1987). Des weiteren ist eine Spaltung der Glucosinolate bei einer Verletzung von Pflanzenzellen durch die Freisetzung des Enzyms Myrosinase möglich (BJÖRKMAN, 1976). Höhere Konzentrationen der GSL beeinträchtigen die Futteraufnahme durch ihre Geschmacks- und Geruchseigenschaften (BELL, 1984; HENKEL und MOSENTHIN, 1989). Wie aus den zahlreichen Literaturbefunden hervorgeht, können die Spaltprodukte der intakten Glucosinolate Fruchtbarkeitsstörungen, Vergrößerung der Schilddrüse, Leber und Niere, Entzündungen der Schleimhäute im Magen und Darm, Veränderungen im Blutbild und zentralnervöse Störungen hervorrufen sowie zu Veränderungen in der Zusammensetzung von Milch und Harn der landwirtschaftlichen Nutztiere führen (WILLIAMS et al., 1965; ROSENGERGER, 1970; TOOKEY et al., 1980; BARRY et al., 1981). Seit einiger Zeit werden für die Gründüngung und Futternutzung 00-Sorten angeboten, deren reduzierter Samen-Glucosinolatgehalt eine verbesserte Futterqualität, höhere Futteraufnahme und somit eine bessere Futterverwertung erwarten läßt (MENZEL, 1983; DEMES, 1989; ZOBELT, 1990).

2.2.1.3 S-Methyl-L-Cystein-Sulfoxid (SMCO)

S-Methyl-L-Cystein-Sulfoxid (SMCO) wurde erst im Jahre 1956 von SYNGE und WOOD aus Kohl isoliert und als Ursache der Kohlanämie der Wiederkäuer bezeichnet (SMITH, 1975, 1980). Diese Aminosäure (SMCO) kommt in allen Pflanzenteilen, besonders in jungen Blättern der Brassica-Arten vor. Die physiologische Auswirkung des SMCO bezieht sich auf die Freisetzung von Dimethyl-Disulfid und Methan-Thiol durch den mikrobiellen Abbau von SMCO im Pansen der Wiederkäuer bei höheren Aufnahmen von Brassica-Arten (SMITH et al., 1974; GOSDEN, 1977; SMITH, 1980). Weiterhin wiesen EVANS (1951) und GOSDEN (1977) darauf hin, daß die Aufnahme von höheren SMCO-Mengen eine Reduktion der Futteraufnahme und eine Erhöhung des Pulsschlags hervorrufen kann. Nach Untersuchungen von KUNELIUS et al. (1989) wird SMCO besonders bei Brassica-Arten im Zwischenfruchtanbau in den Monaten Oktober und Dezember angereichert. Die meisten Untersuchungen erfolgten an Futterkohl. Hier wurden die höchsten SMCO-Gehalte von etwa 20 mg/g TM festgestellt. Im Gegensatz zu Futterkohl liegt der SMCO-Gehalt im Grünraps bei ca. 5 mg/g TM (ONDERSCHEKA et al., 1987; GRIFFITHS und SMITH, 1989). Weiterhin konnte SMITH (1980) eine hämolytische Anämie bei einer täglichen SMCO-Aufnahme von 15-20 g/kg LM beobachten. Auf der anderen Seite können die SMCO-Gehalte in Brassica-Arten durch Silierung bzw. Heißlufttrocknung erheblich reduziert werden.

2.2.2 Einsatzmöglichkeiten von Rapsextraktiosschroten der "00"-Qualität in der Wiederkäuerernährung

In den vergangenen 10 Jahren stieg die Produktion sowohl von Rapssaat als auch von Rapsextraktionsschroten in der Bundesrepublik Deutschland und in der Welt an. Im Jahre 1985 ermöglichten 254.000 ha Rapsanbaufläche mit 662 000 t Erzeugung 15 % der Bedarfsdeckung bei pflanzlichem Öl sowie 10 % Anteil an Rapsextraktionsschrotproduktion im Gesamt-Mischfutter (SCHUSTER, 1992). Die Ursache für diese wesentlichen Fortschritte dürfte auf die beachtliche Minderung der Erucasäure- und der Glucosinolatgehalte, die Verbesserung der ackerbaulichen Maßnahmen und die Preisverhältnisse zurückzuführen sein. Dadurch kann die Rapssaat nicht nur im Bereich der Tierernährung, sondern auch zum Zweck der menschlichen Ernährung Anwendung finden. Etwa 96 % des Rapsöls werden heute als Speisefett verwendet. Desweiteren ist das Rapsöl als Brenn- und Kraftstoff vorgesehen (GÖTZKE und KLEINHANSS, 1988). Rapsextraktionsschrot nimmt seit einigen Jahren in Deutschland nach

Sojaextraktionsschrot den zweiten Platz der in der Tierernährung eingesetzten Extraktionsschrote ein. So werden nach Schätzungen ca. 70 % des Rapsextraktionsschrotes in der Rinderfütterung verwendet (HENKEL und MOSENTHIN, 1989). Bezüglich der Nährstoffgehalte weist das Rapsextraktionsschrot durchschnittlich 40 % Rohprotein, 13 % Rohfaser, 8 % Rohasche, 3 % Rohfett und 694 StE/kg i.d.TM auf (DLG, 1991). Der Rohproteingehalt im Rapsschrot ist von besonderem Interesse für die Verwendung als Eiweißfuttermittel bei der Fütterung von Wiederkäuern, Nichtwiederkäuern und Geflügel. Aufgrund der ernährungsphysiologisch günstigen Zusammensetzung und wegen des hohen Gehalts an essentiellen Aminosäuren hat das Rapsextraktionsschrot besonders bei den monogastrischen Tieren einschließlich der Broilermast unter Berücksichtigung der reduzierten Glucosinolategehalte Anwendung gefunden (MUZTAR und SLINGER, 1982; HUYGHEBAERT et al., 1983; MENZEL, 1983; SALMON, 1983; ROTH-MAIER und KIRCHGEßNER, 1987; BURGSTALLER und LANG, 1989; WETSCHEREK et al., 1990). Ebenfalls wurde in den letzten Jahren das Rapsextraktionsschrot der 00-Qualität in den Mast- und Milchleistungs-Kraftfuttermischungen beim Wiederkäuer in zunehmendem Maße eingesetzt (SCHULZ und LEBZIEN, 1988; HENKEL und MOSENTHIN, 1989; SCHWARZ und KIRCHGEßNER, 1989; WEISS, 1990; QUANZ et al., 1991; FEICHTINGER und LEITGEB, 1992). Während das Rapsextraktionsschrot zwischen 35 % und 45 % Rohprotein aufweist, liegen die Rohproteingehalte im Rapssamen bei 23-29 % (MUZTAR und SCHLINGER, 1982; SCHÖNE et al., 1990; GERATH und SCHWEIGER, 1991). Im Vergleich zu anderen pflanzlichen Eiweißfuttermitteln beeinflusst der relativ hohe Rohfasergehalt und der aufgrund geringerer Verdaulichkeit der organischen Masse reduzierte Energiegehalt den Futterwert negativ.

Obwohl durch die Neuzüchtungen der 00-Sorten die GSL-Gehalte und deren Spaltprodukte erheblich reduziert wurden, werden auch erucasäure- und glucosinolatarme Rapsextraktionsschrote in den Rationen von Wiederkäuern durch den schlechten Ruf der unerwünschten Stoffe immer noch vorsichtig verwendet (HENKEL und MOSENTHIN, 1989; SCHWARZ und KIRCHGEßNER, 1989). Auf der anderen Seite sind die Empfehlungen zum Einsatz von Rapsextraktionsschroten der 00-Qualität in den Rationen für Wiederkäuer nicht einheitlich. So können nach kanadischen Angaben für die Kälberaufzucht 20 % Rapsextraktionsschrot und für Milchkühe 25 % im Kraftfutter auf Getreidebasis eingesetzt werden (CCC, 1986). Nach FISCHER (1980) führte der Einsatz von Rapsextraktionsschrot der 00-Qualität in den Rationen von Kälbern im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot zu keinen signifikanten Veränderungen der Futteraufnahme,

der Tageszunahme und der Futterverwertung sowie der Ausschlachtung. AHLIN et al. (1985) konnten keine negative Wirkung von Rapsextraktionsschroten der 00-Qualität auf die Milchleistung und den Protein- und Fettgehalt der Milch nachweisen. Auch die Untersuchungen von SCHARMA et al. (1977) zeigten, daß der Einsatz von Rapsextraktionsschroten der 00-Qualität bis zu 20 % im Kraftfutter für Milchkühe keine Minderung der Futtermittel- und Milchleistung verursacht. Nach Studien von PAPAS et al. (1978) lassen sich bis zu 30 % Rapsextraktionsschrot im Kraftfutter im Austausch zu Sojaextraktionsschrot einsetzen, ohne daß die Futtermittel- und die Milchleistungsstoffe negativ beeinflußt werden.

IWARSON et al. (1973) erzielten mit 15 % schwedischem Rapsextraktionsschrot im Kraftfutter gute Mastleistungsergebnisse in der Bullenmast. Rapsextraktionsschrote mit hohen und niedrigen Gehalten an Glucosinolaten wurden von SCHWARZ und KIRCHGESSNER (1989) in der Bullenmast eingesetzt. Aus den Ergebnissen kann der Schluß gezogen werden, daß 00-Rapsextraktionsschrot dem 0-Rapsextraktionsschrot überlegen ist. In Versuchen von FEICHTINGER und LEITGEB (1992) wurden 20 bis 60 % 00-Rapsextraktionsschrote im Kraftfutter von Mastbullen eingesetzt. Daraus geht ebenfalls hervor, daß 00-Rapsextraktionsschrot anstelle von herkömmlichen Eiweißfuttermitteln ohne nachteilige Auswirkungen auf die Mast- und Schlachtleistung einsetzbar ist. Weitere Untersuchungen von QUANZ et al. (1991) zeigen, daß durch den Einsatz von 00-Rapsextraktionsschroten (26 %) in der Lämmermast eine statistisch gesicherte Verbesserung der Tageszunahme mit 357 g gegenüber dem Sojaextraktionsschrot erzielt werden konnte. Hierbei beeinflusste der Rapsschrotanteil in der Ration die Schmackhaftigkeit der Futtermischungen nicht negativ.

Um die Abbaurate des Futterproteins im Pansen der Wiederkäuer zu verringern, wurden sogenannte "geschützte Proteine" (protected proteins) entwickelt (CHALUPA, 1975; KAUFMANN und LÜPPING, 1982). Hierbei handelt es sich um hochwertige Futtermittel wie Soja- und Rapsextraktionsschrot, die mit Formaldehyd behandelt worden sind, wodurch die Abbaurate der Proteine auf bis zu 25 % reduziert wird. Geschützte Proteine sind in erster Linie für hochleistende Milchkühe zur bedarfsgerechten Proteinversorgung konzipiert (KOCH, 1987; SCHMIDT et al., 1988). Eine Behandlung mit Formaldehyd (0,11-0,16 %) von Rapsextraktionsschroten der 00-Qualität scheint erfolgsversprechend zu sein, um die Abbaubarkeit der Rapsschrotproteine im Pansen zu reduzieren (FREER und DOVE, 1984; SETÄLÄ und SYRJÄLÄ-QVIST, 1984/1985; MATRAS et al., 1990; ANTONIEWICZ et al., 1992). So wurde in Versuchen von DEACON et al. (1986)

ermittelt, daß durch Formaldehydbehandlung bzw. Kurzzeiterhitzung die ruminale Abbaurrate der Trockenmasse und des Rohproteins von Rapsextraktionsschroten signifikant vermindert wird. Aus der Untersuchung von GANEV et al. (1986) geht hervor, daß die Formaldehydbehandlung von 00-Qualität-Rapsextraktionsschroten keinen negativen Einfluß auf die Milchleistung und die Milchinhaltsstoffe hat. Weiterhin berichtet WEISS (1990), daß durch den Einsatz von formaldehydbehandelten Rapsextraktionsschroten in der Bullenmast eine Verbesserung der Tageszunahme um etwa 9 % gegenüber herkömmlichem Rindermastrfutter erzielt werden kann.

2.3 Futterwert von Klee gras-Gemenge (*Lolium perenne* L. und *Trifolium resupinatum* L.) als Zwischenfrucht

In den letzten Jahren hat die Bedeutung von Klee gras-Gemenge zur Futternutzung und Gründüngung im Zwischenfruchtanbau sehr stark zugenommen. Der Anbau von Klee gras-Gemengen wurde durch die Entwicklung der Ernte-, Konservierungs- und Fütterungstechnik von Grundfutter im integrierten Pflanzenbau gefördert. Sie stellen in der Regel künstlich geschaffene Pflanzengesellschaften dar (KÄMPF et al., 1981). Klee gras-Gemenge-Arten kommen hauptsächlich als Untersaat und Stoppelsaat in Frage (NÖSBERGER und OPITZ von BOBERFELD, 1986; RENIUS et al., 1992). So weisen KÄMPF et al. (1981) darauf hin, daß das Eiweiß-Energieverhältnis der Klee gras-Gemenge den fütterungstechnischen Anforderungen bei der Wiederkäuerfütterung entspricht. Bei der Weidenutzung des Klee gras-Gemenges entstehen geringere Verdauungsstörungen bei Wiederkäuern als bei Reinsaat von Klee. Andererseits ist bekannt, daß Klee gras-Gemische von Wiederkäuern meist in größeren Mengen verzehrt werden als Grasreinsaat (REED, 1979; VAN SOEST, 1982; GUNN et al., 1991). Dieser Mehrverzehr kann überwiegend zu einer höheren Energieaufnahme führen und wird durch höhere Leistungen reflektiert (FLACHOWSKY et al., 1992). Als Beigabe zu Kleearten eignen sich die Gräser in dem Gemenge besonders gut, und dies führt zur problemlosen Futterverwertung und zu Ertragssteigerungen der Gemenge (NÖSBERGER und OPITZ von BOBERFELD, 1986). Nach Empfehlungen von BÜNFELD (1985) eignet sich Klee gras-Gemenge am besten zur Beweidung bei Beginn der Blüte, da die Futterstruktur infolge des höheren Trockenmasse- und Rohfasergehaltes deutlich besser als bei jüngerem Futter ist. So ist die Verfütterung von frischem Klee gras-Gemenge in Mengen von bis zu 40 kg/Tag im Stall bei unterschiedlichen Tagesmilchleistungen in der Milchviehfütterung und von bis zu 30 kg/Tag in der Rindermast mit einem rohfaserreichen Beifutter (Heu bzw. Stroh)

möglich (BÜENFELD, 1985). Das Klee gras-Gemenge kann ebenfalls bei der Schaf- und Lämmerfütterung mit täglich 3-6 kg unter Zufütterung von Heu und/oder Stroh zur Gestaltung bedarfsgerechter Futterrationen eingesetzt werden (GIBB und TREACHER, 1983; BÜENFELD, 1985; SCHULTE-SIENBECK, 1992).

Deutsches Weidelgras (*Lolium perenne* L.) eignet sich sowohl in Reinsaat als auch in verschiedenen Mischkombinationen für den Zwischenfruchtanbau, da die Standort- und Bodenansprüche nicht sehr hoch sind (BLATTMANN, 1968; STÄHLIN et al., 1969; BOGDAN, 1970; WETZEL, 1971; BERENDONK, 1983; BERENDONK, 1984; RENIUS et al., 1992). Die Untersuchungen zeigen, daß Deutsches Weidelgras von den Wiederkäuern wegen der hohen Schmackhaftigkeit gut aufgenommen wird (KÄMPF et al., 1981; NÖSBERGER und OPITZ von BOBERFELD, 1986; DOVE und MILNE, 1991). GIBB et al. (1981), GIBB und TREACHER (1983) und VULICH et al. (1991) wiesen nach, daß Deutsches Weidelgras auch bei der Verfütterung an Milchschafe erfolgreich verwendet werden kann. Es kann ebenfalls gut siliert werden. Der Gehalt an Rohprotein im Deutschen Weidelgras beträgt ca. 14-19 % i.d.TM, und der Energiegehalt fällt mit zunehmendem Alter des Aufwuchses von 663 auf 477 StE je kg TM (DLG, 1991).

Persischer Klee (*Trifolium resupinatum* L.) ist als Leguminose im Vorderen Orient beheimatet. Kürzere Trockenperioden vermag er zu überstehen (NÖSBERGER und OPITZ von BOBERFELD, 1986; RENIUS et al., 1992). Er bringt im Gemisch mit Weidelgras gute Erträge (MÜLLER, 1976). Die Verwertung ist durch alle Tierarten möglich, da der weiche Stengel eine hohe Verdaulichkeit aufweist (HÜBNER, 1971; McLAREN und DOYLE, 1988; RENIUS et al., 1992; STOCKDALE, 1992). In der Regel können Kleearten bezüglich ihrer Abbaueigenschaften im Pansen, der Passagegeschwindigkeit durch den Verdauungstrakt und des Einflusses auf die Futteraufnahme als ein besonders interessanter Repräsentant der Leguminosen angesehen werden (VAN SOEST, 1982; JARRIGE, 1989). Ähnlich wie Deutsches Weidelgras wird Perserklee vom Wiederkäuer sehr gern gefressen und zeichnet sich durch eine sehr gute Verdaulichkeit (über 70 % bei Blühbeginn), hohen Rohproteingehalt (18-20 % i.d.TM) und einen geringen Rohfasergehalt aus (NÖSBERGER und OPITZ von BOBERFELD, 1986; McLAREN und DOYLE, 1988; STOCKDALE, 1992). Die Untersuchungen mit Schafen (McLAREN und DOYLE, 1988) und Rindern (FLINN et al., 1985 und STOCKDALE, 1992) haben gezeigt, daß gute Wachstumsraten mit Persischem Klee erreicht werden können. Der Energiegehalt des Perserklees liegt in Abhängigkeit von der Vegetation zwischen 624 und 561 StE je kg TM (DLG, 1991).

3 EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN

3.1 Material und Methoden

3.1.1 Lämmer-Fütterungsversuch 1

3.1.1.1 Herkunft und Haltung der Tiere

Zur experimentellen Untersuchung dienten 20 unkastrierte und bereits entwöhnte männliche Lämmer der Kreuzung Merinolandschaf x Schwarzköpfiges Fleischschaf aus der Herde eines Schäfers. Beim Ankauf lag das Lebendgewicht der Lämmer zwischen 13,7 und 19,8 kg. Die Kennzeichnung der Tiere erfolgte direkt nach dem Ankauf durch Tätowieren der Ohrinnenseiten. Nach zweiwöchiger Laufstallhaltung wurden die Lämmer in Einzelkäfige aus einer Stahldraht-Konstruktion umgestallt. Sie wurden einer Klauenkontrolle unterzogen und durch eine intramuskuläre Behandlung mit dem Breitspektrum-Anthelminthikum Citarin-L 2,5 % (Fa. Bayer, Leverkusen) entwurmt. Zur Messung der Weizenstroh- und Grünrapsaufnahme und zur Umstellung auf die restriktiv angebotenen Versuchsrationen wurde eine Adaptationszeit von 7 Tagen in den Käfigen vorgesehen. Danach wurden die Lämmer unter Berücksichtigung der Gewichte in vier Gruppen zu je 5 Tieren aufgeteilt. Die Gewichte der Lämmer lagen zu diesem Zeitpunkt zwischen 15,8 und 21,8 kg. Die Haltung der Tiere war in den Käfigen, deren Boden aus perforierten Edelstahl-Lochblechen bestand, ohne Einstreu möglich. Die Grundmaße der Käfige betrugen 120 cm (L) x 75 cm (B) x 100 cm (H). Sie waren nach oben offen. Frisches Wasser stand den Tieren über Schalentränken zur freien Aufnahme zur Verfügung. Die Klimaregelung im Versuchsraum erfolgte über eine thermostatgesteuerte Warmwasserheizung und temperaturabhängige Ventilatoren. Temperatur und relative Luftfeuchte wurden mittels Schreiber ständig registriert und betrugen im Versuchszeitraum 17,5 °C mittlere Tagestemperatur und 60 % relative Luftfeuchte. Die Beleuchtung erfolgte durch Fenster im natürlichen Tag-Nacht-Rhythmus.

3.1.1.2 Versuchsplan

In einem restriktiven Fütterungs-/Wachstumsversuch mit 20 Lämmern sollte der Einsatz und die Qualität von Doppelnull-Grünraps aus Winterzwischenfrucht als alleinige Eiweißquelle in der Fütterung von Mastlämmern im Vordergrund stehen. Die Versuchsgestaltung ist in Übersicht 1 dargestellt.

Übersicht 1: Versuchsplan des Wachstumsversuchs mit Grünraps an Mastlämmern (Versuch 1)

Kriterien	Versuchsgruppe			
	I	II	III	IV
Grundfutter	Weizenstroh -	Weizenstroh -	Weizenstroh + Grünraps	Weizenstroh + Grünraps
Zulage	Sojaschrot + Gerste	Harnstoff + Gerste	- Gerste	- -
Fütterung	restriktiv isonitrogen und iso- energetisch	restriktiv isonitrogen und iso- energetisch	restriktiv isonitrogen und iso- energetisch	restriktiv isonitrogen nicht iso- energetisch
Haltung	einzel	einzel	einzel	einzel
Tierzahl	5	5	5	5
Dauer des Versuches	75 Tage	75 Tage	75 Tage	75 Tage
Untersuchte Parameter:	Mastleistung, Blut- und Pansenphysiologie			

3.1.1.3 Gestaltung der Futterrationen

Basisfutter

Bei der Intensivlämmernmast wird in der Regel Heu zur Ergänzung der Rationen mit strukturierter Rohfaser eingesetzt. Im vorliegenden Versuch wurde anstelle von Heu gehäckseltes Weizenstroh angeboten, um ein in semi-ariden Klimaten übliches Fütterungsverfahren zu simulieren. Der Grünraps wurde von einem landwirtschaftlichen Betrieb in der Nähe von Giessen als Winterzwischenfrucht (Sorte Libraska, 00-Qualität) angebaut. In Gruppe III und IV diente der Grünraps als alleinige Eiweißquelle. Als Vergleichsfuttermittel zur Eiweißergänzung wurden alternativ Sojaextraktionsschrot in Gruppe I und Futterharnstoff in Gruppe II eingesetzt. Die Rationszusammensetzung sollte in diesem Versuch nicht Höchstleistungen gewährleisten, sondern über längere Zeiträume neben der Deckung des Erhaltungsbedarfes bei Lämmern einen Lebendmassezuwachs von etwa 100 g/Tag sichern (DLG, 1982). Um ein Verhältnis von Eiweiß (DXP) : Stärkeeinheiten (StE) von 1 zu 5 in den Gruppen III und IV zu garantieren, wurde die Höhe der Futterzuteilung jeweils dem Aufnahmevermögen der Tiere an frischem Raps angepaßt. Die Höhe der Tagesrationen wurde so zusammengestellt, daß allen Tieren rechnerisch ein energie- und stickstoffäquivalentes Futterangebot

zur Verfügung stand und das Eiweiß (DXP) : StE-Verhältnis (1:5) über die gesamte Fütterungsperiode konstant bleiben konnte. Dennoch war es nicht möglich, bei Gruppe IV eine isoenergetische Versorgung sicherzustellen, da diese Gruppe nur mit Grünrap und Weizenstroh gefüttert wurde. Die wesentlichen Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchsrationen bestanden somit in der Herkunft des Stickstoffs. So betrug der Anteil an natürlichen Eiweißträgern in Gruppe I in Form von Sojaextraktionsschrot etwa 17 % gegenüber der Gruppe II mit 2,1 % NPN über Futterharnstoff. Gleichzeitig war es Ziel der Untersuchung, an Lämmern die Einsatzmöglichkeit von Weizenstroh-Rationen mit geringer Nährstoffdichte bei relativ hohem Anteil an NPN (Harnstoff) vergleichend zu prüfen.

Die analysierten Gehalte an TM und XP in den Einzelkomponenten der Futtermittel sind in Übersicht 2 zusammengefaßt.

Übersicht 2: Trockenmasse- und Rohproteingehalte der Futtermittel im Lämmer-Fütterungsversuch 1

Futterkomponente	TM (%)	XP in TM (%)
1. Einzelfutter		
Grünrap ¹	12,4	24,4
Stroh ²	94,2	2,1
Gerste ³	87,2	9,7
Sojaschrot ⁴	87,9	56,8
Harnstoff ⁵	99,6	287,5
Mineralfutter ⁶	97,4	-
CaSO ₄ ⁷	97,0	-
2. Futtermischungen		
Gruppe-I ⁸	85,5	16,4
Gruppe-II ⁹	86,5	15,1
Gruppe-III ¹⁰	85,0	8,5
1 Grünrap, Sorte Libraska, "00"-Qualität, Winterzwischenfrucht, Düngung 60 kg N/ha 2 Weizenstroh, gehäckselt auf ca. 3,5 cm Länge 3 Wintergerste, geschrotet 4 Sojaextraktionsschrot, tellentschälte Saat, dampferhitzt 5 Futterharnstoff, 98,5 % Harnstoff, BASF AG, Ludwigshafen 6 Mineralfutter für Schafe, vitaminisiert (Josera "Schaf-fit") Inhaltsstoffe: 6,5 % P; 15 % Ca; 9 % Na; 3 % Mg; Zusatzstoffe je kg: 600000 I.E Vit. A; 8000 I.E Vit. D3; 600 mg Vit. E; 3000 mg Zn; 1200 mg Mn; 600 mg Fe; 10 mg J; 10 mg Co; 10 mg Se 7 Calcium-Sulfat, Semihydrat, gebrannt, CaSO ₄ x 0,5 H ₂ O 8 Futtermischung I Sojaextraktionsschrot, pelletiert 9 Futtermischung II Harnstoff, pelletiert 10 Futtermischung III Gerste, pelletiert		

Zulagemischung

Für die Rohprotein-, Energie-, Mineral- und Vitaminzulagen wurden jeweils in den

Gruppen I, II und III verschiedene Kraftfuttermischungen erstellt. Wintergerste diente als zusätzliche Komponente zur energetischen Ergänzung. Alle Kraftfuttermischungen enthielten vitaminisiertes Mineralfutter für Schafe. Zur Deckung des Mineralstoffbedarfes der Gruppe IV wurde Mineralfutter in 30 g Gerste vermischt und separat gefüttert. Zur Bildung schwefelhaltiger Aminosäuren aus NPN (Harnstoff) durch die Pansenmikroorganismen wurde die Kraftfuttermischung der Gruppe II mit CaSO_4 als zusätzlicher anorganischer Schwefel ergänzt. Die Futtermischungen wurden in Chargen zu je 50 kg in der institutseigenen Anlage erstellt. Die Einzelkomponenten (Gerste, Sojaschrot) wurden zunächst in einer Hammerrmühle (Cramer Technik GmbH, Leer/Ostfriesland) bei einer Siebgröße von 3,5 mm geschrotet. Danach wurden die Einzelkomponenten für 30 Minuten in einem Präzisions-Trommelmischer gemischt und mit 1 l Wasser als Presshilfsmittel angefeuchtet. Anschließend wurden die Mischungen in einer Pelletierpresse (Typ V3/30C, Simon-Heesen BV, Niederlande) mit Stahlmatrize (Durchmesser 3 mm) pelletiert. Nach dem Pelletieren wurden die Kraftfuttermischungen im Kühlraum bei +4 °C zwischengelagert. Übersicht 3 zeigt die Zusammensetzung der Kraftfuttermischungen in Versuch 1.

Übersicht 3: Zusammensetzung der Kraftfuttermischungen in Versuch 1
(Angaben in g/kg)

Futtermittel	Versuchsgruppe		
	I	II	III
Gerste	780	924	950
Sojaschrot	170	–	–
Harnstoff	–	21	–
Mineralstoffe	50	50	50
$\text{CaSO}_4 \times 0,5 \text{ H}_2\text{O}$	–	5	–

3.1.1.4 Versuchsdurchführung

Die Lämmer wurden direkt von der Weide angekauft und waren deshalb nur allmählich an die Versuchsbedingungen der Verabreichung von Weizenstroh anzupassen. Am Anfang des Versuches wurden daher gehäckseltes Weizenstroh und Heu gemischt und innerhalb von 15 Tagen wurde der Heuanteil kontinuierlich reduziert. Trotzdem zeigten alle Gruppen während des Versuches ständig Rückwaagen an Weizenstroh. Die Futtervorlage erfolgte zweimal täglich restriktiv jeweils um 8.00 Uhr und 16.00 Uhr, um Futterverluste zu vermeiden. Grünraps, Stroh und Kraftfuttermischungen wurden in separaten Eimern angeboten. Der Grünraps wurde täglich frisch vom Feld geholt, und der Trockenmassegehalt

wurde unmittelbar nach dem Abholen untersucht. Die Gewichtskontrolle der Lämmer erfolgte in wöchentlichen Abständen jeweils morgens vor der Fütterung. Blut wurde in 24tägigen Abständen (0., 24., 48., 72. Versuchstag) jeweils morgens um 8.00 Uhr nach einer vorhergehenden Nüchternungszeit von 16 Stunden aus der Vena jugularis entnommen. Pansensaftentnahme erfolgte einmalig 2,5 h nach der Fütterung mit Hilfe einer Schlund-Sonde. Während der 75tägigen Fütterungsperiode wurden aliquote Anteile von Grünraps und Weizenstroh gesammelt, um die verdaulichen Nährstoffe der entsprechenden Futtermittel zu ermitteln.

3.1.2 Endmastversuch mit Rapsextraktionsschrot

3.1.2.1 Versuchsplan und Versuchsdurchführung

Die Verfütterung des frischen Grünrapsses konnte naturgemäß nur in der dafür vorgesehenen jahreszeitlichen Periode als Zwischenfrucht von Oktober bis Ende Dezember durchgeführt werden. Am Ende der restriktiven Fütterung waren die Lämmer wegen begrenzter Tageszunahmen noch nicht schlachtreif. Aus diesem Grund sollten die Lämmer mit definierten Kraftfuttermischungen in Form der Intensivmast auf etwa 40 kg Lebendgewicht weiter gemästet werden, da eine Schlachtkörperbewertung nach Standard-Intensivmast-Verfahren und der Handelsklassenverordnung in der Regel bei ca. 40-42 kg Lebendmasse durchgeführt wird. Der Versuchsplan ist in Übersicht 4 dargestellt.

Übersicht 4: Versuchsplan zur Endmast von Lämmern mit unterschiedlichen Kraftfuttermischungen

Kriterien	Versuchsgruppe			
	I	II	III	IV
Grundfutter	Heu	Heu	Heu	Heu
Zulage	Sojaschrot + Gerste	Harnstoff + Gerste	Rapsschrot (behandelt) + Gerste	Rapsschrot (unbehandelt) + Gerste
Haltung	in Gruppe	in Gruppe	in Gruppe	in Gruppe
Tierzahl	5	5	5	5
Mastdauer	33 Tage	33 Tage	37 Tage	35 Tage
Untersuchte Parameter	: Mastleistung, Schlachtkörper, Pansenphysiologie			

Die Lämmer wurden nach 4-5 Wochen Intensivmast zu drei Terminen bei nahezu einheitlichen Endgewichten (40 kg) geschlachtet und die Schlachtkörper nach der Handelsklassenverordnung bewertet. Wegen zunehmenden Interesses an 00-Rapsextraktionsschrot in der Türkei bot sich für diesen Mastzeitraum die Frage der Überprüfung der Futterqualität von 00-Rapsextraktionsschrot für Lämmer an.

Da die mittleren Gewichte der entsprechenden Tiere am Ende des Grünrapsversuches vergleichsweise niedrig waren, wurden für diesen Endmastversuch die beiden vorherigen Grünrapsgruppen (III und IV) nach 5tägiger Adaptationszeit an die neue Fütterung auf 2 neue gewichtsgleiche Gruppen zu je 5 Lämmern aufgeteilt. Die Gruppen I und II blieben unverändert. In den Versuchsbuchten befanden sich fest installierte Steingut-Tröge zur Futtervorlage (Gruppen-Fütterung). Die Fütterung der Tiere erfolgte zweimal täglich in einem kontrollierten ad lib. Angebot. Die Rationsgestaltung in der Endmast wurde so berechnet, daß tägliche Zunahmen von etwa 300-350 g erreicht werden konnten. Zur pansenphysiologischen Überprüfung der Fütterung von Rapsextraktionsschrot wurden 1,5 h nach der Fütterung Pansensaftentnahmen durchgeführt.

3.1.2.2 Futtermittel und Futtermischungen

Die in der Endmast verwendeten Futtermittel sowie ihre TM- und XP-Gehalte sind in Übersicht 5 beschrieben.

Wie aus Übersicht 5 und 6 hervorgeht, wurde zur Rohproteinergänzung alternativ mit Formaldehyd behandeltes Rapsextraktionsschrot ("00"-Qualität) (Gruppe III) bzw. unbehandeltes Rapsextraktionsschrot ("00"-Qualität) (Gruppe IV) im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot und Harnstoff verwendet. Zur energetischen Ergänzung wurde wie in Versuch 1 Wintergerste eingesetzt. Alle Futtermischungen enthielten vitaminisiertes Mineralfutter für Schafe. Zusätzlich zu den Kraftfuttermischungen wurde aus physiologischen Gründen eine geringe Heumenge von täglich etwa 125 g verabreicht. Die Mischungen wurden zu Pellets von 3 mm Durchmesser (siehe Kapitel 3.1.1.3) gepreßt.

Übersicht 5: Trockenmasse- und Rohproteingehalte der Futtermittel im Endmastversuch

Futtermittel	TM (%)	XP in TM (%)
1. Einzelfuttermittel:		
Rapsschrot ¹	87,8	37,6
Rapsschrot ²	89,3	37,8
Sojaschrot ³	87,9	56,8
Gerste ⁴	87,2	9,7
Heu ⁵	89,7	7,9
Harnstoff ⁶	99,6	287,5
Mineralstoff ⁷	97,0	-
CaSO ₄ ⁸	97,4	-
2. Futtermischungen:		
Gruppe I ⁹	86,6	16,6
Gruppe II ¹⁰	86,7	16,8
Gruppe III ¹¹	86,7	16,9
Gruppe IV ¹²	86,7	16,9

1	Rapsextraktionsschrot "00" Qualität, mit Formaldehyd behandelt, Wulfa-Mast GmbH, Dinklage
2	Rapsextraktionsschrot "00" Qualität, unbehandelt, Wulfa-Mast GmbH
3	Sojaextraktionsschrot, tellentschält, dampferhitzt
4	Wintergerste, geschrotet
5	Heu, gehäckselt
6	Harnstoff, 98,5 % Harnstoff, BASF AG, Ludwigshafen
7	Mineralfutter für Schafe, vitaminisiert (Josera Schaf-fit), Inhaltsstoffe siehe Übersicht 2
8	Calcium-Sulfat, Semihydrat, gebrannt, CaSO ₄ x 0,5 H ₂ O
9	Futtermischung I Sojaextraktionsschrot-pelletiert
10	Futtermischung II Harnstoff-pelletiert
11	Futtermischung III Rapsextraktionsschrot (behandelt)-pelletiert
12	Futtermischung IV Rapsextraktionsschrot (unbehandelt)-pelletiert

Übersicht 6: Die Zusammensetzung der Futtermischungen im Endmastversuch (Angaben in g/kg)

Futtermittel	Versuchsgruppe			
	I	II	III	IV
Gerste	780	922	650	650
Sojaschrot	170	-	-	-
Harnstoff	-	23	-	-
Rapsschrot (behandelt)	-	-	300	-
Rapsschrot (unbehandelt)	-	-	-	300
Mineralstoffe	50	50	50	50
CaSO ₄ x 0,5 H ₂ O	-	5	-	-

3.1.3 Lämmer-Fütterungsversuch 2

3.1.3.1 Herkunft und Haltung der Tiere

Beim Versuch 2 wurden aus Beschaffungsgründen je 9 unkastrierte männliche und 9 weibliche Lämmer der Rasse Schwarzköpfiges Fleischschaf herangezogen, welche aus einer Herde direkt von der Weide angekauft wurden. Beim Ankauf waren die Lämmer 11-12 Wochen alt und in der Lage, Rauh- und Kraftfutter zu verwerten. Das durchschnittliche Lebendgewicht der Tiere lag zu diesem Zeitpunkt zwischen 17,5 und 24,2 kg. Die Haltung der Lämmer erfolgte wiederum in den in Versuch 1 (Kapitel 3.1.1.1) beschriebenen Einzelkäfigen.

3.1.3.2 Versuchsplan

In diesem Fütterungsversuch sollte die Verwertung solcher Futtermenge (Perserklee und Deutsches Weidelgras) als Eiweißquelle untersucht werden, die auch in semi-ariden Klimaten der Türkei als Winterzwischenfrucht geeignet sind (MARQUARD, 1991). Als Vergleichs-Eiweißquellen wurden Soja- bzw. Rapsextraktionsschrot (formaldehydbehandelt) herangezogen.

Übersicht 7: Versuchsplan zum Wachstumsversuch mit Klee gras im Lämmer-Fütterungsversuch 2

Kriterien	Versuchsgruppe		
	I	II	III
Grundfutter	Heu -	Heu -	Heu + Klee gras
Zulage	Sojaschrot + Gerste+Kleie	Rapsschrot + Gerste+Kleie	- Gerste
Fütterung	restriktiv isonitrogen isoenergetisch	restriktiv isonitrogen isoenergetisch	restriktiv isonitrogen isoenergetisch
Haltung	einzel	einzel	einzel
Tierzahl	3 + 3	3 + 3	3 + 3
Versuchsdauer	60 Tage	60 Tage	60 Tage
Untersuchte Parameter	: Mastleistung, Schlachtkörperbewertung, Blut- und Pansenphysiologie		

Zu Beginn des Versuches wurden die Lämmer nach 4tägiger Quarantäne- und Adaptationszeit an das Versuchsfutter auf 3 gewichtsgleiche Gruppen zu je 6 Tieren in die Käfige verteilt. Pro Gruppe wurden 3 männliche und 3 weibliche Lämmer zugeteilt. Die Versuchsgestaltung ist in Übersicht 7 angegeben.

3.1.3.3 Gestaltung der Futterrationen

Die Ansaat des Klee gras-Gemenges als Winterzwischenfrucht bestand aus 15 kg/ha (43 %) Perserklee (*Trifolium resupinatum* L.) und 20 kg/ha (57 %) Deutschem Weidelgras (*Lolium perenne* L.). Das Futtergemenge wurde auf dem Versuchsfeld "Krofdorfer Feld" des Instituts für Pflanzenbau der Justus-Liebig-Universität nach der Getreideernte im August ausgesät und war im Oktober erntefähig. Das Futtergemenge wurde täglich frisch vom Feld geholt und gehäckselt verfüttert.

Übersicht 8: Trockenmasse- und Rohproteingehalte der Futtermittel im Lämmer-Fütterungsversuch 2

Versuchsfutter	TM (%)	XP in TM (%)
1. Einzelfutter:		
Klee gras-Gemenge ¹	14,3	22,0
Heu ²	90,7	11,8
Gerste ³	88,6	11,3
Sojaschrot ⁴	87,2	56,2
Rapsschrot ⁵	86,5	38,2
Weizenkleie ⁶	90,9	16,5
Mineralfutter ⁷	97,0	-
2. Futtermischungen:		
Gruppe-I ⁸	84,9	16,8
Gruppe-II ⁹	85,0	16,7
Gruppe-III ¹⁰	85,1	8,8
1 Klee gras-Gemenge, Aussaat 15 kg/ha Perserklee + 20 kg/ha Deutsches Weidelgras, Winterzwischenfrucht, Düngung 40 kg N/ha		
2 Heu, gehäckselt auf ca. 3 cm Länge		
3 Wintergerste, geschrotet		
4 Sojaextraktionsschrot, teilentschält, dampferhitzt		
5 Rapsextraktionsschrot, mit Formaldehyd behandelt, Wulfa-Mast GmbH, Dinklage		
6 Weizenkleie, Ludwig Amend Mühle KG, Lahnau		
7 Mineralfutter für Schafe, vitaminisiert (Josera "Schaf-fit"), Inhaltsstoffe siehe Übersicht 2		
8 Futtermischung I Sojaextraktionsschrot-pelletiert		
9 Futtermischung II Rapsextraktionsschrot (formaldehydbehandelt)-pelletiert		
10 Futtermischung III Gerste-pelletiert		

Als Vergleichsgruppen wurden wiederum alternativ Sojaextraktionsschrot oder Rapsextraktionsschrot (formaldehydbehandelt) in den isonitrogen und isoenergetisch ausgerichteten Rationen auf Getreidebasis eingesetzt. Gerste und

Weizenkleie dienen traditionell in semi-ariden Klimaten der Türkei als zusätzliche Komponente zur energetischen Ergänzung. Im Versuch wurden 200 g (Gruppe I und II) bzw. 50 g (Gruppe III) gehäckselltes Heu pro Tier und Tag angeboten. Alle Futtermischungen wurden mit vitaminisiertem Mineralfutter für Schafe ergänzt. Die Kraftfuttermischung für Gruppe III wurde zur Energie- und Mineralstoff-Ergänzung nur aus Gerste und Mineralstoffmischung erstellt. Die verwendeten Futtermittel sowie deren TM- und XP-Gehalte sind in Übersicht 8 dargestellt. Im vorliegenden Versuch wurde die Futterzuteilung so berechnet, daß die Lämmer eine Tageszunahme von etwa 200 bis 250 g erreichen sollten. Die Kraftfuttermischungen (Übersicht 9) wurden in Pellets von 3 mm Durchmesser (s. Kapitel 3.1.1.3) gepreßt. Über den gesamten Versuchszeitraum erhielten die Lämmer isoenergetisch und isonitrogen ausgerichtete Futterangebote.

Übersicht 9: Zusammensetzung der Kraftfuttermischungen im Lämmer-Fütterungsversuch 2 (Angaben in g/kg)

Futtermittel	Versuchsgruppe		
	I	II	III
Gerste	750	660	950
Sojaschrot	160	-	-
Rapsschrot	-	250	-
Weizenkleie	50	50	-
Mineralstoffe	40	40	50

3.1.3.4 Versuchsdurchführung

Die Versuchsdauer umfaßte wiederum die Spanne des möglichen Nutzungszeitraumes der angebotenen Zwischenfrucht von Oktober bis Ende Dezember. Während der 60tägigen Fütterungsperiode wurden wiederum aliquote Anteile von frischem Klee gras-Gemenge für eine spätere Verdauungsprüfung sowie für die Analysen gesammelt und eingefroren. Die Fütterung der Lämmer erfolgte zweimal täglich jeweils um 8.00 und 16.00 Uhr. Hierfür wurden Pellets, Heu und frisches Futtergemenge in separaten Eimern angeboten. Die Gewichtskontrolle der Tiere wurde in wöchentlichen Abständen jeweils morgens nüchtern durchgeführt. Blutentnahmen erfolgten in 20tägigen Abständen (0., 20., 40. und 60. Versuchstag) jeweils morgens um 8.00 Uhr nach einer 16stündigen Nüchternungszeit aus der Vena jugularis. Pansensaft wurde einmal vor der Fütterung und 2,5 h nach der Fütterung via Schlundsonde entnommen. Am Ende des natürlich vorgegebenen Fütterungszeitraumes von 60 Tagen war ein einziger Schlachttermin nicht möglich, so daß zwei Termine festgelegt wurden. Am ersten Schlachttermin wurden alle Tiere der Gruppe III (Klee gras) geschlachtet. Eine

längere Fütterung war aufgrund des Verderbs des frischen Klee gras-Gemenges auf dem Feld nicht möglich. Daneben wurden zum Vergleich 3 Tiere der Gruppe I (Sojaschrot) und 3 Tiere der Gruppe II (Rapsschrot) geschlachtet, die ein Lebendgewicht zwischen 32-34 kg erreicht hatten. Die restlichen Tiere der beiden Gruppen wurden noch 21 Tage weitergemästet, um eine vergleichende Schlachtkörperbewertung bei für Lämmermast üblichen Endgewichten von ca. 40 kg durchzuführen.

3.1.4 Verdaulichkeitsprüfungen der Versuchsfuttermittel

3.1.4.1 Fragestellung und Versuchsplan

Nach Abschluß der jeweiligen Fütterungsversuche wurden Differenzversuche an Schafen zur Erfassung der Nährstoffverdaulichkeit des gesammelten und eingefrorenen aliquoten Anteils des Grünrapses und Klee gras-Gemenges sowie des Weizenstrohs und der Gerste durchgeführt. Der hierzu verwendete Versuchsplan ist in Übersicht 10 dargestellt.

Übersicht 10: Versuchsplan und Futterzuteilung in den Verdauungsversuchen

Futtermittel	Tierzahl	Tagesration (g TM/Tier)	Sammelperiode (Tage)
1. Grünraps			
Grünraps + Heu	3	1064	10
Heu	3	1075	10
Mineralfutter		20	
2. Klee gras			
Klee gras + Heu	3	963	10
Heu	3	999	10
Mineralfutter		20	
3. Weizenstroh und Gerste			
Gerste + Heu	3	1058	10
W. Stroh + Gerste	3	1069	10
Mineralfutter		20	

3.1.4.2 Versuchstiere und Haltung

Für die Verdauungsversuche standen 6 ein- bzw. zweijährige kastrierte männliche Tiere (Hammel) der Kreuzung Merinolandschaf x Schwarzköpfiges Fleischschaf zur Verfügung. Die mittleren Lebendgewichte der Tiere im Rapsverdauungsversuch lagen zu Beginn der Sammelperiode zwischen 40 und 47 kg und bei der Prüfung

von Klee grasgemenge zwischen 55 und 64 kg. Im Weizenstroh- und Gerste-Verdauungsversuch betrug das Lebendgewicht der Tiere zwischen 42 und 52 kg. Die Haltung erfolgte einzeln in Stoffwechselkäfigen. Die Tiere wurden mit Hilfe einer Kette fixiert und so daran gehindert, sich in den nach oben offenen Boxen zu drehen. Die Verwendung von perforierten Auftrittsf lächen und trichterförmigen Harnleitblechen ermöglichte die quantitative Sammlung des Harnes. Der Kot wurde in einem unter den Tieren befindlichen Sammelkasten aufgefangen.

3.1.4.3 Durchführung der Verdauungsversuche

Die Durchführung der Verdauungsversuche erfolgte in Anlehnung an die methodischen Richtlinien von SCHIEMANN (1981) und dem Ausschuß für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE, 1991). Nach den Empfehlungen der GfE (1991) soll die Energiezufuhr zum Zweck der Vergleichbarkeit bei routinemäßigen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Energiebewertung im Bereich des 1,2- bis 1,5fachen des Erhaltungsbedarfes und der Rohproteingehalt in der Ration nicht unter 12 % der Trockenmasse liegen. Dies wurde mit der eigenen Futterzusammensetzung weitgehend eingehalten. Jeder Versuch bestand nach der jeweiligen Umstellungsperiode von 3 Tagen aus einer 10tägigen Vorperiode und einer 10tägigen Sammelperiode. Eine längere Ausdehnung der Verdauungsversuche war aufgrund der begrenzten Menge an eingefrorenem Grünraps bzw. Klee grasgemenge nicht möglich. Vor Beginn der jeweiligen Vorperiode wurden die Tiere mit einem intramuskulären Anthelminthikum (Citarin-L, 2,5 %, Bayer) behandelt. Die Fütterung der Tiere erfolgte täglich um 8.00 Uhr morgens und um 16.00 Uhr nachmittags mit je einer halben Tagesration. Während der Vor- und Sammelperiode wurde für jedes einzelne Tier sichergestellt, daß die gesamte Tagesration ohne Rest gefressen wurde. Frisches Wasser stand den Tieren in separaten Gefäßen ad lib. zur Verfügung. Kot und Harn wurden täglich zweimal gesammelt und bei -25 °C tiefgefroren. Am Ende jeder Vorperiode wurde einmal vor und 2,5 h nach der Fütterung Blut aus der Vena jugularis sowie Pansensaft via Schlundsonde entnommen.

3.2 Gewinnung und Aufbereitung des Analysenmaterials

3.2.1 Futter

Von jeder frischen Charge des Grünrapses bzw. Klee gras-Gemenges wurden unmittelbar nach der Ernte mehrere Proben gezogen und eine Mischprobe in

Gefrierdosen bei -25°C bis zur Analyse tiefgefroren. Während der Fütterungsversuche wurden frische aliquote Futterproben für die späteren Verdauungsversuche und Analysen gesammelt und in luftdichten Beuteln bei -25°C tiefgefroren. Nach dem Pelletieren der Kraftfuttermischungen wurden ebenfalls aliquote Anteile für die spätere Analyse gesammelt. Am Ende der Fütterungsversuche wurde für jedes Kraftfuttergemisch eine gepoolte Gesamtprobe erstellt, in einer Mühle (1 mm Sieb, Zentrifugalmühle Cyclotec 1093 Sample Mill, Tecator AB, Schweden) gemahlen und bis zur späteren Analyse eingefroren. Etwaige Futterreste wurden jeweils täglich vor der morgendlichen Fütterung eingesammelt und bis zur späteren Analyse eingefroren. Im Versuch 1 wurden die Weizenstrohrückwaagen für jedes einzelne Tier mit der Zentrifugalmühle gemahlen und dann zu je einer Sammelprobe vermischt. Für die Probenaufbereitung zur Nitratbestimmung im Grünraps bzw. Futtergemenge wurden die gefrorenen Proben aufgetaut, in einer Mühle zerkleinert und homogenisiert. Zur Bestimmung der Glucosinolate im Grünraps wurden die Proben ohne Zerkleinerung der Blätter und Stengel im belüfteten Trockenschrank bei 60°C getrocknet (ZOBELT, 1990). Anschließend wurden sie zur Glucosinolatanalyse mittels HPLC (MARQUARD, 1985) eingesetzt.

3.2.2 Blutplasma

Die Blutentnahme erfolgte bei allen Versuchen jeweils morgens um 8.00 Uhr nach einer vorhergehenden Nüchternungszeit von ca. 16 Stunden. Die Blutentnahme war jeweils innerhalb einer Stunde abgeschlossen, so daß tageszeitlich bedingte Einflüsse auf die Blutparameter zu vermeiden waren. Die Blutentnahme wurde bei allen Terminen von derselben Person durchgeführt, um systematische Fehler niedrig zu halten. Die Entnahme erfolgte aus der Vena jugularis mit Hilfe steriler Einmalkanülen (Größe 1,2 X 40) direkt in heparinisierte 10-ml-Zentrifugenröhrchen. Das Blut wurde in einem Kühlbehälter mit Eis ins Labor gebracht und sofort in einer Kühlzentrifuge (Varifuge RF, Fa. Heraeus, Osterode) 15 Minuten bei $+4^{\circ}\text{C}$ und 3000 U/min zentrifugiert. Anschließend wurde das Blutplasma in 2-ml-Kunststoff-Reaktionsgefäße (Fa. Eppendorf, Hamburg) abpipettiert und sofort bei -35°C bis zur Analyse tiefgefroren.

3.2.3 Pansensaft

Die Pansensaftentnahme erfolgte einmal 2,5 h postprandial im Versuch 1 und 1,5 h postprandial im Endmastversuch. Dagegen wurde im Versuch 2 Pansensaft vor und 2,5 h nach der Fütterung entnommen. Die Pansensaftentnahme war jeweils

innerhalb einer Stunde abgeschlossen, so daß tageszeitlich bedingte Einflüsse auf die Pansenparameter zu vermeiden waren. Wegen der Belastung der Lämmer wurden mehrere Wiederholungen mit der Schlundsonde vermieden. Die Sonde wurde in Zusammenarbeit mit GEISHAUSER im Institut für Tierernährung angefertigt. Sie besteht aus einem Sondenkopf, einer Zugfederspirale und einem darin verlaufenden Saugschlauch. Über einen Schnellverschluß wird die Sonde an eine Saug-Druck-Pumpe angeschlossen (GEISHAUSER, 1990). Der damit entnommene Pansensaft wurde in einem Kühlbehälter ins Labor gebracht und unmittelbar bei 7000 U/min 10 Minuten lang zentrifugiert (Zentrifuge RC5C, Servall Instruments, Bad Homburg). Der Überstand wurde in eine 50-ml-Plastikflasche mit Verschluß abpipettiert.

3.2.4 Kot und Harn

Während der Sammelperiode der Verdauungsversuche wurde der Kot zweimal täglich gesammelt und 20 % der Gesamtmenge bei -25°C eingefroren. Nach Beendigung jeder Sammelperiode wurde die gesamte Kotmenge gewogen und im noch gefrorenen Zustand in einem Edelstahlcutter (Typ SM 45, Krämer & Grebe GmbH u. Co. KG, Biedenkopf-Wallau) homogenisiert. Anschließend wurde ein aliquoter Teil des Homogenats in handelsüblichen Plastikgefrierdosen bis zur weiteren Analyse bei -25°C eingefroren. Der abgesetzte Harn wurde zur Vermeidung von Stickstoffverlusten in einer Vorlage aus 50 ml einer 20%igen Schwefelsäure aufgefangen, die tägliche Menge gewogen und jeweils 10 % der Gesamtmenge durch medizinische Watte in Kunststoffflaschen filtriert und bei -25°C eingefroren. Auch die Harnproben wurden am Ende des Versuches gepoolt und bis zur Analyse in Plastikflaschen mit luftdichten Schraubverschlüssen eingefroren.

3.2.5 Schlachtkörperbewertung

Bei einem Mastendgewicht von etwa 40 kg wurden die Tiere nach 16stündiger Nüchternung geschlachtet. Danach wurde die Bauchdecke mit Längsschnitt geöffnet und die Organe entnommen. Anschließend wurde das Gewicht der warmen Schlachtkörper festgestellt. Dieser Wert, im Vergleich zum Lebendgewicht, ergibt die Ausschachtung in Prozent. Im Gemengeversuch wurde zusätzlich die Koteletfläche (*Musculus longissimus dorsi*) zwischen der 12. und 13. Rippe und das Nierenfett ermittelt. Zur Messung der Koteletfläche wurde die Anschnittfläche mit aufgelegtem Transparentpapier nachgezeichnet und dann planimetrisch ausgewertet. Weiterhin fand eine subjektive Beurteilung der Schlachtkörperqualität

nach den Kriterien der DLG-Mastleistungsprüfung für Lämmer statt (KROGMAIER, 1989). Dazu wurden die Ausbildung von Keule, Rücken-Lende, Hals und Fettabdeckung sowie das Nierenfett nach einer Punkteskala (Übersicht 11) bewertet.

Übersicht 11: Schlachtkörperbewertung von Lämmern nach dem Punktesystem (max. 50 Punkte)

Merkmal	Punkte	Multiplikationsfaktor
Ausbildung Keule	1 - 5	3
Ausbildung Rücken, Lende	1 - 5	3
Ausbildung Hals	1 - 5	2
Fettabdeckung	1 - 5	1
Nierenfett	1 - 5	1

Zusätzlich wurde die amtliche Handelsklassenbewertung für Milchlammfleisch (VO über gesetzliche Handelsklassen für Schaffleisch iF. v. 18.12.1986, BGBl I, S. 2624) herangezogen. Die Schlachtkörper wurden hierbei entsprechend der Ausbildung der wertbestimmenden Körperpartien in Handelsklassen eingeordnet (E = beste Ausprägung; I = gute Ausprägung; II = mittlere Ausprägung und III = nicht den Anforderungen von E, I und II entsprechend). Innerhalb der Handelsklassen E bis III erfolgte eine zusätzliche Einstufung entsprechend dem Fettansatz in g = gering, m = mittel und s = stark (WASSMUTH, 1983; SCHLOLAUT und WACHENDÖRFER, 1992). Um die Handelsklassenbewertung mit einer Punktzahl zu versehen und mit dem Punktesystem vergleichen zu können, wurde die Klasse E mit der Zahl 0,5, I mit 1, II mit 2, III mit 3 berechnet und so zur Mittelwertbildung herangezogen.

3.3 Analytische Methoden

3.3.1 Bestimmung der Rohnährstoffe und Gerüstsubstanzen

Die Ermittlung der Trockenmasse in Futter und Kot sowie der Gehalte an Rohasche (XA), Rohfett (XL) und Rohfaser (XF) erfolgte mit Hilfe der Weender Analyse nach den VDLUFA-Methoden (NAUMANN und BASSLER, 1988). Für die Rohfettextraktion wurde anstelle von Diäthylether das Lösungsmittel Dichlormethan eingesetzt. Die Stickstoffanalyse in Futter, Kot und Harn wurde nach der Kjeldahl-Methode mit einem Kjeld-Foss-Automaten (Kjeld-Foss-Automatik 16210, A/S N. Foss Elektrik, Dänemark) durchgeführt. In den Futtergemenge- und Grünrapsproben

wurde auch die salzsäureunlösliche Asche (HCLuA) nach der amtlichen Methode A (VDLUFA-Methode) bestimmt, um den Verschmutzungsgrad der Futterproben zu ermitteln. ADF, NDF, Cellulose, Hemicellulose und Lignin wurden zur Differenzierung der Gerüstsubstanzen im Futter und Kot zusätzlich mittels Detergentienanalyse (GOERING UND VAN SOEST, 1970; NAUMANN & BASSLER, 1988) untersucht.

3.3.2 Nitratbestimmung in Futter und Blutplasma

Die Nitratbestimmung im Grünraps erfolgte sowohl mittels HPLC als auch nach der Xylenol-Methode (BALKS und REEKERS, 1960). Im Futtergemenge wurde die Nitratbestimmung nur mittels HPLC durchgeführt. Hierfür wurden ca. 5 g frische Probe in einem 250-ml-Meßkolben mit 100 ml Kupfersulfatlösung (1 %) 30 Minuten geschüttelt (Schüttelmaschine GFL-3015, Burgwedel). Die Filtration erfolgte bei schwachem Unterdruck durch ein Röhrchen, das eine 10 cm hohe Schicht Aluminiumoxyd (nitratfrei) enthält. Dieses Filtrat wurde zur Bestimmung des Nitrates nach der Xylenol-Methode bzw. mittels HPLC eingesetzt. Zur Nitratbestimmung im Plasma mittels HPLC wurden die Proben zunächst aufgetaut und homogenisiert. Danach wurde 200 µl Plasma mit 400 µl reinem Methanol und 400 µl bidest. Wasser gemischt. Das Zentrifugieren erfolgte bei 3000 U/min 10 Minuten. Das Zentrifugat wurde anschließend durch ein Membranfilter (0,2 µm) filtriert. Das Filtrat wurde zur Bestimmung des Nitrates in Zentrifugenröhrchen abpipettiert. Die technische Ausstattung der HPLC ist in Übersicht 12 dargestellt.

Übersicht 12: HPLC-Bedingungen bei der Nitratanalyse

Geräte	: HPLC-Gradienten-Pumpe Merck, L6200A Probengeber, Merck AS 4000 UV-VIS Detektor, Merck L4250 DAD-Detektor, Merck 4500
HPLC-Bedingungen	:
Detektion	: 214 nm
Vorsäule	: Lichrospher 100 RP-8e, 5 µm, 4 nm
Trennsäule	: Lichrospher 100 RP-15, 5 µm, 25 cm
Fließrate	: 0,7 ml/min
Druck	: 100 bar
Einspritzvolumen	: 20 µl
Meßbereich	: 0,1 - 0,5 mg/100 ml
Retentionszeit	: 9,9 min
Peakabsicherung	: Diodenarray-Detektion Scan zwischen 200-250 nm
Eluent	: Pic A (Waters Nr.84189) 0,0025 M (pH 6) Acetonitril (90/10, v/v) Pic A = Tetrabutylammoniumphosphat

3.3.3 Glucosinolatbestimmung

Die Bestimmung der Glucosinolate im Grünraps erfolgte mittels HPLC im Institut für Pflanzenbau der Justus-Liebig-Universität-Giessen (MARQUARD, 1985; MARQUARD und SCHLESINGER, 1985). Hierfür wurden getrocknete Proben eingesetzt. Die HPLC-Bedingungen der Glucosinolatanalyse sind in Übersicht 13 dargestellt.

Übersicht 13: HPLC-Bedingungen bei der Glucosinolatanalyse

Säule	: ET 2001/8/4 Nuc. 5 C18
Gradient	: Wasser : Acetonitril
Equilibrierung	: 99 : 1
In 19 min auf	: 80 : 20
3 min	: Konstant
In 3 min auf	: 99 : 1
Flußrate	: 1,5 ml/min
Detektion	: UV, 229 nm

3.3.4 Bruttoenergiebestimmung

Die Energiebestimmung in Futter und Kot erfolgte in einem adiabatischen und computergesteuerten Bombenkalorimeter (IKA-Kalorimeter, Typ 400, Janke & Kunkel KG, IKA-Werk, Staufen/Breisgau und Computer Epson HX-20, IKA-Labortechnik) nach der bei ROTH und BECKER (1956) beschriebenen Methodik. Es wurden zunächst luftgetrocknete Proben mit Hilfe einer Pastillenpresse (Fa. Janke & Kunkel) zu kleinen Pellets gepreßt. Die pillenförmigen Proben wurden dann in einem Verbrennungstütchen (C-12 PE, 40 X 35 mm, IKA-Analysentechnik, Heitersheim) mit einem Zünddraht (11 cm) an den Elektroden der Bombe befestigt und anschließend in einem Quarztiegel des Kalorimeters entzündet. Aus der Temperaturdifferenz wurde der Brennwert der Probe mit Hilfe des Computers als Kalorie bzw. Joule berechnet.

3.3.5 Mineralstoffbestimmung

Zur Veraschung der getrockneten Grünraps- und Futtergemenge-Proben wurden die hierfür verwendeten Quarztiegel zunächst in 20%iger Salpetersäure ausgekocht und bei 700 °C im Muffelofen vorgeglüht. Die Herstellung der Aschelösungen aus den Futterpflanzen erfolgte nach der Trocken-Veraschungs-Methode. Etwa 3 g Futterprobe wurden dazu in die Quarztiegel eingewogen. Die

Veraschungstemperatur im Muffelofen von anfänglich 250 °C wurde in Schritten von 50 °C über einen Zeitraum von 3 Stunden auf 450 °C erhöht. Die Dauer der Veraschung betrug 18 Stunden. Nach dem Veraschen wurden die Proben zurückgewogen und 10 ml 3N HCl (suprapur) zugesetzt. Anschließend wurden die Proben für 10 min auf einem 100 °C heißen Wasserbad erhitzt und über aschefreie Rundfilter in einen 100-ml-Meßkolben filtriert. Die Bestimmung des Phosphorgehaltes aus der Aschelösung erfolgte nach der kolorimetrischen Methode (NAUMANN und BASSLER, 1988). Die Gehalte der anderen Mineralstoffe (Ca, Mg, Na, K, Zn, Fe, Cu, Mn) wurden mit einem Atomabsorptionsspektrophotometer (Philipps, PU 9400 X) bestimmt.

3.3.6 Blutuntersuchungen

3.3.6.1 Harnstoff und Gesamteiweiß

Der Harnstoffgehalt im Plasma wurde mit einem Testsatz nach der Urease/Berthelot-Reaktion (Test-Kombination Harnstoff, Best.-Nr. 124770, Boehringer) ermittelt. Die Bestimmung des Gesamt-Eiweißes im Plasma erfolgte nach der Biuret-Methode (Test-Kombination, Best.-Nr. 124281, Boehringer). Hierbei bildet Eiweiß im Plasma mit Kupfer-Ionen in alkalischer Lösung einen Farb-Komplex. Die Extinktionen wurden mittels Spektralphotometer (PYE UNICAM SP6-550 UV/VIS, Philipps) bei einer Wellenlänge von 546 nm erfaßt.

3.3.6.2 Glucose

Die Glucosebestimmung in Blutplasma erfolgte mit einem Testsatz nach der Glucose-Oxidase-Methode (GOD-PAP-Methode) (Merckotest, Best.-Nr. 14365). Die Extinktion der Probe wurde bei 546 nm mit einem Spektralphotometer gemessen.

3.3.6.3 Gesamtlipide und Triglyceride

Die Gesamtlipid-Bestimmung im Plasma wurde ebenfalls mit einer Test-Kombination (Merckotest, Best.-Nr. 3321) durchgeführt. Hierfür wurde das Plasma ohne vorherige Enteiweißung mit konzentrierter Schwefelsäure erhitzt und anschließend mit Phosphorsäure-Vanillin-Reagenz umgesetzt. Die Plasma-Lipide bilden bei dieser Sulfaphosphovanillin-Reaktion einen rosa Farbstoff. Für die Bestimmung der Triglyceride im Plasma stand eine vollenzymatische GPO-PAP-

Methode zur Verfügung (Merckotest, Best.-Nr. 14354). Mit Hilfe spezieller Lipasen werden Triglyceride enzymatisch zu Glycerin und freien Fettsäuren hydrolysiert. Das Glycerin wird weiter umgesetzt. Die Extinktion wurde photometrisch bei 546 nm Wellenlänge gemessen.

3.3.7 Pansensaftuntersuchungen

3.3.7.1 pH-Wert und Ammoniakkonzentration

Die pH-Wert-Bestimmung des Pansensaftes wurde sofort nach der Entnahme mit Hilfe eines Digital-Meßgerätes mit Glaselektrode (WTW, Wissenschaftlich-Technische Werkstätten, Weilheim) durchgeführt. Zur Bestimmung des Ammoniakgehaltes im Pansensaft dienten 2-3 ml des erhaltenen Zentrifugats unmittelbar nach der Entnahme. Die Bestimmung erfolgte über ein Mikrodiffusionsverfahren (VOIGT und STEGER, 1967). Mit diesem Verfahren wurden flüchtige N-Verbindungen erfaßt und als Ammoniak bestimmt.

3.3.7.2 Konzentration flüchtiger Fettsäuren

Zur Bestimmung der flüchtigen Fettsäuren im Pansensaft mittels Gaschromatographie (GC) wurden die Proben unmittelbar nach dem Zentrifugieren mit einem internen Standard gemischt (STANIEL und DAVIES, 1981). Übersicht 14 zeigt die GC-Arbeitsbedingungen.

Übersicht 14: GC-Bedingungen zur Analyse flüchtiger Fettsäuren

Geräte	: GC, Fa Carlo Erba, Chrompack, cp 9000
Detektion	: FID (Flammenionisationsdetektor)
Trennsäule	: Kapillarsäule PERMABOND FFAP-DF-0,25 10 m X 0,32 mm ID Hersteller: Macherey- Nagel, Düren, Art.-Nr. 723340
Trärgase	: H ₂
Trägergasstrom	: 2,8 ml/min/Vordruck: 15 kPa
Brenngase	: H ₂ : 60 kPa= 25 ml/min synth. Luft: 50 kPa= 150 ml/min
Injektionsvolumen	: 1 µl Injektion : Split-Injektion
Temperaturprogramm	: 1. 102 °C 4 min 2. 5 °C/min auf 130 °C 3. 130 °C 5 min 4. Stabilisierungszeit 1 min.

Als interner Standard wurde Crotonsäure (300 mg/100 ml) in Verdünnung mit 5 ml o-Phosphorsäure eingesetzt. Anschließend wurde 0,6 ml Pansen saft mit 0,3 ml internem Standard in einem Eppendorf Cup gemischt und bei 14000 U/min 2 Minuten lang zentrifugiert (Eppendorf, Centrifuge 5414). Der Überstand wurde zur Bestimmung der flüchtigen Fettsäuren abgenommen und zur Analyse eingesetzt.

3.4 Statistische Auswertung

Die deskriptive Aufbereitung der Daten wurde mit dem Tabellenkalkulationsprogramm MULTIPLAN (Version 4.0) durchgeführt. Die Graphiken wurden mittels des Graphikprogrammes HG (Harvard Graphics, Version 2.3) erstellt. Die weitere statistische Auswertung der Versuchsergebnisse erfolgte mit Hilfe des Programmpaketes SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) als PC-Version 3. In den vorliegenden Untersuchungen wurde die einfaktorielle Varianzanalyse (SPSS/PC+ ONEWAY) mit COCHRAN'S C- und BARTLETT-Box-Test durchgeführt, da hier Einzeleffekte des Futters in der Ration miteinander verglichen werden. Falls weniger als drei Datenreihen zu vergleichen waren, wurde der t-Test für unabhängige Beobachtungen durchgeführt. Da bei den vorliegenden Untersuchungen manchmal ungleich besetzte Gruppen vorkamen, wurde der Scheffé-Test zur statistischen Absicherung der Differenzen zwischen den Gruppenmittelwerten angewendet. Die anerkannten Irrtumswahrscheinlichkeiten wurden wie folgt gekennzeichnet:

$P < 10 \%$	$= P < 0,1$	Symbol	(*)	als Trendangabe
$P < 5 \%$	$= P < 0,05$	Symbol	*	signifikant
$P < 1 \%$	$= P < 0,01$	Symbol	**	hochsignifikant
$P < 0,1 \%$	$= P < 0,001$	Symbol	***	höchstsignifikant

Generell wurden die Ergebnisse aus der einfaktoriellen Varianzanalyse angegeben. Weiterhin wurden die Ergebnisse des Versuchs 2 durch die zweifaktorielle Varianzanalyse (SPSS/PC+ ANOVA) ergänzt, wenn dort signifikante Effekte bezüglich Geschlecht und Gruppe nachgewiesen werden konnten. Die Interpretation der statistischen Ergebnisse erfolgte in Anlehnung an BAUER (1986), PFEIFFER (1987) und BROSIUS (1988).

Die in den Tabellen angegebenen Ergebnisse stellen jeweils den Gruppenmittelwert (M) sowie die Standardabweichung (SD) der Einzelwerte dar.

4 VERSUCHSERGEBNISSE

4.1 Ergebnisse des Lämmer-Fütterungsversuches 1

4.1.1 Versuchsverlauf und Klimadaten

In den ersten Versuchstagen traten bei den Lämmern der Harnstoffgruppe vereinzelt Durchfälle auf, die möglicherweise auf die Futterumstellung und die Eingewöhnungsphase an die Käfighaltung zurückzuführen waren. Die an Durchfall erkrankten Lämmer wurden mit einem oral zu applizierenden Antidiarrhoikum (Enterosediv, Fa. Norden Laboratories) behandelt. Ab dem 5. Versuchstag wurden keine Durchfälle mehr beobachtet. Weizenstrohrückwaagen traten in allen Versuchsgruppen bis zum Ende des Versuches auf. Aufgrund der Stressbelastung bei der Verwendung der Schlundsonde sowie nur geringer Mengen Pansensaft vor der Fütterung wurden die Pansensaftproben generell nach der Fütterung entnommen.

Während des Fütterungsversuches von Grünraps wurden von der Versuchsfeld-Wetterstation-Giessen (Krofdorfer Feld) folgende Klimadaten gemessen (Übersicht 15).

Übersicht 15: Monatsmittelwerte an Klimadaten in den Versuchsmonaten von August 1990 bis Januar 1991 (Versuch 1)

Monat	Niederschlag in mm	Luftfeuchtigkeit in %	Temperatur in °C
August 1990	38	71,9	19,8
September	74	86,4	12,5
Oktober	81	87,2	10,6
November	82	93,2	5,2
Dezember	66	93,5	1,4
Januar 1991	58	90,3	1,9

Obwohl die Rapsaussaat bereits Ende Juli 1990 stattfand, verschob sich durch den ungünstigen Witterungsverlauf (Trockenheit) der optimale Schnitzeitpunkt zur Versuchsfütterung in den Monat Oktober. Bei niedrigen Temperaturen im Dezember 1990 und Januar 1991 herrschte naßkalte Witterung vor. So liegen die Niederschlagsmengen in den Monaten Oktober, November und Dezember 1990 sowie im Januar 1991 etwas über dem langjährigen Mittel. In den Monaten Dezember 1990 und Januar 1991 wurden 17 Frosttage gemessen. Unter Schnee- und Frostfall wurde der Versuch so lange wie möglich weitergeführt. Ab Mitte

Dezember 1990 war der Grünraps jedoch wegen früh kommendem Schneefall und Frost fütterungsuntauglich. Die Grünrapsfütterung wurde daher insgesamt auf 75 Tage begrenzt.

4.1.2 Nährstoffgehalte der Futterkomponenten

Die Nährstoff- und Bruttoenergiegehalte aus den Laboranalysen der Einzelfuttermittel und Kraftfuttermischungen sind in Übersicht 16 dargestellt. Die Einzeldaten der Nährstoffgehalte und der Gerüstsubstanzfraktionen sind in den Tabellen 1A und 2A im Anhang aufgeführt.

Übersicht 16: Analytisch ermittelte Nährstoff- und Bruttoenergie-Gehalte der verwendeten Futtermittel (Versuch 1)

Futtermittel	TM %	OM	XP in %	XL der	XF TM	XX	XA	GE MJ/kg TM
Einzelfutter:								
Grünraps M	12,4	83,0	24,4	5,0	11,3	42,4	17,0	17,1
(n = 22) SD	0,9	1,7	2,1	0,5	1,1	2,9	1,7	0,5
Weizenstroh	94,2	92,5	2,1	1,7	40,5	48,3	7,5	17,5
Gerste	87,2	97,5	9,7	2,5	5,1	80,2	2,5	18,3
Sojaschrot	87,9	93,0	56,8	1,5	6,8	28,0	7,0	19,5
Mischfutter:								
Gruppe I	85,5	92,6	16,4	2,1	5,1	69,0	7,4	17,3
Gruppe II	86,5	92,9	15,1	2,0	4,8	71,0	7,1	17,0
Gruppe III	85,0	91,4	8,5	1,9	4,9	76,1	8,6	16,8

Wie aus Übersicht 16 und Abbildung 1 hervorgeht, betrugen die Trockenmassegehalte der Grünrapsproben im Laufe der Vegetation im Mittel um 12,4 % mit einem Schwankungsbereich von 11 % bis 14 % (Anhangstabelle 1A). Die variierenden Trockenmassegehalte des Grünrapsses dürften auf die Veränderungen von Temperatur, Niederschlag und Luftfeuchtigkeit zurückzuführen sein (Übersicht 15). Der Gehalt an organischer Masse lag zwischen 80 und 86 % i.d.TM. Die Rohfasergehalte bewegten sich zwischen 9 und 13 % i.d.TM. Die Grünrapsproben zeigten durchschnittlich 4 % salzsäureunlösliche Asche (HCLuA = Sand) mit Maximal- 6,9 % und Minimalwerten 1,1 % (Anhangstabelle 1A). Wie aus der Übersicht 16 weiter hervorgeht, wies der verwendete Grünraps im Laufe der Vegetation mit durchschnittlich ca. 24 % Rohprotein i.d.TM einen vergleichsweise hohen N-Gehalt und mit ca. 11 % Rohfaser einen niedrigen Anteil an Strukturkomponenten auf. Damit ermöglichte der Grünraps eine ausreichende Eiweiß-, aber keine ausreichende Rohfaserversorgung der Lämmer bei alleiniger

Verfütterung. Die Bruttoenergiegehalte in den Proben lagen zwischen 16,1 und 17,9 MJ/kg TM.

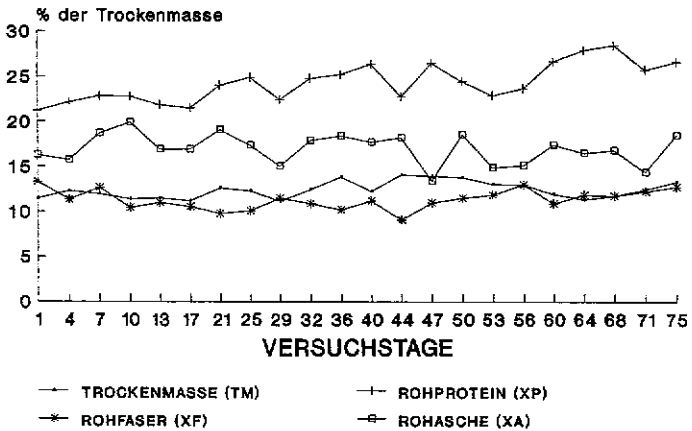


Abbildung 1: Rohnährstoffgehalte im Grünraps während der Monate Oktober bis Mitte Dezember 1990 (n = 22)

Aus Abbildung 1 läßt sich erkennen, daß der Rohproteingehalt in der TM des Grünrapses im Verlauf der Vegetationsperiode eine steigende Tendenz aufweist. Weizenstroh als traditionelle Futtergrundlage stellte mit 41 % Rohfaser i.d.TM den Hauptstrukturlieferanten dar. Das eingesetzte Weizenstroh lag mit ca. 2 % Rohprotein und 48 % N-freien Extraktstoffen deutlich unter den Werten der anderen Futtermittel. Die stärkereiche Gerste diente mit 80 % N-freien Extraktstoffen als leicht lösliche Kohlenhydratquelle für die Pansenmikroorganismen. Weiterhin lagen die Kraftfuttermischungen mit Gehalten an Trockenmasse von etwa 85 %, organische Masse von etwa 92 % i.d.TM in ähnlichen Bereichen. Die Futtermischungen I und II wiesen mit 16 % einen nahezu doppelt so hohen Gehalt an Rohprotein auf wie die Mischung III (8,5 %).

4.1.3 Mineralstoffgehalt des Grünrapses

Die Analyse der Mengen- und Spurenelementgehalte in den untersuchten 22 Grünrapsproben ist in Übersicht 17 dargestellt.

Übersicht 17: Mittlere Mengen- und Spurenelementgehalte in Grünraps während der Monate Oktober bis Mitte Dezember 1990 (n = 22)

	Mengenelemente (g/kg TM)					Spurenelemente (mg/kg TM)			
	Ca	P	Mg	Na	K	Fe	Zn	Mn	Cu
M	12,5	5,1	1,9	0,8	36,5	1489	41,9	75,6	5,9
SD	2,6	0,5	0,2	0,3	5,5	466	12,1	13,2	0,9
Max.	17,6	6,2	2,4	1,6	47,6	2174	51,9	95,9	7,5
Min.	8,0	4,2	1,4	0,3	24,5	481	33,4	41,3	4,7

Der Grünraps erweist sich mit 13 g Ca/kg TM als besonders Ca-reiche Futterpflanze. Beim Phosphorgehalt des Grünrapsses zeigen sich nur geringe Schwankungen im Laufe der Vegetation. Die P-Konzentrationen lagen in einem Bereich von etwa 4 bis 6 g P/kg TM. Das aus diesen Ergebnissen abgeleitete Ca : P Verhältnis betrug 2,4:1. Bei der Spurenelementanalyse im Grünraps zeigten sich bei der Bestimmung von Eisen große Schwankungen, die eventuell auf Kontamination des Futters mit Boden bei der Ernte zurückzuführen sind. Die Einzeldaten der Mineralstoffe sind in Tabelle 3A im Anhang aufgeführt.

4.1.4 Nitrat- und Glucosinolatgehalt des Grünrapsses

Nitrat

Die mittels HPLC- und Xylenolmethode analysierten Nitratgehalte in den untersuchten Grünrapssproben sind in Übersicht 18 und Abbildung 2 zusammenfassend dargestellt. Die Einzeldaten der Nitratgehalte sind in Tabelle 4A im Anhang aufgeführt.

Wie aus Übersicht 18 hervorgeht, wurde bei der NO_3 -Analyse von Grünraps im Laufe der Vegetation ein mittlerer Nitratgehalt von ca. 1,5 % i.d.TM mit Maximalwerten von 3,2 % i.d.TM nach der Xylenol-Methode ermittelt. Bei den HPLC-Analysen lagen die mittleren Nitratgehalte von ca. 1,0 % i.d.TM mit Maximalwerten von 2,9 % etwas niedriger. Sowohl nach der Xylenol-Methode als auch nach der HPLC-Methode wurden die höchsten Nitratgehalte am 7. Versuchstag gemessen. Im Gegensatz dazu wurden die niedrigsten Gehalte an Nitrat nach der Xylenol-Methode am 60. und mittels HPLC-Methode am 4. Versuchstag analysiert.

Übersicht 18: Durchschnittliche sowie minimale und maximale Nitratgehalte in Grünrapsproben (in % der FM und TM)

Futter	TM %	Analysenmethode	n	Nitratgehalt (%)			
				M	SD	Min.	Max.
Grünraps	12,4	HPLC	22	0,12	0,07	0,05	0,35
	100			0,99	0,57	0,43	2,92
	12,4	Xylenol	22	0,19	0,08	0,10	0,38
	100			1,49	0,58	0,82	3,21

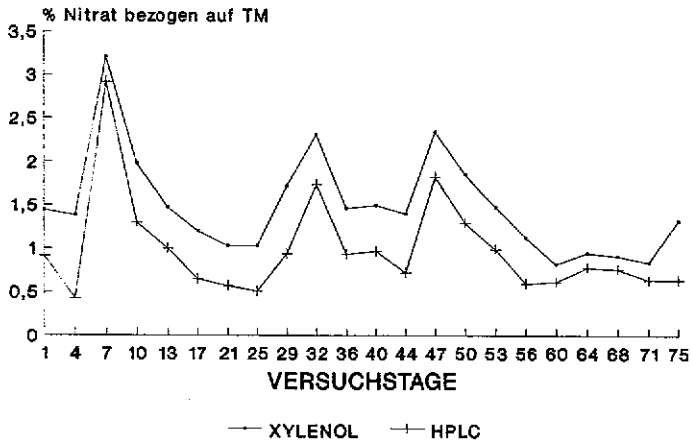


Abbildung 2: Nitratgehalt in Grünraps während der Monate Oktober bis Mitte Dezember 1990 (i.d.TM, n = 22)

Glucosinolat

Die mittels HPLC an vier verschiedenen Probeterminen in der Rapsgrünmasse analysierten Glucosinolatgehalte (GSL) sind Übersicht 19 zu entnehmen.

Wie sich daraus erkennen läßt, lagen die GSL-Gehalte in den untersuchten Grünrapsproben zwischen 0,98 und 5,50 $\mu\text{mol/g}$ TM. Die GSL-Gehalte in der Rapsgrünmasse stiegen im Oktober 1990 von 1,79 $\mu\text{mol/g}$ TM auf 5,50 $\mu\text{mol/g}$ TM deutlich an, wobei sich eine Reduktion der GSL-Gehalte auf 3,1 $\mu\text{mol/g}$ TM im November 1990 (50. Versuchstag) einstellte. Die niedrigste GSL-Konzentration wurde im Dezember 1990 (71. Versuchstag) mit 0,98 $\mu\text{mol/g}$ TM festgestellt.

Übersicht 19: Glucosinolatgehalte ($\mu\text{mol/g TM}$) in der Grünmasse von Futterraps zu verschiedenen Probeterminen

Glucosinolat $\mu\text{mol/g TM}$		Versuchstag			
		10	32	50	71
-Progoitrin		0,46	1,82	0,93	0,26
-Glucoallyssin		0,19	0,98	0,39	0,03
-Gluconapoleiferin		0,78	0,10	0,16	0,04
-Gluconapin		0,24	0,69	0,33	0,03
-4-OH-Glucobrassicin		0,01	0,01	0,01	0,01
-Glucobrassicinapin		0,00	0,05	0,03	0,00
-Glucobrassicin		0,30	1,29	0,34	0,02
-Gluconasturtiin		0,38	0,22	0,65	0,41
-4-Methoxy-glucobrassicin		0,06	0,16	0,14	0,06
-Neoglucobrassicin		0,08	0,19	0,10	0,13
Gesamt-GSL-Gehalt	M	1,79	5,50	3,09	0,98
	SD	0,09	0,28	0,08	0,02
Alkenyl-GSL		1,35	3,86	2,49	0,78
Indol-GSL		0,45	1,64	0,60	0,21
Indol-Verhältnis		3,0:1	2,4:1	4,2:1	3,8:1

4.1.5 Mastleistungsergebnisse

4.1.5.1 Futter- und Nährstoffaufnahme

In Übersicht 20 sind die Futter- und Nährstoffaufnahmen der Lämmer über den 75tägigen Versuchszeitraum dargestellt. Wie sich erkennen läßt, waren die TM-, OM- und Energieaufnahmen (StE) in Gruppe IV (Grünraps ohne Kraftfutter-Ergänzung) über das Gesamtfutter höchstsignifikant ($p < 0,001$) gegenüber den Gruppen I, II und III herabgesetzt. Gruppe I (Sojaschrot), Gruppe II (Harnstoff) und Gruppe III (Grünraps-Gerste) befanden sich über den Gesamtversuchszeitraum auf einem vergleichbaren TM- und Energieaufnahmeniveau. Zwischen den Versuchsgruppen II und III bestanden beim OM-Verzehr hochsignifikante ($p < 0,01$) Unterschiede.

Über die Gesamtration beeinflussten unterschiedliche TM-Aufnahmen direkt die Menge des verzehrten Rohproteins. So wurde die XP-Aufnahme durch den erhöhten Grünrapsverzehr in Gruppe IV höchstsignifikant ($p < 0,001$) auf 104 g/Tag gegenüber 89, 82 bzw. 90 g/Tag in den Gruppen I, II bzw. III erhöht. Bezüglich der XP-Aufnahme waren aber auch zwischen den Gruppen II und I bzw.

III signifikante ($p < 0,05$) Differenzen zu verzeichnen. Die Energieaufnahme lag in der nur mit Grünraps versorgten Gruppe IV höchstsignifikant niedriger (350 StE pro Tag) als in den Gruppen I, II und III (465, 456 und 466 StE pro Tag).

Übersicht 20: Mittlerer Verzehr an TM, OM, XP (g/Tier/Tag) und StE über Grünraps, Weizenstroh und Mischfutter (Versuch 1)

Futtermittelverzehr	Versuchsgruppe (n = 5/Gruppe)							
	I		II		III		IV	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
TM-Aufnahme aus:								
Grünraps	-		-		235	22	403	12
Weizenstroh	191	2	198	2	130	2	199	8
Mischfutter	521	2	523	4	351	0	26	0
Gesamtaufnahme	712	3	721	5	715	22	628	19
OM-Aufnahme aus:								
Grünraps	-		-		195	19	334	10
Weizenstroh	176	2	183	2	120	2	186	7
Mischfutter	482	2	485	3	321	0	25	0
Gesamtaufnahme	658	2	668	4	635	18	545	16
XP-Aufnahme aus:								
Grünraps	-		-		57	5	98	3
Weizenstroh	4	0	4	0	3	0	4	3
Mischfutter	85	0	78	1	30	0	2	0
Gesamtaufnahme	89	0	82	1	90	5	104	3
StE-Aufnahme aus:								
Grünraps	-		-		159	15	273	8
Weizenstroh	53	1	55	1	36	1	55	2
Mischfutter	412	2	401	3	271	0	22	-
Gesamtaufnahme	465	2	456	3	466	15	350	10
	I-II	I-III	I-IV	II-III	II-IV	III-IV		
TM-Aufnahme	-	-	***	-	***	***		
OM-Aufnahme	-	(*)	***	**	***	***		
XP-Aufnahme	*	-	***	*	***	***		
StE-Aufnahme	-	-	***	-	***	***		

4.1.5.2 Tägliche Zunahme und Futterverwertung

In Übersicht 21 sind die Anfangsgewichte, Endgewichte und mittleren täglicher Zunahmen in den einzelnen Versuchsgruppen über den 75tägigen Fütterungszeitraum aufgeführt. Zur besseren Vergleichbarkeit der täglichen Zunahmen und der Futterverwertung wurden ebenfalls die Relativwerte dargestellt wobei die Kontrollgruppe (I) als Bezugsbasis (100 %) diente.

Die durchschnittlichen Anfangsgewichte der Lämmer lagen bei 18,7 kg. Wie aus Übersicht 21 zu entnehmen ist, blieben die mit Grünraps versorgten Gruppen III und IV mit 26,7 und 24,3 kg im Wachstum zu Versuchsende gegenüber den Vergleichsgruppen I und II mit 28,6 und 27,5 kg zurück. So waren signifikante Differenzen ($p < 0,05$) zu Versuchsende zwischen der Gruppe I und IV zu verzeichnen. Die höchste tägliche Zunahme zeigte die Sojagruppe (133 g/Tag), gefolgt von der Harnstoffgruppe (117 g/Tag).

Übersicht 21: Lebendmasse und tägliche Zunahme der Lämmer über den 75tägigen Versuchszeitraum in Versuch 1 ($n = 5/\text{Gruppe}$)

Versuchsgruppe		Anfangsgewicht (kg)	Endgewicht (kg)	Tägliche Zunahme (g)	Tägliche Zunahme (Rel., %)
I	M	18,7	28,6	132,8	100
	SD	2,1	1,0	16,0	
II	M	18,7	27,5	117,1	88
	SD	1,7	1,5	8,7	
III	M	18,7	26,7	105,9	80
	SD	2,1	2,5	15,4	
IV	M	18,7	24,3	75,3	57
	SD	1,9	1,7	7,9	
I-II		-	-	-	
I-III		-	-	*	
I-IV		-	*	***	
II-III		-	-	-	
II-IV		-	(*)	***	
III-IV		-	-	*	

Die tägliche Zunahme der Gruppe IV war bei der Verfütterung von Grünraps höchstsignifikant ($p < 0,001$) gegenüber den Gruppen I (Sojaschrot) und II (Harnstoff) bzw. tendenziell gegenüber der Gruppe III (Grünraps-Gerste) verschlechtert. Weiterhin waren signifikante Differenzen ($p < 0,05$) zwischen den Gruppen I und III nachweisbar.

Übersicht 22 zeigt der Futter- und Energieaufwand sowie die PER-Werte (Protein Efficiency Ratio). Wie daraus hervorgeht, erzielte die Sojagruppe (I) in der Futterverwertung (TM- und OM-Aufwand) sowie in den PER-Werten die besten Ergebnisse, gefolgt von der Harnstoffgruppe (II). Der Futteraufwand war bei der nur mit Grünraps versorgten Gruppe IV mit durchschnittlich 8,4 kg Trockenmasse

bzw. 7,3 kg organische Masse pro kg Gewichtszuwachs im Vergleich zur Sojagruppe (5,4 kg Trockenmasse und 5,0 kg organische Masse) höchstsignifikant ($p < 0,001$) unterschiedlich. Zwischen den Gruppen II und IV waren beim TM-Aufwand hochsignifikante ($p < 0,01$) Differenzen und beim OM-Aufwand ebenfalls signifikante Differenzen ($p < 0,05$) feststellbar.

Übersicht 22: Futteraufwand und PER (kg Zuwachs/kg XP-Aufnahme) über den 75tägigen Fütterungszeitraum (Versuch 1)

Kriterien		Versuchsgruppe				
		I	II	III	IV	
Futteraufwand :						
TM (kg/kg Zuwachs)	M	5,43	6,18	6,84	8,41	
	SD	0,75	0,46	0,80	0,73	
	Rel., %	100	114	126	155	
OM (kg/kg Zuwachs)	M	5,02	5,73	6,08	7,29	
	SD	0,69	0,44	0,71	0,70	
	Rel., %	100	114	121	145	
Energieaufwand :						
kStE/kg Zuwachs	M	3,55	3,91	4,45	4,68	
	SD	0,48	0,30	0,52	0,44	
	Rel., %	100	110	125	132	
PER (kg Zuwachs/kg XP-Aufnahme)	M	1,49	1,43	1,18	0,72	
	SD	0,18	0,10	0,14	0,07	
	Rel., %	100	96	79	48	
	I-II	I-III	I-IV	II-III	II-IV	III-IV
TM (kg/kg)	-	(*)	***	-	**	*
OM (kg/kg)	-	-	***	-	*	(*)
kStE (kg/kg)	-	*	**	-	(*)	-
PER (kg/kg)	-	*	***	(*)	***	***

Zusätzlich war ein signifikanter Einfluß der Ration auf den Energieaufwand zu erkennen. So benötigte die Sojagruppe (I) durchschnittlich 3,6 kStE für 1 kg Gewichtszuwachs, während bei der nur mit Grünraps versorgten Gruppe (IV) 4,7 kStE je kg Zuwachs erforderlich waren. Bezüglich der PER lagen die Werte insbesondere bei der nur mit Grünraps versorgten Gruppe erheblich niedriger, während bei der Sojagruppe (I) aus 1 kg Futterprotein ein durchschnittlicher Gewichtszuwachs von etwa 1,5 kg Lebendmasse resultierte ($p < 0,001$). Zwischen den Gruppen II und IV bzw. III und IV wurden bezüglich der XP-Ausnutzung höchstsignifikante ($p < 0,001$) Differenzen nachgewiesen.

4.1.6 Ergebnisse der Blutuntersuchungen

4.1.6.1 Harnstoff- und Gesamteiweißgehalte

In Übersicht 23 sind die Harnstoff- und Gesamteiweißgehalte des Blutplasmas an den vier Entnahmetermen im Versuch 1 aufgeführt.

Übersicht 23: Harnstoff- und Gesamteiweißgehalte des Blutplasmas der Lämmer im Versuch 1 (n = 5/Gruppe)

Harnstoffgehalt des Plasmas (mg/dl)

Versuchsgruppe		0	Versuchstag		72
			24	48	
I	M	36,4	42,7	32,3	30,5
	SD	7,3	11,7	7,2	5,0
II	M	33,6	30,4	31,0	33,9
	SD	7,3	0,8	1,3	2,2
III	M	38,5	37,2	26,3	26,1
	SD	8,3	2,5	1,2	4,6
IV	M	37,9	32,6	26,5	27,4
	SD	3,3	3,2	3,0	2,4

keine signifikanten Differenzen

Gesamteiweißgehalt des Plasmas (g/dl)

Versuchsgruppe		0	Versuchstag		72
			24	48	
I	M	6,49	5,96	5,93	5,83
	SD	0,40	0,44	0,42	0,25
II	M	6,05	5,69	6,12	5,91
	SD	0,35	0,70	0,50	0,20
III	M	5,69	5,63	5,75	5,48
	SD	0,24	0,93	0,11	0,11
IV	M	6,12	5,92	5,95	5,58
	SD	0,82	0,61	0,60	0,54

keine signifikanten Differenzen

Wie sich aus den Daten erkennen läßt, blieben die Harnstoff- und Gesamteiweißgehalte des Blutplasmas durch die Fütterung unbeeinflusst. Vor allem hinsichtlich des Harnstoffgehaltes des Blutplasmas waren hohe tierindividuelle Schwankungen zu verzeichnen. Am 24. Versuchstag lagen die Harnstoff-Werte mit

Ausnahme der Sojagruppe (I) niedriger als beim Versuchsbeginn. Zwischen der Sojaschrot- und der Harnstoffgruppe waren am 24. Versuchstag tendenzielle Unterschiede bezüglich des Harnstoffgehaltes zu erkennen ($p < 0,10$). Die Harnstoffgehalte des Plasmas lagen am 48. und 72. Versuchstag in den Gruppen III und IV nicht gesichert niedriger als die der Gruppen I und II.

Wie in Übersicht 23 ebenfalls dargestellt, lag der Gesamteiweiß-Gehalt des Blutplasmas in der Sojagruppe (I) zu Versuchsbeginn mit 6,5 g/dl am höchsten. Am 24. Versuchstag sank der Gesamteiweiß-Gehalt des Plasmas in sämtlichen Versuchsgruppen leicht ab. Zu Versuchsende lagen die mittleren Gesamteiweißgehalte zwischen 5,5 - 5,9 g/dl Plasma. Zwischen den einzelnen Versuchsgruppen lassen sich zwar tendenzielle Differenzen erkennen, die jedoch nicht statistisch gesichert sind.

4.1.6.2 Glucose- und Gesamtlipidgehalte

Die Glucose- und Gesamtlipid-Konzentrationen des Blutplasmas sind in Übersicht 24 aufgeführt. Die Gehalte an Glucose im Blutplasma lagen am 24. Versuchstag bei sämtlichen Gruppen niedriger als bei Versuchsbeginn. Am ersten Versuchstag lag der mittlere Glucosegehalt sämtlicher Versuchsgruppen zwischen 71-86 mg/dl Plasma, zu Versuchsende zwischen 79-83 mg/dl. Es waren jeweils relativ hohe tierindividuelle Abweichungen zu verzeichnen. Die Glucosegehalte der Gruppen III und IV befanden sich am 48. und 72. Versuchstag auf einem vergleichbaren Niveau. Bei der nur mit Grünraps versorgten Gruppe (IV) lag der Glucosespiegel des Plasmas tendenziell höher als bei den übrigen Versuchsgruppen.

Der Gesamt-Lipidgehalt des Plasmas ergab bei einfaktorieller Varianzanalyse am 0. und 24. Versuchstag keine signifikanten Differenzen. Am 24. Versuchstag lagen die Gesamt-Lipidgehalte bei allen Gruppen niedriger als an den 0., 48. und 72. Versuchstagen. So waren die Konzentrationen an Gesamtlipiden im Plasma am 48. Entnahmetag und am 72. Entnahmetag durch die Verfütterung von Grünraps ohne Kraftfutter-Ergänzung (Gruppe IV) hochsignifikant ($p < 0,01$) bzw. höchstsignifikant ($p < 0,001$) gegenüber den Gruppen I, II III reduziert.

Übersicht 24: Glucose- und Gesamtlipidgehalt des Blutplasmas der Lämmer im Versuch 1 (n = 5/Gruppe)

Glucosegehalt des Plasmas (mg/dl)

Versuchsgruppe		Versuchstag			
		0	24	48	72
I	M	77,6	62,4	72,1	81,3
	SD	6,1	3,0	4,5	2,2
II	M	71,0	66,3	67,8	79,5
	SD	8,9	3,8	4,6	2,2
III	M	82,3	68,9	73,2	82,8
	SD	7,1	6,9	5,3	1,7
IV	M	85,6	67,4	73,8	83,2
	SD	13,3	6,1	3,4	1,8

keine signifikanten Differenzen

Gesamtlipidgehalt des Plasmas (mg/dl)

Versuchsgruppe		Versuchstag			
		0	24	48	72
I	M	281,4	208,7	259,7	276,8
	SD	18,5	25,6	6,8	4,4
II	M	280,5	191,4	260,9	272,2
	SD	20,5	18,1	6,8	8,0
III	M	255,9	199,8	261,7	268,3
	SD	38,4	27,4	21,7	9,4
IV	M	265,1	190,7	212,0	224,5
	SD	38,8	17,8	23,5	19,4
I-II		-	-	-	-
I-III		-	-	-	-
I-IV		-	-	**	***
II-III		-	-	-	-
II-IV		-	-	**	***
III-IV		-	-	**	***

4.1.6.3 Nitratgehalte

Übersicht 25 zeigt den Nitratgehalt des Blutplasmas an den vier Entnahmetermen. Der Nitratgehalt des Blutplasmas lag zu Versuchsbeginn zwischen 35 und 49 $\mu\text{mol/l}$. Zu Versuchsbeginn waren zwischen den Versuchsgruppen keine signifikanten Differenzen feststellbar. Am 24. Versuchstag

ist eine allgemeine tendenzielle Reduktion der Nitratkonzentration des Plasmas auffallend. Am 48. Versuchstag wies die Grünraps-Gruppe IV signifikant ($p < 0,05$) höhere Nitratkonzentrationen im Plasma als die anderen Gruppen auf. Am 72. Versuchstag war die Nitratkonzentration bei der Grünraps-Gruppe (IV) ebenfalls am höchsten. Sie unterschied sich signifikant ($p < 0,05$) von der Gruppe I.

Übersicht 25: Nitratkonzentration ($\mu\text{mol/l}$) des Blutplasmas während der Grünraps-Fütterung in Versuch 1 ($n = 5/\text{Gruppe}$)

Versuchsgruppe		Versuchstag			
		0	24	48	72
I	M	37,4	16,4	18,5	12,1
	SD	11,4	6,1	9,6	3,9
II	M	41,8	22,5	8,2	15,8
	SD	8,3	5,9	4,5	5,7
III	M	49,2	27,0	15,2	18,2
	SD	8,8	5,2	5,1	2,2
IV	M	35,8	23,7	22,0	27,6
	SD	10,9	6,1	5,8	13,8
I-II		-	-	-	-
I-III		-	(*)	-	-
I-IV		-	-	-	*
II-III		-	-	-	-
II-IV		-	-	*	-
III-IV		-	-	-	-

4.1.7 Ergebnisse der Pansensaftuntersuchungen

4.1.7.1 pH-Wert und Konzentration an Ammoniak und flüchtigen Fettsäuren

Im Übersicht 26 sind pH-Werte und Konzentration an Ammoniak und flüchtigen Fettsäuren im Pansensaft dargestellt.

Wie sich daraus erkennen läßt, blieben die pH-Werte durch die Fütterung unbeeinflusst und lagen im Mittel zwischen 5,6 und 6,0. Die dargestellten mittleren NH_3 -Konzentrationen im Pansensaft konnten den erwarteten Unterschied zwischen der mit Grünraps versorgten Gruppe (IV) und der Soja- bzw. Harnstoffvariante deutlich machen.

Übersicht 26: Der pH-Wert und die Konzentration an Ammoniak und flüchtigen Fettsäuren im Pansen saft von Lämmern im Versuch 1

Pansenkenndaten		Versuchsgruppe (n = 3/Gruppe) ^x			
		I	II	III	IV
pH-Wert	M	5,91	5,59	5,63	5,96
	SD	0,24	0,23	0,52	0,19
NH ₃ -Gehalt (mmol/l)	M	12,1	13,6	17,5	27,9
	SD	0,2	0,8	0,8	0,8
Essigsäure (C2, Mol %)	M	53,0	52,8	58,1	61,9
	SD	0,3	0,5	0,2	0,6
Propionsäure (C3, Mol %)	M	35,1	37,9	26,6	25,4
	SD	0,5	1,2	0,5	0,8
Iso-Buttersäure (I-C4, Mol %)	M	0,32	0,35	0,32	0,49
	SD	0,04	0,06	0,05	0,14
Buttersäure (C4, Mol %)	M	8,6	6,5	12,2	10,7
	SD	0,6	0,8	0,5	0,3
Iso-Valeriansäure (I-C5, Mol %)	M	0,24	0,18	0,20	0,63
	SD	0,03	0,05	0,04	0,16
Valeriansäure (C5, Mol %)	M	2,79	2,27	2,53	0,92
	SD	0,51	0,53	0,45	0,19
Gesamt-FFS (mmol/l)	M	99,1	102,9	81,2	117,2
	SD	1,0	2,2	1,6	2,3

	I-II	I-III	I-IV	II-III	II-IV	III-IV
pH-Wert	-	-	-	-	-	-
NH ₃	-	***	***	***	***	***
C2	-	***	***	***	***	***
C3	*	***	***	***	***	-
I-C4	-	-	-	-	-	-
C4	*	***	*	***	***	(*)
I-C5	-	-	**	-	**	**
C5	-	-	**	-	*	*
GFFS	-	***	***	***	***	***

^xWerte stammen von Pansen saftproben am 63. Versuchstag 2,5 h nach dem Fütterungsbeginn

Die ruminale NH₃-Konzentration war in der vorliegenden Untersuchung bei Verfütterung von Grünraps (Gruppe III und IV) mit etwa 18 bzw. 28 mmol/l am höchsten. Die mittlere Konzentration an Ammoniak der nur mit Grünraps versorgten Tiere (Gruppe IV) lag höchstsignifikant über jener der Versuchsgruppen I bis III (12 mmol/l; 14 mmol/l; 18 mmol/l). Ebenfalls erhöht ($p < 0,001$) wurde die NH₃-Konzentration durch die Verfütterung von Grünraps plus Gerste (III) gegenüber den Gruppen I (Sojaschrot) und II (Harnstoff). Weiterhin lag Gruppe I mit einer NH₃-Konzentration im Pansen saft von 12 mmol/l tendenziell etwas

niedriger als Gruppe II. Wie Übersicht 26 weiter zeigt, beeinflussten die unterschiedlichen Rationen die Gesamtkonzentration und molaren Anteile der Einzelfettsäuren in der Pansenflüssigkeit bei den Lämmern sehr deutlich. So waren die Gesamt-FFS-Konzentrationen im Pansenflüssigkeit durch die Verfütterung von Grünraps (Gruppe IV) höchstsignifikant ($p < 0,001$) gegenüber den Versuchsgruppen I, II und III erhöht. Im Gegensatz dazu wurde die GFFS-Konzentration durch die Ergänzung von Grünraps mit Gerste (Gruppe III) gegenüber den Versuchsgruppen I und II herabgesetzt. Gruppe I und II zeigten lediglich tendenzielle Unterschiede. Weiterhin lag der Essigsäureanteil in Gruppe IV mit 62 Mol % deutlich höher als der der anderen Gruppen ($p < 0,001$). Es zeigte sich auch ein höchstsignifikanter Unterschied zwischen Gruppe III und den Gruppen I und II. Weitere Signifikanzen traten beim Anteil an Propion- und Buttersäure auf. Bei der Propionsäure ergab sich für die Harnstoffgruppe (II) mit 38 Mol % ein höchstsignifikanter Unterschied zur Gruppe III mit 27 Mol % bzw. Gruppe IV mit 25 Mol %. Beim Buttersäureanteil lassen sich höchstsignifikante Differenzen zwischen den Gruppen III und den Gruppen I bzw. II erkennen.

4.2 Ergebnisse des Endmastversuches mit Rapsextraktionsschrot

4.2.1 Nährstoffgehalte der Futterkomponenten

Die Nährstoffgehalte der im Endmastversuch verwendeten Einzelfuttermittel und der Kraftfuttermischungen sind in Übersicht 27 dargestellt.

Übersicht 27: Nährstoff- und Bruttoenergiegehalte der in der Endmast verwendeten Futtermittel

Futtermittel	TM %	OM	XP in %	XL der	XF TM	XX	XA	GE MJ/kg TM
Einzelfutter:								
Rapsschrot (behandelt)	87,8	92,0	37,6	4,5	16,2	33,0	8,0	19,5
Rapsschrot (unbehandelt)	89,3	92,9	37,8	4,9	15,0	34,4	7,1	19,6
Sojaschrot	87,9	93,0	56,8	1,5	6,8	28,0	7,0	19,5
Gerste	87,2	97,5	9,7	2,5	5,1	80,2	2,5	18,3
Heu	89,9	92,5	7,9	3,1	30,3	51,6	7,5	17,6
Mischfutter:								
Gruppe I	86,6	92,3	16,3	2,5	5,3	68,3	7,7	17,4
Gruppe II	86,7	92,6	16,8	2,4	4,8	68,7	7,4	16,9
Gruppe III	86,7	90,8	16,9	3,7	8,6	61,6	9,2	17,6
Gruppe IV	86,7	91,5	16,9	3,6	8,2	62,9	8,5	17,7

Die Kraftfuttermischungen wiesen vergleichbare Gehalte an organischer Masse (ca. 92 %) und Rohprotein (etwa 16 % i.d.TM) auf. Die Rohproteingehalte der Rapsextraktionsschrote (behandelt bzw. unbehandelt) lagen bei ca. 37 %, die Rohfasergehalte bei ca. 15 %. Im Vergleich dazu wurden im Sojaextraktionsschrot höhere Rohproteingehalte (etwa 57 %) und niedrigere Rohfasergehalte (ca. 7 %) gefunden. In den Kraftfuttermischungen wurde anhand der Anteile der Einzelfuttermittel (Tabellenwerte) ein Gehalt an Nettoenergie von 675, 657, 636 und 636 StE/kg AM in den Gruppen I, II, III und IV berechnet.

4.2.2 Tägliche Zunahme und Futterverwertung

Wie aus Übersicht 28 zu entnehmen ist, erreichten die Tiere in der Endmast in Gruppe III (formaldehydbehandeltes Rapsschrot) eine mittlere tägliche Zunahme von 328 g, und lagen damit numerisch höher als die der Versuchsgruppen I (299 g), II (304 g) und IV (310 g). Diese Differenzen konnten statistisch nicht abgesichert werden.

Übersicht 28: Lebendmasse und tägliche Zunahme sowie Futter-Verwertung der Lämmer während der Endmastperiode

Kriterien		Versuchsgruppe (n = 5/Gruppe)			
		I	II	III	IV
Anfangsgewicht (kg)	M	31,0	30,2	28,3	28,4
	SD	2,1	1,6	2,6	2,3
Endgewicht (kg)	M	40,8	40,2	40,4	39,1
	SD	1,3	0,6	1,3	2,1
Tägl. Zunahme (g)	M	298,9	303,8	328,1	310,0
	SD	33,6	47,2	89,5	68,2
	Rel., %	100	102	110	104
PER(kg/kg)	M	1,73	1,73	1,74	1,70
	Rel., %	100	100	101	98
kStE/kg Zunahme	M	2,74	2,59	2,40	2,51
	Rel., %	100	94	88	92

keine signifikanten Differenzen

Im Aufwand der Energie (StE) und des Rohproteins (PER) bestanden zwischen den Gruppen gewisse, allerdings nichtsignifikante Unterschiede. So benötigte die Gruppe mit geschütztem Rapsschrot durchschnittlich 2,40 kStE für 1 kg Gewichtszuwachs, während die Sojaschrotgruppe bei 2,74 kStE lag.

4.2.3 Pansenphysiologische Parameter

Die Ergebnisse der pansenphysiologischen Parameter des Endmastversuches sind in Übersicht 29 angegeben.

Übersicht 29: Mittlere pH-Werte sowie mittlere Gehalte an Ammoniak und flüchtigen Fettsäuren im Pansensaft von Lämmern im Endmastversuch

Pansenkenndaten		Versuchsgruppe (n = 3/Gruppe) ^x				
		I	II	III	IV	
pH-Wert	M	6,15	6,72	6,84	6,40	
	SD	0,39	0,23	0,15	0,05	
NH ₃ -Gehalt (mmol/l)	M	8,38	8,04	6,67	8,27	
	SD	1,12	1,21	0,39	1,85	
Essigsäure (Mol %)	M	45,0	40,9	46,5	47,6	
	SD	5,8	3,2	3,5	0,7	
Propionsäure (Mol %)	M	36,4	38,9	42,5	41,5	
	SD	9,3	4,8	1,5	1,1	
Iso-Buttersäure (Mol %)	M	0,47	0,74	0,45	0,77	
	SD	0,16	0,32	0,03	0,16	
Buttersäure (Mol %)	M	10,9	6,04	7,49	6,62	
	SD	4,1	2,48	1,17	1,30	
Iso-Valeriansäure (Mol %)	M	0,45	0,86	0,47	1,45	
	SD	0,09	0,42	0,06	1,04	
Valeriansäure (Mol %)	M	3,77	2,48	2,45	2,72	
	SD	0,10	1,27	1,06	0,15	
Gesamt-FFS (mmol/l)	M	95,0	65,4	68,2	73,1	
	SD	23,5	4,0	5,0	7,3	
	I-II	I-III	I-IV	II-III	II-IV	III-IV
pH	-	*	-	-	-	-
NH ₃	-	-	-	-	-	-
C2	-	-	-	-	-	-
C3	-	-	-	-	-	-
I-C4	-	-	-	-	-	-
C4	*	-	(*)	-	-	-
I-C5	-	-	-	-	-	-
C5	-	-	-	-	-	-
GFFS	**	**	*	-	-	-

^xWerte stammen von Pansensaftproben am 26. Versuchstag 1,5 h nach dem Fütterungsbeginn

Wie aus Übersicht 29 hervorgeht, lagen die pH-Werte in allen Gruppen zwischen 6,2 und 6,8 in physiologischem Normalbereich. Die Sojaschrot- (I) und geschützt

Rapsschrotgruppe (III) unterschieden sich bezüglich der pH-Werte signifikant ($p < 0,05$) voneinander. Die Konzentration an Ammoniak im Pansensaft lag zwischen 6,7 und 8,4 mmol/l, wobei eine tendenzielle Reduktion der NH_3 -Konzentration im Pansensaft der Gruppe III festzustellen ist. Der Anteil an Essig- und Propionsäure lag in den beiden Rapsschrotgruppen (III und IV) mit etwa 47 Mol % bzw. 42 Mol % höher als in den Soja- und Harnstoffgruppen. Es konnten jedoch weder für Essigsäure noch für Propionsäure signifikante Differenzen zwischen den Versuchsgruppen festgestellt werden. Nur bezüglich des Buttersäureanteils ergaben sich zwischen Gruppe I und II signifikante Differenzen ($p < 0,05$). Der höchste Gehalt an Gesamt-FFS wurde in Gruppe I (Sojaschrot) gemessen, die sich damit statistisch gesichert von II und III ($p < 0,01$) bzw. Gruppe IV ($p < 0,05$) unterschied.

4.2.4 Schlachtkörperbewertung

Übersicht 30 zeigt die Ergebnisse der Schlachtkörperbewertung und die Einstufung in die Handelsklassen. Die Schlachtkörpergewichte der Sojagruppe (I) lagen mit 19,4 kg im Vergleich zu den beiden Rapsschrotgruppen (III und IV) erheblich höher. Die Gruppe III (behandeltes Rapsschrot) zeigte mit 18,7 kg Schlachtgewicht etwas bessere Ergebnisse als die Gruppe IV (unbehandeltes Rapsschrot) mit 17,7 kg. Die Schlachtausbeute, die sich aus dem Quotienten aus Schlachtkörpergewicht und Nüchterngewicht berechnet, zeigte ebenfalls Unterschiede zwischen der Sojaschrot- (47,5 %) bzw. Harnstoffgruppe (47,7 %) und den Gruppen mit Rapsschrot mit 46,4 % und 45,3 %. Allerdings konnten in den Schlachtdaten weder für das Schlachtgewicht (18-19 kg) noch für die Schlachtausbeute (45-48 %) signifikante Differenzen zwischen den Versuchsgruppen festgestellt werden. Die Punktebewertung von Keulen, Rückenlenden, Kamm-Schulter, Fettabdeckung und Nierenfett sowie Gesamtpunkten (Übersicht 30) über die einfaktorielle Varianzanalyse ergab ebenfalls keine signifikanten Unterschiede ($p > 0,05$). Bei der Einstufung der Gruppen nach Bemuskelung erhielt die Sojagruppe (I) mit 4,4 Punkten die tendenziell höhere Notierung, während bei dieser Gruppe mit 2,2 Punkten eine niedrigere Fettabdeckung zu verzeichnen war. Die Gesamtbewertungspunkte lagen für die Sojagruppe (I) mit 37,2 am höchsten und für die Gruppe unbehandeltes Rapsschrot mit 31,4 am niedrigsten. In der Handelsklasseneinteilung der Schlachtkörper erhielten die Gruppen Sojaschrot (I) und geschütztes Rapsschrot (III) eine bessere Bewertung als die Harnstoffgruppe (II) und die Gruppe unbehandeltes Rapsschrot (IV).

Übersicht 30: Schlachtwertdaten und Punktebewertung der Lämmer am Ende des Endmastversuches

Schlachtwertdaten		Versuchsgruppe (n = 5/Gruppe)			
		I	II	III	IV
Nüchterngewicht, kg	M	40,8	40,2	40,4	39,1
	SD	1,3	0,6	1,3	2,1
Schlachtgewicht, kg (warm)	M	19,4	19,1	18,7	17,7
	SD	0,8	1,0	0,7	1,1
Schlachtausbeute, %	M	47,5	47,7	46,4	45,3
	SD	1,3	2,2	2,5	1,1
Ausbildung der Keulen (x 3)	M	4,4	4,2	3,8	2,8
	SD	0,6	0,8	0,8	1,5
Rücken-Lenden (x 3)	M	3,8	4,0	3,6	3,2
	SD	0,8	0,7	1,1	1,3
Kamm-Schulter (x 3)	M	3,6	3,2	3,8	3,6
	SD	0,6	1,3	0,8	0,9
Fettabdeckung (x 1)	M	2,2	3,0	2,6	2,8
	SD	0,8	0,7	0,6	1,1
Nierenfett (x 1)	M	2,8	2,8	2,6	3,4
	SD	1,5	0,8	1,3	1,1
Bewertungspunkte (Gesamtpunkte, max.50)	M	37,2	36,2	35,0	31,4
	SD	5,9	4,1	4,9	7,2
Handelsklassenpunkte (E=0,5;I=1;II=2;III=3)	M	0,9	1,1	0,9	1,6
	SD	0,3	0,6	0,2	0,6

keine signifikanten Differenzen

4.3 Ergebnisse der Verdauungsversuche zu Versuch 1

4.3.1 Verdaulichkeit von Rohnährstoffen und Gerüstsubstanzen

In Übersicht 31 ist die in vivo-Verdaulichkeit von Rohnährstoffen, Bruttoenergie und Gerüstsubstanzenfraktionen der Versuchsfuttermittel Grünraps, Weizenstroh und Gerste aufgeführt. Negative Verdaulichkeiten werden bei der Berechnung gleich Null gesetzt und sie deuten auf Unverdaulichkeit der Fraktionen hin. Die Einzeldaten aus den Differenzversuchen befinden sich in den Tabellen 17A, 18A, 19A, 20A, 21A und 22A im Anhang.

Übersicht 31: In vivo-Verdaulichkeit von Rohrnährstoffen, Bruttoenergie und Gerüstsubstanzen im Differenzversuch (Versuch 1, n = 3)

Grünraps 12,4 % TM				
Nährstoff/Energie/ Gerüstsubstanz	VQ (%)		in 1 kg TM (in g)	
	M	SD	Rohnährstoff	verd.Nährstoff
TM	75,8	0,6	1000,0	768,1
OM	84,2	0,5	830,5	699,5
XP	84,8	1,4	243,8	206,7
XL	63,7	1,2	50,0	31,8
XF	79,6	4,2	113,0	90,0
XX	88,2	0,1	423,7	373,8
XA	44,1	2,5	169,5	74,7
GE	82,1	1,2	17,1 MJ	-
DE	-	-	-	14,0 MJ
NDF	64,3	0,8	238,9	153,5
NDFafr	78,1	1,2	211,2	165,0
ADF	76,9	1,4	227,1	174,6
ADFafr	91,5	1,1	209,9	192,0
ADL	0,0	0,0	14,0	0,0
Cell	93,3	1,1	195,6	182,5
HCell	0,0	0,0	1,3	0,0

Weizenstroh 94,2 % TM				
Nährstoff/Energie/ Gerüstsubstanz	VQ (%)		in 1 kg TM (in g)	
	M	SD	Rohnährstoff	verd.Nährstoff
TM	54,7	1,4	1000,0	546,9
OM	57,3	0,7	925,0	530,0
XP	20,6	2,7	20,6	4,2
XL	28,2	6,6	16,5	4,7
XF	57,3	1,8	404,9	232,1
XX	55,1	1,1	483,0	266,1
XA	22,0	10,8	75,0	16,5
GE	54,9	2,0	17,5 MJ	-
DE	-	-	-	9,83 MJ
NDF	69,5	2,1	743,0	516,0
NDFafr	70,5	1,6	743,0	523,5
ADF	69,3	1,4	507,4	351,6
ADFafr	71,9	0,8	477,8	343,3
ADL	0,0	0,0	47,7	0,0
Cell	74,9	0,2	426,3	319,2
HCell	67,9	3,8	265,2	180,1

Fortsetzung Übersicht 31:

Wintergerste 87,2 % TM

Nährstoff/Energie/ Gerüstsubstanz	VQ (%)		in 1 kg TM (in g)	
	M	SD	Rohnährstoff	verd. Nährstoff
TM	81,5	1,2	1000,0	814,5
OM	83,0	1,2	975,0	809,5
XP	65,1	0,5	96,8	63,0
XL	83,7	5,7	25,0	20,9
XF	25,8	1,0	50,9	13,1
XX	90,8	1,5	802,3	728,2
XA	20,7	3,4	25,0	5,2
GE	82,1	1,7	18,3 MJ	-
DE	-	-	-	15,0 MJ
NDF	58,8	2,3	176,5	103,8
NDFafr	54,9	4,2	176,5	97,0
ADF	74,2	4,5	55,0	40,8
ADFafr	69,6	5,6	56,9	39,6
ADL	0,0	0,0	7,5	0,0
Cell	61,8	6,7	49,9	30,8
HCell	48,8	2,7	119,6	58,3

Die Verdaulichkeit der Trockenmasse in Grünraps lag bei 76 %, die des Weizenstrohs bei ca. 55 %. Für Wintergerste wurde eine Trockenmasse-Verdaulichkeit von ca. 81 % gemessen. Die höchste Verdaulichkeit der organischen Masse- und der Rohproteine wurde mit 84 % und 85 % im Grünraps ermittelt. Ebenfalls zeigte Grünraps eine höhere Rohfaser-Verdaulichkeit (80 %) als Weizenstroh (57 %) und Gerste (26 %). Die Verdaulichkeit der Bruttoenergie beim Grünraps liegt mit ca. 82 % etwa auf dem Niveau der OM- und XP-Verdaulichkeit, bei Wintergerste (82 %) und Weizenstroh (55 %) auf dem Niveau der TM-Verdaulichkeit. Die Verdaulichkeit der ADF (77 %) liegt beim Grünraps höher als die der NDF (64 %). Hemicellulose zeigte beim Grünraps rechnerisch negative und vor allem stark schwankende scheinbare Verdaulichkeitswerte. Ebenfalls wurden für Rohlignin (ADL), das unverdaulich ist, negative Verdauungskoeffizienten gefunden. Die NDF-Verdaulichkeit bei Weizenstroh und Wintergerste liegt zwischen 70 % und 59 %. Weizenstroh wies mit 69 % eine niedrigere ADF-Verdaulichkeit auf als Wintergerste (74 %).

4.3.2 Die Berechnung des energetischen Futterwertes

Aus den Ergebnissen der Verdauungsversuche und den ADF- bzw. XF-Gehalten wurden folgende Parameter des energetischen Futterwertes berechnet bzw.

geschätzt: Umsetzbare Energie (ME), Nettoenergie-Laktation (NEL) und Störkeeinheiten (StE).

Die Berechnung des Gehaltes an ME aus den verdaulichen Nährstoffen erfolgte anhand folgender Formel (SCHIEMANN 1972, DLG 1991):

$$\text{ME (MJ/kg TM)} = 0,0152 \text{ DXP} + 0,0342 \text{ DXL} + 0,0128 \text{ DXF} + 0,0159 \text{ DXX}$$

Zur Bestimmung der Umsetzbarkeit (q) wurde neben der ME die im Bombenkalorimeter ermittelte Bruttoenergie (GE) in den Futtermitteln zugrunde gelegt ($q = (\text{ME} / \text{GE}) \times 100$).

Die Berechnung der NEL erfolgte entsprechend der Formel (DLG 1991):

$$\text{NEL (MJ/kg TM)} = 0,6 \times (1 + 0,004 (q - 57)) \times \text{ME (MJ/kg TM)}$$

Der Gehalt an Störkeeinheiten wurde aus den verdaulichen Nährstoffen nach folgender Formel (DLG, 1991) berechnet:

$$\text{StE (je kg TM)} = 0,94 \text{ DXP} + 1,91 \text{ DXL} + \text{DXF} + \text{DXX} - c$$

c = Rohfaserabzug für Grundfutter

DXP = g verdauliches Rohprotein/kg TM

DXL = g verdauliches Rohfett/kg TM

DXF = g verdauliches Rohfaser/kg TM

DXX = g verdauliche N-freie-Extraktstoffe/kg TM

Weiterhin wurden zur Berechnung der NEL- bzw. StE-Gehalte in wirtschaftseigenem Futtermittel auf der Basis des ADF- (KIRCHGEßNER, 1987) und XF-Gehaltes (KIRCHGEßNER und KELLNER, 1981) folgende Schätzformeln angewandt:

$$\text{NEL (MJ/kg TM)} = 9,23 - 0,105 \text{ ADF}$$

$$\text{NEL (MJ/kg TM)} = 8,69 - 0,110 \text{ XF}$$

$$\text{StE (je kg TM)} = 1013 - 14,72 \text{ ADF}$$

$$\text{StE (je kg TM)} = 956 - 16,51 \text{ XF}$$

ADF = % in der TM

XF = % in der TM

Die umsetzbare Energie (ME) des Grünrapses lag bei 11,3 MJ/kg TM. Für Weizenstroh wurde eine umsetzbare Energie von 7,43 MJ/kg TM, für Gerste von 13,4 MJ/kg TM ermittelt. Die Berechnung der Umsetzbarkeit der Bruttoenergie (q)

ergab 66,5 % bei Grünrap, 42,5 % bei Weizenstroh sowie 73,5 % bei Gerste.

Übersicht 32: Umsetzbarkeit der Energie (q) sowie Gehalte an ME, NEL (in MJ/kg TM) und StE (je kg TM) der im Versuch 1 verwendeten Futtermitteln

Futter	q (%)	ME (MJ/kg TM)	NEL (MJ/kg TM)			StE (je kg TM)		
			in vivo	aus ADF	aus XF	in vivo	aus ADF	aus XF
Grünrap	66,5	11,3	7,07	6,84	7,44	686	679	769
Weizenstroh	42,5	7,43	4,20	3,90	4,24	276	266	287
Wintergerste	73,5	13,4	8,58	-	-	820	-	-

Bei der Berechnung der Nettoenergie-Laktation (NEL) aus den in vivo-Daten ergaben sich Werte von 4,20 MJ/kg TM für Weizenstroh und 8,58 MJ/kg TM für Wintergerste. Die NEL des Grünrapes beträgt 7,07 MJ/kg TM. Werden die Versuchsfuttermittel auf der Basis der Stärkeeinheiten (StE) aus den in vivo-Daten bewertet, ergibt sich ein Variationsbereich von 276 StE/kg TM bei Weizenstroh bis 820 StE/kg TM bei Wintergerste. Der StE-Gehalt des Grünrapes liegt bei 686 StE/kg TM. Bei der Schätzung der NEL- und StE-Gehalte mit Hilfe des ADF- bzw. XF-Gehaltes von Grünrap und Weizenstroh als erklärende Variable treten teilweise erhebliche Abweichungen auf. Dabei liegen die aus dem XF-Gehalt geschätzten MJ NEL sowie StE sowohl bei Grünrap als auch bei Weizenstroh generell höher als die aus dem ADF-Gehalt berechneten Werte.

4.3.3 Pansensaft- und Blutergebnisse während des Grünrap-Verdauungsversuches

Wie aus Übersicht 33 hervorgeht, sank der pH-Wert des Pansensaftes der mit Grünrap + Heu gefütterten Hammel von etwa 7,5 vor dem Füttern auf etwa 6,6 nach dem Füttern im Verdauungsversuch ab. Im Gegensatz dazu stieg die Konzentration an Ammoniak deutlich von 9 mmol/l vor der Fütterung auf ca. 28 mmol/l nach der Fütterung an, während bei reiner Heu-Fütterung ein NH_3 -Anstieg von ca. 7 mmol/l auf 12 mmol/l beobachtet wurde. Der Gehalt an Gesamt-FFS wurde durch die Verfütterung von Grünrap + Heu von 49 mmol/l vor der Fütterung auf 108 mmol/l nach der Fütterung gesteigert. Der Anteil an Propionsäure wurde ebenfalls von 14,8 Mol % auf 19,4 Mol % bei Grünrap + Heu-Fütterung erhöht. Wie aus Übersicht 33 ebenfalls zu entnehmen ist, lagen alle

Kenndaten des Plasmastoffwechsels zur Überprüfung des Gesundheitszustandes der Tiere im physiologischen Normalbereich. So waren bei den Konzentrationswerten von Harnstoff, Gesamteiweiß, Glucose und Gesamtlipiden im Blutplasma keine nennenswerten Veränderungen festzustellen.

Übersicht 33: Pansen- und Plasmakenn- und Daten von Schafen während des Verdauungsversuches mit Grünraps

Kriterium		Versuchsgruppe (n = 3/Gruppe) ^x			
		Vor der Fütterung		Nach der Fütterung	
		Raps+Heu	Heu	Raps+Heu	Heu
Pansenkenn- und Daten:					
pH-Wert	M	7,53	7,47	6,58	6,85
	SD	0,16	0,13	0,08	0,16
NH ₃ -Gehalt (mmol/l)	M	9,33	7,37	27,6	11,5
	SD	0,92	0,31	0,9	0,4
Essigsäure (Mol %)	M	68,7	71,1	68,0	70,6
	SD	3,2	2,3	0,6	0,1
Propionsäure (Mol %)	M	14,8	14,7	19,4	18,5
	SD	1,3	1,4	0,2	0,9
Iso-Buttersäure (Mol %)	M	1,52	1,55	0,57	0,74
	SD	0,26	0,18	0,24	0,01
Buttersäure (Mol %)	M	11,9	9,54	10,4	8,13
	SD	1,8	0,92	0,4	0,86
Iso-Valeriansäure (Mol %)	M	2,26	2,37	0,80	0,87
	SD	0,35	0,32	0,19	0,08
Valeriansäure (Mol %)	M	0,84	0,74	0,87	1,30
	SD	0,17	0,14	0,08	0,10
Gesamt-FFS (mmol/l)	M	48,6	52,4	108,3	85,1
	SD	1,9	2,0	2,7	1,3
Plasmakenn- und Daten:					
Harnstoff (mg/dl)	M	37,7	25,1	38,0	25,6
	SD	3,0	1,2	4,1	0,6
Gesamt-Eiweiß (g/dl)	M	6,60	6,25	6,50	6,09
	SD	0,06	0,09	0,33	0,1
Glucose (mg/dl)	M	75,1	68,2	76,1	70,0
	SD	2,6	4,7	0,8	4,1
Gesamt-Lipide (mg/dl)	M	300,5	278,9	286,7	277,9
	SD	14,3	10,5	2,3	5,3

^x Werte stammen von Pansen- und Blutproben am 9. Tag vor und 2,5 h nach der Fütterung in der Vorperiode

4.3.4 N-Bilanz

Übersicht 34 zeigt sowohl die retinierten Stickstoffmengen in % des aufgenommenen N als auch die absoluten N-Bilanzen während der 10tägigen Sammelperiode. Die tägliche Stickstoffaufnahme in der Vor- und in der Sammelperiode der Tiere aus der Grünraps + Heu-Gruppe lag bei ca. 33 g. Die mit dem Grünraps aufgenommenen hohen Stickstoffmengen bewirkten eine erhöhte N-Ausscheidung über den Harn. Die retinierte N-Menge in % der N-Aufnahme war in beiden Gruppen mit 21 % bzw. 23 % jedoch nicht sehr unterschiedlich.

Übersicht 34: Mittlere N-Aufnahme, N-Ausscheidung und N-Bilanz bei Hammeln im Grünraps-Verdauungsversuch

		Grünraps + Heu (n = 3)	Heu (n = 3)
N-Aufnahme (g/Tag)	M	32,94	20,51
N-Ausscheidung			
1. Kot (g/Tag)	M	7,02	7,92
	SD	0,35	0,44
2. Harn (g/Tag)	M	18,86	7,92
	SD	0,46	0,84
N-Bilanz (g/Tag)	M	7,06	4,67
	SD	0,69	0,43
N-Bilanz (% der N-Aufnahme)	M	21,43	22,59
	SD	2,08	2,32

4.4 Ergebnisse des Lämmer-Fütterungsversuches 2

4.4.1 Versuchsverlauf und Klimadaten

Die Lämmer nahmen im Fütterungsversuch 2 das Versuchsfutter gut auf. Es traten vom Beginn bis zum Ende des Versuches keine Störungen auf.

Im Vergleich zum langjährigen Mittel zeichnete sich das Jahr 1991 durch relativ niedrige Niederschlagsmengen und einen trockenen Herbst aus. Die Luftfeuchtigkeit war im Jahre 1991 niedriger als 1990. In den Monaten November und Dezember 1991 herrschte eine kalte Witterung vor. Bei Minimaltemperaturen

von -5,9 °C im November und -11,7 °C im Dezember wurden 10 bzw. 19 Frosttage beobachtet. Im Januar wurden an 14 Tagen Minustemperaturen gemessen. Aufgrund dieser ungünstigen Witterungsbedingungen wurde der Versuch insgesamt auf 60 Tage (von 25.10 bis 22.12 1991) begrenzt, um die Verfütterung von fütterungsuntauglichem Klee gras-Gemenge zu vermeiden. Folgende Witterungsverläufe wurden in den betreffenden Versuchsmonaten in der Versuchsfeld-Wetterstation-Giessen gemessen.

Übersicht 35: Monatsmittelwerte an Klimadaten in den Versuchsmonaten von August 1991 bis Januar 1992 (Versuch 2)

Monat	Niederschlag in mm	Luftfeuchtigkeit in %	Temperatur in °C
August 1991	3,9	61,7	19,6
September	39,3	67,7	16,1
Oktober	35,3	79,0	8,6
November	51,7	84,0	4,5
Dezember	44,3	83,0	0,5
Januar 1992	17,6	79,2	1,8

4.4.2 Nährstoffgehalte der Futterkomponenten

In Übersicht 36 ist die Zusammensetzung der verwendeten Einzelfuttermittel und Kraftfuttermischungen angegeben. Die Einzeldaten der Nährstoffgehalte und der Gerüstsubstanzen sind in den Tabellen 24A und 25A im Anhang aufgeführt. Der Verlauf der Nährstoffeinlagerung während der Vegetationsphase ist in Abbildung 3 dargestellt.

Wie aus Abbildung 3 hervorgeht, stieg der Trockenmassegehalt des Klee gras-Gemenges im Vegetationsverlauf von 11 auf 18 % i.d.FM. Weiterhin wies das verwendete Klee gras-Gemenge mit durchschnittlich 22 % XP i.d.TM (Übersicht 36) einen hohen Eiweißgehalt und mit ca. 17 % XF i.d.TM einen vergleichsweise günstigen Gehalt an strukturierter Rohfaser auf. Mit zunehmendem Reifezustand zeigte das Klee gras-Gemenge eine abnehmende Tendenz im Rohproteingehalt. So fielen die Rohproteingehalte im Laufe der Vegetation von 26 % auf 20 % i.d.TM. Den höchsten Wert zeigten die Proben 1 und 2 (25 und 26 % XP) im sehr frühen Schnitzeitpunkt. Der mittlere Rohfettgehalt im Klee gras lag bei 3,8 % i.d.TM. Der mittlere Rohaschegehalt des Klee gras-Gemenges war mit nahezu 20 % i.d.TM sehr hoch, da das frische Klee gras bei ungünstigen Witterungsbedingungen teilweise mit Erde verschmutzt war. Die Klee grasproben zeigten im Mittel 7,8 % HCLuA

(Sand) mit 10,1 % Maximal- und 2,1 % Minimalwerten (Anhangstabelle 24 A).

Übersicht 36: Analytisch ermittelte Gehalte an Nährstoffen und Bruttoenergie (GE) der verwendeten Futtermittel (Versuch 2)

Futter		TM %	OM	XP in %	XL der	XF TM	XX	XA	GE MJ/kg TM
Einzelfutter:									
Kleegras M		14,3	80,3	22,2	3,8	16,6	37,7	19,7	15,9
(n = 20)	SD	2,2	2,3	1,6	0,4	0,9	2,4	2,3	0,8
Heu		90,7	91,1	11,8	2,9	25,5	50,9	8,9	17,7
Gerste		88,6	97,5	11,3	2,8	4,5	79,0	2,5	18,0
Sojaschrot		87,2	93,0	56,2	1,5	7,4	28,0	7,0	19,3
Rapsschrot		86,5	91,4	38,2	4,6	15,6	32,9	8,6	19,3
(behandelt)									
Weizenkleie		90,9	93,3	16,5	3,4	12,7	61,1	6,7	18,7
Mischfutter:									
Gruppe I		84,9	91,7	16,8	2,8	5,0	67,1	8,3	17,4
Gruppe II		85,0	91,0	16,7	3,7	7,4	63,2	9,0	17,5
Gruppe III		85,1	91,3	8,8	2,0	5,0	75,4	8,7	17,2

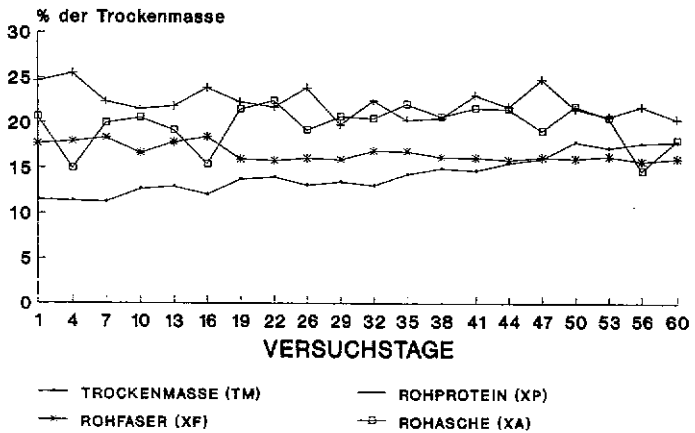


Abbildung 3: Rohnährstoffgehalte im Klee-Gras-Gemenge von Ende Oktober bis Ende Dezember 1991 (n = 20)

Das als Strukturlieferant eingesetzte Heu wies einen Rohfasergehalt von 26 % i.d.TM auf. Die stärkereiche Gerste stellte mit 79 % N-freien Extraktstoffen eine gute Energiequelle dar. Als Eiweißquelle in den Kraftfuttermischungen diente Sojaextraktionsschrot mit 56 % XP-Gehalt und Rapsextraktionsschrot (formaldehydbehandelt) mit 38 % XP-Gehalt i.d.TM. Weizenkleie wurde als traditionelle Futtergrundlage der semi-ariden Klimate als weitere Komponente in den Kraftfuttermischungen eingesetzt. Die Kraftfuttermischungen bewegten sich mit etwa 17 MJ/kg Bruttoenergie in ähnlichen Bereichen. Die Mischungen I und II hatten mit ca. 17 % einen nahezu doppelt so hohen Gehalt an Rohprotein (XP) wie die Mischung III (9 % XP).

4.4.3 Mineralstoffgehalt des Klee gras-Gemenges

Die Analyse der Mengen- und Spurenelementgehalte in den Klee gras-Gemengeproben (n = 20) ist in Übersicht 37 aufgeführt.

Übersicht 37: Mittlere Gehalte an Mengen- und Spurenelementen in Klee gras von Ende Oktober bis Ende Dezember 1991 (n = 20)

	Mengelemente (g/kg TM)					Spurenelemente (mg/kg TM)			
	Ca	P	Mg	Na	K	Fe	Zn	Mn	Cu
M	10,3	4,48	2,66	3,58	29,4	4632	51,1	158,5	11,8
SD	2,6	0,42	0,25	1,54	4,8	1804	5,8	49,9	1,0
Max.	16,1	5,12	3,06	5,97	39,8	7010	65,7	231,9	13,5
Min.	6,4	3,85	2,15	1,26	22,4	781	42,2	75,9	10,6

Das Klee gras-Gemenge erwies sich mit ca. 10 g Ca/kg TM und 4,5 g P/kg TM als Ca- und P-reiche Futterpflanze. Bei den analysierten Ca-Gehalten des Klee gras-Gemenges waren Schwankungen von Probe zu Probe zu erkennen. Das Verhältnis von Ca zu P (2,3:1) ist mit konventionellen Grundfuttermitteln in guter Übereinstimmung. Der Magnesiumgehalt lag mit etwa 2,7 g/kg TM im Normalbereich, ebenso der Na- und K-Gehalt. Der Eisengehalt zeigte erhebliche Schwankungen, die auf die Verschmutzung mit Boden zurückzuführen sein dürften. Die Zink- und Kupferkonzentrationen lagen mit 51 bzw. 12 mg/kg TM im Normalbereich. Der mittlere Mn-Gehalt betrug etwa 158 mg/kg TM. Die Einzeldaten der Mineralstoffe sind in Tabelle 26A im Anhang aufgeführt.

4.4.4 Nitratgehalt des Klee-gras-Gemenges

Die mittels HPLC ermittelten Nitratgehalte in den Klee-gras-Gemengeproben sind in Übersicht 38 und die Einzelergebnisse in Tabelle 4A im Anhang angegeben.

Übersicht 38: Durchschnittliche, minimale und maximale Nitratgehalte in den Klee-gras-Gemengeproben (in % der FM und TM)

Probenmaterial	TM %	n	M	Nitratgehalt (%)		
				SD	Min.	Max.
Klee-gras-Gemenge	14,3	20	0,10	0,04	0,03	0,18
	100	20	0,73	0,03	0,19	1,49

Der Verlauf des Nitratgehaltes (HPLC-Methode) in den Klee-grasproben von Ende Oktober 1991 bis Ende Dezember 1991 ist in Abbildung 4 dargestellt.

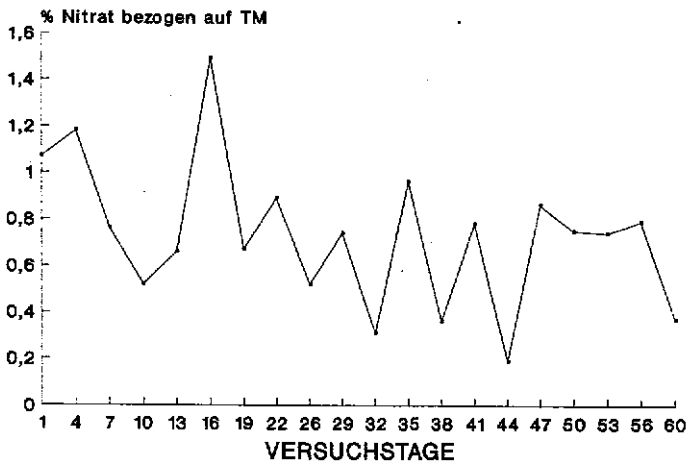


Abbildung 4: Nitratgehalt in Klee-gras-Gemenge von Ende Oktober bis Ende Dezember 1991 (i.d.TM)

Wie aus Übersicht 38 hervorgeht, wies das Klee-gras-Gemenge im Laufe des Aufwuchses einen mittleren Nitratgehalt von 0,73 % i.d.TM mit Maximalwerten vor etwa 1,5 % und Minimalwerten von ca. 0,2 % i.d.TM auf. Die höchsten Nitratwerte wurden in den Proben 2 (4. Versuchstag) und 6 (16. Versuchstag) festgestellt.

4.4.5 Mastleistungsergebnisse

4.4.5.1 Futter- und Nährstoffaufnahme

Die von den Lämmern verzehrten Nährstoff- und Futtermengen sind in Bezug auf TM, XP, OM und StE in Übersicht 39 und die Einzelergebnisse in Tabelle 27A im Anhang dargestellt.

Übersicht 39: Mittlerer Verzehr an TM, OM und XP (g/Tag/Tier) sowie StE über Klee gras-Gemenge, Heu und Mischfutter (Versuch 2)

Futtermittelverzehr	Versuchsgruppe (n = 6/Gruppe)					
	I		II		III	
	M	SD	M	SD	M	SD
TM-Aufnahme aus:						
Klee gras-Gemenge	-	-	-	-	519,3	28,3
Heu	181,5	0,0	176,7	4,7	31,6	0,0
Mischfutter	720,4	1,0	743,2	5,4	386,8	5,8
Gesamtaufnahme	901,9	1,0	919,9	7,3	937,7	6,7
OM-Aufnahme aus:						
Klee gras-Gemenge	-	-	-	-	416,7	22,9
Heu	165,3	0,0	160,9	4,3	29,0	0,0
Mischfutter	660,6	0,9	676,5	4,9	353,4	5,3
Gesamtaufnahme	825,9	0,9	837,5	6,7	799,1	5,8
XP-Aufnahme aus:						
Klee gras-Gemenge	-	-	-	-	114,1	6,2
Heu	21,4	0,0	20,9	0,6	3,8	0,0
Mischfutter	120,9	0,2	124,1	0,9	32,0	0,5
Gesamtaufnahme	142,3	0,2	145,0	1,1	149,9	1,5
StE-Aufnahme aus:						
Klee gras-Gemenge	-	-	-	-	327,3	17,9
Heu	82,4	0,0	80,2	2,2	14,4	0,0
Mischfutter	571,2	0,8	567,5	4,2	312,9	4,7
Gesamtaufnahme	653,6	0,8	647,7	4,7	654,6	6,7
			I-II	I-III	II-III	
TM-Aufnahme			***	***	***	
OM-Aufnahme			*	***	***	
XP-Aufnahme			**	***	***	
StE-Aufnahme			-	-	-	

Die Gesamttrockenmasse-Aufnahme in den Gruppen I und II betrug 902 bzw. 920 g/Tag. Die mit frischem Klee gras versorgten Tiere (Gruppe III) zeigten mit 938 g/Tag höhere TM-Aufnahmen. Zwischen allen drei Versuchsgruppen bestanden dabei statistisch gesicherte Differenzen ($p < 0,05$). Bezüglich der OM-Aufnahme unterschied sich die Gruppe I (Sojaschrot) signifikant ($p < 0,05$) von der Gruppe II,

und die Gruppe III höchstsignifikant ($p < 0,001$) von den Gruppen I und II. Die mittlere XP-Aufnahme betrug in Gruppe I 142 g/Tag, in Gruppe II 145 g/Tag und in Gruppe III 150 g/Tag, wobei zwischen allen drei Versuchsgruppen statistisch gesicherte Differenzen bestanden.

Bezüglich der Energieaufnahme (StE) bestanden zwischen den Versuchsgruppen keine signifikanten Differenzen ($p > 0,05$).

4.4.5.2 Tägliche Zunahme und Futtermittelverwertung (Versuch 2)

In Übersicht 40 sind die Anfangs- und Endgewichte sowie die mittleren täglichen Zunahmen während der 60tägigen Fütterungsperiode in Versuch 2 dargestellt. Darüber hinaus werden die relativen täglichen Zunahmen berechnet, wobei die Kontrollgruppe (Gruppe I) als Bezugsbasis (100 %) diente.

Übersicht 40: Lebendmasse und tägliche Zunahme der Lämmer bei Beginn und Ende des Versuchs 2 ($n = 6/\text{Gruppe}$)

Versuchsgruppe		Anfangs- gewicht (kg)	End- gewicht (kg)	Tägliche Zunahme (g)	Tägliche Zunahme (Rel., %)
I	M	20,5	34,7	235,8	100
	SD	2,7	2,6	23,7	
II	M	20,7	34,5	231,1	98
	SD	2,3	1,5	27,5	
III	M	21,1	32,1	183,9	82
	SD	2,1	2,7	24,6	
I-II		-	-	-	
I-III		-	-	*	
II-III		-	-	*	

Die Tiere der Soja- (I) und Rapsschrotgruppe (II) erreichten in der Mastperiode mittlere tägliche Zunahmen von 236 g bzw. 231 g und lagen damit um etwa 50 g/Tag höher als die Lämmer der Klee grasgruppe (III). So war die tägliche Zunahme der Klee grasgruppe (III) signifikant ($p < 0,05$) gegenüber der Kontrollgruppe (I) bzw. Rapsschrotgruppe (II) reduziert. Zwischen der Versuchsgruppen I und II bestanden keine signifikanten Differenzen.

Der Futteraufwand wurde als kg TM- und OM-Aufnahme pro kg Zuwachs berechnet sowie die PER (kg Zuwachs/kg XP-Aufnahme) ermittelt (Übersicht 41).

Übersicht 41: Futteraufwand und PER (kg Zuwachs/kg XP-Aufnahme) im Versuch 2 (n = 6/Gruppe)

Kriterien		Versuchsgruppe		
		I	II	III
Futteraufwand:				
TM (kg/kg Zuwachs)	M	3,86	4,03	5,17
	SD	0,41	0,48	0,67
	Rel., %	100	104	134
OM (kg/kg Zuwachs)	M	3,54	3,67	4,40
	SD	0,37	0,44	0,58
	Rel., %	100	104	124
Energieaufwand:				
kStE/kg Zuwachs	M	2,80	2,84	3,60
	SD	0,30	0,34	0,48
	Rel., %	100	101	129
PER (kg Zuwachs/ kg XP-Aufnahme)	M	1,66	1,59	1,23
	SD	0,17	0,19	0,16
	Rel., %	100	96	74
		I-II	I-III	II-III
TM (kg/kg)		-	**	**
OM (kg/kg)		-	*	(*)
kStE (kg/kg)		-	**	*
PER (kg/kg)		-	***	**

Wie aus Übersicht 41 hervorgeht, bestanden zwischen der Soja- (I) und Rapsschrotgruppe (II) bezüglich des TM- bzw. OM- und Energie-Aufwandes sowie der PER-Werte keine signifikanten Differenzen. Tendenziell lag jedoch die Gruppe I etwas besser als die Gruppe II. Der TM- bzw. OM-Aufwand wurde durch die Verfütterung von Klee gras-Gemenge in Gruppe III signifikant gegenüber der Sojaschrot- und der Rapsschrotgruppe verschlechtert.

Der Energieaufwand - berechnet auf Basis StE - war in der Klee grasgruppe (III) mit 3,60 kStE für 1 kg Gewichtszuwachs signifikant verschlechtert gegenüber den Gruppen I und II. Die Werte für den XP-Aufwand - gemessen als PER - unterschieden sich in der Sojaschrot- (Gruppe I) und formaldehydbehandelten Rapsschrotgruppe (II) mit 1,66 und 1,59 höchstsignifikant bzw. hochsignifikant von denen der Klee grasgruppe III (PER = 1,23).

4.4.6 Ergebnisse der Blutuntersuchungen

4.4.6.1 Harnstoff- und Gesamteiweißgehalte

Übersicht 42 zeigt die Harnstoff- und Gesamteiweißgehalte des Blutplasmas an den vier Entnahmetermenen des Versuches 2.

Übersicht 42: Harnstoff- und Gesamteiweißgehalte des Blutplasmas der Lämmer im Versuch 2 (n = 6/Gruppe)

Harnstoffgehalt des Plasmas (mg/dl)

Versuchsgruppe		Versuchstag			
		0	20	40	60
I	M	26,6	35,8	56,1	40,8
	SD	3,3	11,4	6,8	2,2
II	M	26,2	42,4	54,2	50,0
	SD	2,0	8,0	5,5	9,6
III	M	27,1	28,5	42,4	32,2
	SD	3,1	3,4	7,5	7,1
	I-II	-	-	-	-
	I-III	-	-	*	-
	II-III	-	*	*	**

Gesamteiweißgehalt des Plasmas (g/dl)

Versuchsgruppe		Versuchstag			
		0	20	40	60
I	M	6,40	5,76	6,09	6,15
	SD	0,33	0,40	0,16	0,39
II	M	6,60	6,18	6,35	6,33
	SD	0,54	0,68	0,66	0,33
III	M	6,30	6,25	5,73	5,90
	SD	0,28	0,55	0,47	0,44

keine signifikanten Differenzen

Zu Versuchsbeginn wurden in allen Versuchsgruppen relativ niedrige Plasma-Harnstoff-Konzentrationen (26-27 mg/dl Plasma) gemessen. Bei der 2. Blutentnahme (20. Versuchstag) bestanden bezüglich des Harnstoffgehaltes im Plasma zwischen den Gruppen II (Rapsschrot) und III (Klee gras) signifikante Unterschiede ($p < 0,05$).

Die Klee gras-Gruppe (III) zeigte mit 42,4 mg Harnstoff/dl am 40. Versuchstag signifikant ($p < 0,05$) niedrigere Harnstoff-Konzentrationen als die Soja-Gruppe (I) (56,1 mg/dl) und die Rapsschrot-Gruppe (II) (54,2 mg/dl). Am 60. Versuchstag war die Konzentration an Harnstoff bei den mit Klee gras-Gemenge gefütterten Tieren hochsignifikant niedriger als bei den Tieren der Rapsschrot-Gruppe (50 mg/dl).

Wie aus Übersicht 42 ebenfalls hervorgeht, wurden bei den Gesamteiweiß-Konzentrationen des Blutplasmas zu keinem Zeitpunkt signifikante Gruppendifferenzen gefunden. Allerdings lag Gruppe III (Klee gras) am 40. und 60. Versuchstag tendenziell etwas niedriger als Gruppe I und II. Auf die gesamte Fütterungsperiode bezogen zeigte die Gruppe II (geschütztes Rapsschrot) in der Tendenz höhere Konzentrationen an Gesamteiweiß als die Kontrollgruppe I.

4.4.6.2 Glucosegehalte

Die Gehalte an Glucose im Blutplasma (Übersicht 43) stiegen während des 60-tägigen Versuchsverlaufs an. So lagen die Plasma-Glucosekonzentrationen bei Versuchsbeginn in allen Gruppen tendenziell niedriger als an den anderen Versuchstagen. In der Soja-Gruppe (I) war dabei der deutlichste Anstieg des Blutglucosespiegels in den ersten 40 Versuchstagen feststellbar. Dennoch war zwischen den einzelnen Versuchsgruppen über den 60-tägigen Versuchszeitraum keine signifikante Gruppendifferenz zu verzeichnen.

Übersicht 43: Glucosegehalt des Blutplasmas von Lämmern in Versuch 2
(n = 6/Gruppe)

Glucosegehalt des Plasmas (mg/dl)

Versuchsgruppe		Versuchstag			
		0	20	40	60
I	M	63,9	70,5	81,4	80,7
	SD	2,4	3,1	4,9	5,1
II	M	62,3	75,1	74,4	77,1
	SD	3,5	4,8	8,7	7,1
III	M	61,3	71,4	76,8	77,0
	SD	2,2	3,3	3,8	4,5

keine signifikanten Differenzen

4.4.6.3 Gesamtlipid- und Triglyceridgehalte

Die mittleren Gesamtlipid- und Triglycerid-Konzentrationen des Blutplasmas sind in Tabelle 44 zusammengestellt. Es läßt sich entnehmen, daß für keine der Gruppen ein vom Gesamtverlauf abweichendes Verhalten der Gesamtlipid-Konzentration vorlag. Die Gesamtlipid-Konzentrationen des Plasmas lagen bei allen Gruppen am 20. Versuchstag niedriger als an den anderen Versuchstagen.

Übersicht 44: Gesamtlipid- und Triglyceridgehalte des Blutplasmas der Lämmer im Versuch 2 (n = 6/Gruppe)

Gesamtlipidgehalt des Plasmas (mg/dl)

Versuchsgruppe		Versuchstag			
		0	20	40	60
I	M	245,7	198,2	216,3	247,1
	SD	23,0	11,5	16,1	8,0
II	M	260,7	197,6	201,7	243,8
	SD	40,0	24,5	18,0	10,1
III	M	250,0	196,6	197,2	237,2
	SD	30,7	17,3	7,1	25,8

keine signifikanten Differenzen

Triglyceridgehalt des Plasmas (mg/dl)

Versuchsgruppe		Versuchstag			
		0	20	40	60
I	M	19,0	17,5	19,4	19,2
	SD	3,5	3,1	5,1	3,5
II	M	17,5	21,4	20,1	23,4
	SD	0,6	2,4	2,2	2,6
III	M	16,5	18,0	16,2	18,1
	SD	1,6	2,6	0,9	3,4
I-II		-	(*)	-	-
I-III		-	-	-	-
II-III		-	-	-	*

Die Triglycerid-Konzentration im Blutplasma wies im Versuchsverlauf einen kontinuierlichen Anstieg in der Rapsschrotgruppe (II) auf. Am 20. Versuchstag lag die Konzentration an Triglyceriden in der Gruppe (II) tendenziell höher als in Gruppe (I). Zum Versuchsende (60. Versuchstag) war ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) zwischen der Rapsschrot- (II) und der Klee gras-Gruppe (III) feststellbar.

Die Gruppe III (Kleegras) zeigte jedoch, bezogen auf die gesamte Fütterungsperiode, gegenüber der Sojaschrot (I)- und der Rapsschrotgruppe (II) niedrigere Gesamtlipide bzw. Triglyceride.

4.4.7 Ergebnisse der Pansensaftuntersuchungen

4.4.7.1 pH-Wert und Konzentration an Ammoniak und flüchtigen Fettsäuren

Die mittleren pH-Werte sowie Ammoniak- und FFS-Konzentrationen des Pansensaftes vor und nach der Fütterung sind in Übersicht 45 dargestellt. Die dargestellten Ergebnisse des Pansensaftes zeigen, daß die NH_3 -Konzentration im Pansensaft in allen Gruppen nach der Fütterung anstieg. Die pH-Werte lagen vor der Fütterung in allen Gruppen bei ca. 7,5 und sanken postprandial ab. Weder vor der Fütterung noch nach der Fütterung konnten dabei signifikante Differenzen zwischen den einzelnen Versuchsgruppen festgestellt werden. Vor der Fütterung waren bei der ruminalen Ammoniak-Konzentration hochsignifikante Differenzen ($p < 0,01$) zwischen der Kleegras- (III) und der Soja- (I) bzw. Rapsschrotgruppe (II) zu verzeichnen. Die Gruppe I (8,9 mmol/l) unterschied sich kaum von Gruppe II (8,5 mmol/l), lag jedoch in der Tendenz etwas höher. Nach der Fütterung differierten die NH_3 -Konzentrationen im Pansensaft in allen Versuchsgruppen höchstsignifikant ($p < 0,001$). So wurde die ruminale NH_3 -Konzentration durch die Verfütterung von Kleegras-Gemenge in Gruppe III höchstsignifikant ($p < 0,001$) gegenüber den Versuchsgruppen I und II erhöht. Die NH_3 -Konzentration in Gruppe II (geschütztes Rapsschrot) war außerdem auch höchstsignifikant ($p < 0,001$) niedriger als in Gruppe I.

Der Essigsäureanteil im Pansensaft der Kleegrasgruppe (III) lag vor der Fütterung mit ca. 58 Mol % signifikant niedriger ($p < 0,05$) als der der Rapsschrotgruppe (II) mit 63 Mol % sowie tendenziell ($p < 0,10$) niedriger als der der Sojagruppe (I) mit 62 Mol %. Bei der Propionsäure waren keine signifikanten Differenzen feststellbar. Bei der Buttersäure-Konzentration waren zwischen Gruppe III (14 Mol %) und Gruppe I (6,2 Mol %) bzw. Gruppe II (6,0 Mol %) höchstsignifikante ($p < 0,001$) Differenzen zu beobachten. Der Gehalt an Gesamt-FFS lag vor der Fütterung in der Kleegrasgruppe (III) mit ca. 56 mmol/l am höchsten und hochsignifikant ($p < 0,01$) über den Versuchsgruppen I (48 mmol/l) und II (46 mmol/l). Nach der Fütterung bewegte sich der Anteil an Essigsäure im Pansensaft zwischen 64 Mol % (Gruppe II) und 61 Mol % (Gruppe III). Der Propionsäureanteil lag mit 17 Mol % bei der

Sojagruppe (I) am höchsten und bei der Rapsgruppe (II) mit 15 Mol % am niedrigsten. Es konnten allerdings weder für die Essig- und Propionsäure noch für die Buttersäure signifikante Differenzen zwischen den Versuchsgruppen festgestellt werden. Die Konzentration an Gesamt-FFS war nach der Fütterung in der Sojagruppe (I) mit 135 mmol/l signifikant höher als in der Rapsgruppe (II) mit 122 mmol/l ($p < 0,05$). Die Klee grasgruppe (III) lag mit 130 mmol/l dazwischen.

Übersicht 45: pH-Werte und Gehalt an Ammoniak und flüchtigen Fettsäuren des Pansensaftes der Lämmer im Versuch 2

Pansenkenndaten		Versuchsgruppe (n = 6/Gruppe) ^x					
		I		II		III	
		Vor	Nach	Vor	Nach	Vor	Nach
pH-Wert	M	7,57	5,96	7,57	6,00	7,43	6,17
	SD	0,23	0,10	0,23	0,08	0,33	0,37
NH ₃ -Gehalt (mmol/l)	M	8,93	12,7	8,49	9,99	6,32	19,9
	SD	0,70	0,5	0,72	0,87	0,39	1,3
Essigsäure (C2, Mol %)	M	61,8	61,7	63,3	63,7	58,4	60,5
	SD	3,2	2,5	2,4	3,1	1,5	3,4
Propionsäure (C3, Mol %)	M	24,0	16,8	23,4	14,9	21,2	17,3
	SD	2,3	3,2	2,0	1,7	2,3	1,6
I-Buttersäure (I-C4, Mol %)	M	2,03	0,81	1,74	1,09	1,32	1,29
	SD	0,46	0,37	0,51	0,26	0,35	0,11
Buttersäure (C4, Mol %)	M	6,2	16,6	5,8	15,8	14,4	17,0
	SD	2,1	2,0	1,1	1,1	2,8	2,0
I-Valeriansäure (I-C5, Mol %)	M	1,68	0,35	1,60	0,57	1,42	0,56
	SD	0,45	0,18	0,39	0,08	0,39	0,13
Valeriansäure (C5, Mol %)	M	4,31	3,77	4,23	4,00	3,30	3,24
	SD	0,86	0,71	0,81	0,72	0,88	1,80
Gesamt-FFS (mmol/l)	M	48,2	134,8	46,0	122,2	55,7	130,4
	SD	3,1	5,3	3,3	6,3	5,1	6,7

	I	-	II	I	-	III	II	-	III
pH-Wert	-		-	-		-	-		-
NH ₃	-		***	**		***	**		***
C2	-		-	(*)		-	*		-
C3	-		-	-		-	-		-
I-C4	-		-	*		*	-		-
C4	-		-	***		-	***		-
I-C5	-		-	-		-	-		-
C5	-		-	-		-	-		-
GFFS	-		*	**		-	**		-

^xWerte stammen von Pansensaftproben am 50. Versuchstag vor und 2,5 h nach dem Fütterungsbeginn

4.4.8 Schlachtkörperbewertung nach Klee grasfütterung

In Übersicht 46 sind die Kriterien für die Schlachtkörper-Beurteilung der am Ende des 60tägigen Versuches geschlachteten 3 bzw. 6 Lämmer je Gruppe dargestellt.

Übersicht 46: Schlachtwertdaten und Punktebewertung der Lämmer am 60. Versuchstag in Versuch 2

Schlachtwertdaten		Versuchsgruppe		
		I (n = 3)	II (n = 3)	III (n = 6)
Nüchterngewicht, kg	M	34,7	34,5	32,1
	SD	2,6	1,5	2,7
Schlachtgewicht, kg (warm)	M	16,4	16,4	15,2
	SD	1,0	1,3	1,5
Schlachtausbeute, %	M	47,6	47,8	47,3
	SD	1,6	1,2	1,7
Kotelettfläche, cm ²	M	14,2	15,0	14,0
	SD	0,9	0,7	1,4
Nierenfett, g	M	365,3	340,3	288,3
	SD	107,1	44,1	86,8
Ausbildung von Keulen (x 3)	M	4,0	4,0	3,8
	SD	1,0	1,0	1,2
Rücken-Lenden (x 3)	M	4,0	4,0	3,5
	SD	1,0	1,0	1,1
Kamm-Schulter (x 2)	M	4,0	4,0	3,2
	SD	1,0	1,0	0,8
Fettabdeckung (x 1)	M	3,0	3,3	3,3
	SD	0,0	0,6	0,8
Nierenfett (x 1)	M	2,3	2,3	2,3
	SD	0,6	0,6	0,8
Bewertungspunkte (Gesamtpunkte, max.50)	M	37,3	37,7	34,0
	SD	8,0	8,5	7,2
Handelsklassenpunkte (E=0,5; I=1; II=2; III=3)	M	1,2	1,2	1,7
	SD	0,8	0,8	0,8

keine signifikanten Differenzen

Schlachtgewicht, Schlachtausbeute, Kotelettfläche und Nierenfett zeigten keine signifikanten Differenzen zwischen den Versuchsgruppen. Die Schlachtgewichte

der Tiere bewegten sich zwischen 15,2 und 16,4 kg. Die Schlachtausbeute lag zwischen 47,3 und 47,8 %. Für das Nierenfettgewicht zeichnete sich die Tendenz ab, daß die Sojagruppe (I) mit im Mittel 365 g etwas stärker verfettet war. Die Klee gras-Gruppe (III) hatte mit 288 g den geringsten Nierenfettanteil.

Wie aus Übersicht 46 weiterhin zu entnehmen ist, ergab die Punktebewertung von Keulen, Rücken-Lenden, Kamm-Schulter, Fettabdeckung und Nierenfett über die einfaktorielle Varianzanalyse ebenfalls keine gesicherten Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen. Hierbei erhielten die Soja- (I) und Rapsschrotgruppe (II) bei der Ausbildung von Keulen, Rücken-Lenden und Kamm-Schulter mit jeweils 4 Punkten die tendenziell höhere Notierung, während bei den Klee gras-Tieren (III) mit 3,8 Punkten eine etwas niedrigere Bewertung vorlag. Bei der Gesamtpunktebewertung zeigte die Soja- und Rapsschrotgruppe mit 37 Punkten in der Tendenz höhere Werte gegenüber der Klee gras-Gruppe (III) mit 34 Punkten.

4.4.9 Ergebnisse der Endmast nach Versuch 2

4.4.9.1 Tägliche Zunahme, Futterverwertung und Schlachtkörperbewertung

In Übersicht 47 sind die über den 21tägigen Endmastzeitraum bei den verbleibenden drei Lämmern je Gruppe erzielten Wachstumskriterien dargestellt.

Zwischen Sojaschrot- (I) und Rapsschrotgruppe (II) zeigten sich keine statistisch gesicherten Unterschiede, wobei die geringe Gruppengröße mit nur drei Tieren zu beachten ist. Die Tiere aus der Sojaschrotgruppe (I) hatten mit 249 g tendenziell bessere tägliche Zunahmen als die der formaldehydbehandelte Rapsschrotgruppe (II) mit 222 g. Weiterhin zeigte die Sojaschrotgruppe (I) bei den Parametern der Futterverwertung tendenziell bessere Ergebnisse als die formaldehydbehandelte Rapsschrotgruppe (II).

Übersicht 47: Lebendmasse, tägliche Zunahme und Futterverwertung von Lämmern über den 21tägigen Endmastzeitraum

Kriterien		Versuchsgruppe (n = 3/Gruppe)	
		I	II
Anfangsgewicht, kg	M	34,9	34,9
	SD	3,5	1,2
Endgewicht, kg	M	40,1	39,5
	SD	4,8	2,2
Tägl. Zunahme, g	M	249,2	222,2
	SD	63,4	77,6
	Rel., %	100	89
Futterverwertung:			
TM (kg/kg Zuwachs)	M	4,71	5,83
	SD	0,95	2,16
	Rel., %	100	124
OM (kg/kg Zuwachs)	M	4,32	5,30
	SD	0,87	1,96
	Rel., %	100	123
kStE/kg Zuwachs	M	3,48	4,17
	SD	0,69	1,53
	Rel., %	100	120
PER (kg Zuwachs/kg XP-Aufnahme)	M	1,01	1,16
	SD	0,37	0,35
	Rel., %	100	115

Keine signifikanten Differenzen (t-Test)

Übersicht 48 zeigt die Schlachtwertdaten der Lämmer in der Endmast.

Wie aus den Ergebnissen der Schlachtkörperbewertung am Ende des 81. Versuchstages hervorgeht, hatte keine der geprüften Rationen einen signifikanten Einfluß auf Schlachtkörper, Schlachtausbeute und Kotelettfäche sowie Nierenfettanteil. Allerdings war die Sojaschrotgruppe (I) mit 412 g Nierenfett tendenziell stärker verfettet als die Rapsschrotgruppe (II) mit 318 g. Bei der Klassifizierung der Schlachtkörper mittels Punktebewertung waren insgesamt keine gesicherten Gruppendifferenzen feststellbar. Gruppe I (Sojaschrot) zeigte jedoch in der Tendenz etwas bessere Ergebnisse als Gruppe II (geschütztes Rapsschrot).

Übersicht 48: Schlachtwertdaten und Punktebewertung der Lämmer über den 21tägigen Endmastzeitraum (Versuch 2)

Kriterien		Versuchsgruppe (n = 3/Gruppe)	
		I	II
Nüchterngewicht, kg	M	40,1	39,5
	SD	3,5	1,2
Schlachtgewicht, kg	M	20,1	19,5
(warm)	SD	2,0	0,9
Schlachtausbeute, %	M	50,3	49,4
	SD	1,0	1,4
Kotelettfläche, cm ²	M	16,7	16,8
	SD	1,3	1,4
Nierenfett, g	M	412,3	318,0
	SD	170,7	182,7
Ausbildung von			
- Keulen	M	4,3	4,0
(x 3)	SD	0,6	0,0
- Rücken-Lenden	M	4,7	4,0
(x 3)	SD	0,7	0,0
- Kamm-Schulter	M	3,7	3,7
(x 2)	SD	1,2	0,6
Fettabdeckung	M	3,3	3,0
(x 1)	SD	1,2	0,0
Nierenfett	M	2,3	3,3
(x 1)	SD	0,6	1,2
Bewertungspunkte	M	40,0	37,7
(Gesamtpunkte, max.50)	SD	4,4	2,3
Handelsklassenpunkte	M	0,7	1,0
(E=0,5;I=1;II=2;III=3)	SD	0,3	0,0

keine signifikanten Differenzen (t-Test)

4.4.10 Ergebnisse der Verdauungsversuche zu Versuch 2

4.4.10.1 Verdaulichkeit von Rohnährstoffen und Gerüstsubstanzen

Übersicht 49 zeigt die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe, der Bruttoenergie sowie der Gerüstsubstanzen des Klee gras-Gemenges und des Heues. Die Einzelergebnisse befinden sich in den Tabellen 39A, 40A und 41A im Anhang.

Übersicht 49: In vivo-Verdaulichkeit von Rohrnährstoffen, Brutto-Energie und Gerüstsubstanzen im Differenzversuch zu Versuch 2 (n = 3)

Klee gras-Gemenge 14,3 % TM				
Nährstoff/Energie/ Gerüstsubstanzen	VQ (%)		in 1 kg TM (in g)	
	M	SD	Rohnährstoff	verd.Nährstoff
TM	68,3	0,44	1000,0	582,5
OM	78,0	0,13	802,5	625,9
XP	76,3	1,05	222,4	169,7
XL	65,6	1,64	38,2	25,1
XF	70,3	1,65	166,3	116,9
XX	82,3	1,01	375,6	309,1
XA	0,0	0,00	197,5	0,0
GE	72,0	0,61	15,9 MJ	-
DE	-	-	-	11,4 MJ
NDF	58,9	1,45	372,2	219,0
NDFafr	75,9	2,19	329,2	249,9
ADF	37,2	2,55	266,9	99,2
ADFafr	71,9	3,25	225,9	162,5
ADL	0,0	0,00	22,7	0,0
Cell	88,9	0,74	203,3	180,7
HCell	85,0	1,82	103,3	87,8

Heu 90,7 % TM				
Nährstoff/Energie/ Gerüstsubstanz	VQ (%)		in 1 kg TM (in g)	
	M	SD	Rohnährstoff	verd.Nährstoff
TM	60,7	1,29	1000,0	607,2
OM	64,8	0,93	910,8	589,8
XP	61,2	3,08	118,1	72,2
XL	63,3	1,65	28,8	18,2
XF	60,3	1,00	255,0	153,6
XX	67,9	0,58	508,9	345,8
XA	19,5	6,15	89,2	17,4
GE	61,4	0,31	17,7 MJ	-
DE	-	-	-	10,8 MJ
NDF	57,9	0,95	541,7	319,6
NDFafr	50,0	0,95	538,1	322,9
ADF	38,0	2,33	270,2	102,6
ADFafr	42,4	0,85	251,3	106,7
ADL	0,0	0,00	28,6	0,0
Cell	60,8	0,44	230,3	140,0
HCell	75,4	1,06	286,8	216,3

Im Klee gras-Gemenge lag die scheinbare Verdaulichkeit der Trockenmasse bei ca. 68 %, im Heu bei 61 %. Die Verdaulichkeit der organischen Masse und des

Rohproteins in Klee gras lagen bei ca. 78 % bzw. 76 %. Die Verdaulichkeit der Bruttoenergie im Klee gras-Gemenge betrug 72 %, das Niveau der Rohfaser-Verdaulichkeit lag bei 70 %. Die NDF-Verdaulichkeit des Klee gras-Gemenges betrug 58 %, die ADF-Verdaulichkeit 37 %. Rohcellulose- und Hemicellulose-Verdaulichkeiten liegen mit 89 % bzw. 85 % beim Klee gras-Gemenge auf hohem Niveau. Für Heu ergab sich eine NDF-Verdaulichkeit von ca. 58 % und eine ADF-Verdaulichkeit von 38 %. Die Verdaulichkeit der Rohcellulose und Hemicellulose in Heu war mit 61 % bzw. 75 % niedriger als in Klee gras-Gemenge.

4.4.10.2 Berechnung des energetischen Futterwertes

Aus den verdaulichen Nährstoffen sowie den ADF- und XF-Gehalten wurden die Umsetzbare Energie (ME), die Nettoenergie-Laktation (NEL) und die Stä rkeeinheiten (StE) analog der Beschreibung in Kapitel 4.3.2 berechnet bzw. geschätzt (Übersicht 50).

Übersicht 50: Umsetzbarkeit der Energie sowie Gehalte an ME, NEL (MJ/kg TM) und StE (je kg TM) in Klee gras-Gemenge und Heu

Futter	q (%)	ME (MJ/kg TM)	NEL (MJ/kg TM)			StE (je kg TM)		
			in vivo	aus ADF	aus XF	in vivo	aus ADF	aus XF
Klee gras	62,0	9,86	6,03	6,43	6,86	627	620	681
Heu	52,1	9,19	5,41	6,39	5,89	455	615	535

Die Umsetzbare Energie des Klee gras-Gemenges lag in einem Bereich von 9,86 MJ/kg TM. Bei der Berechnung der Nettoenergie Laktation (NEL) aus den verdaulichen Nährstoffen ergibt sich ein Gehalt von 6,03 MJ NEL/kg TM. Etwa ähnliche NEL-Werte wurden aus dem ADF-Gehalt (6,43 MJ/kg TM) ermittelt, während sich anhand des XF-Gehaltes mit 6,86 MJ NEL/kg TM eine Überschätzung ergab. Die in vivo-Daten des Klee gras-Gemenges ergaben 627 StE/kg TM. Die Schätzung aus dem ADF-Gehalt lag mit 620 StE/kg TM wesentlich näher am in vivo-Wert als der aus dem XF-Gehalt geschätzte Wert von 681 StE/kg TM. Für Heu wurden aus den verdaulichen Nährstoffen 9,2 MJ ME, 5,4 MJ NEL und 455 StE je kg TM berechnet. Die Schätzung aus den XF-Gehalten und insbesondere aus den ADF-Gehalten führte dabei zu einer erheblicher Überschätzung der Energiewerte des Heues.

4.4.10.3 Pansen- und Blutergebnisse während des Klee-Gras-Gemenge-Verdauungsversuches

Übersicht 51 zeigt die ermittelten Parameter aus Pansen- und Blutproben.

Übersicht 51: Pansen- und Plasmakennndaten von Schafen während des Verdauungsversuches mit Klee-Gras-Gemenge

Kriterien		Versuchsgruppe (n = 3/Gruppe) ^X			
		Vor der Fütterung		Nach der Fütterung	
		Gemenge+Heu	Heu	Gemenge+Heu	Heu
Pansenkennndaten:					
pH-Wert	M	7,83	7,57	6,85	6,64
	SD	0,25	0,06	0,31	0,40
NH ₃ -Gehalt (mmol/l)	M	9,70	7,25	17,45	9,13
	SD	0,45	0,91	0,34	0,65
Essigsäure (Mol %)	M	69,5	69,5	69,1	71,5
	SD	0,7	1,6	1,8	2,2
Propionsäure (Mol %)	M	19,0	19,8	18,1	17,9
	SD	1,2	0,7	0,8	1,4
Iso-Buttersäure (Mol %)	M	1,81	1,64	1,51	1,21
	SD	0,12	0,21	0,45	0,22
Buttersäure (Mol %)	M	7,01	6,78	10,41	8,25
	SD	1,26	2,01	2,44	1,19
Iso-Valeriansäure (Mol %)	M	1,73	1,52	1,30	1,16
	SD	0,24	0,03	0,10	0,03
Valeriansäure (Mol %)	M	0,88	0,79	1,01	0,74
	SD	0,06	0,11	0,11	0,07
Gesamt-FFS (mmol/l)	M	46,0	50,7	79,5	79,0
	SD	0,8	2,1	2,6	2,8
Plasmakennndaten:					
Harnstoff (mg/dl)	M	36,2	20,2	37,2	21,2
	SD	0,6	1,0	0,5	0,6
Gesamt-Eiweiß (g/dl)	M	6,45	6,55	6,24	6,49
	SD	0,38	0,47	0,22	0,31
Glucose (mg/dl)	M	64,6	64,3	65,1	64,9
	SD	3,9	4,0	2,5	6,6
Gesamt-Lipide (mg/dl)	M	289,8	291,1	280,3	298,0
	SD	27,9	24,0	10,1	9,8

^XWerte stammen von Pansen- und Blutproben am 9. Tag in der Vorperiode vor und 2,5 h nach dem Fütterungsbeginn

Wie aus Übersicht 51 zu entnehmen ist, sank der pH-Wert des Pansensaftes von 7,8 bzw. 7,6 vor der Fütterung auf 6,8 bzw. 6,6 nach der Fütterung bei beiden Gruppen ab. Im Gegensatz dazu stieg die NH_3 -Konzentration im Pansensaft der mit Klee gras + Heu gefütterten Hammel von ca. 10 mmol/l vor der Fütterung auf ca. 17 mmol/l nach der Fütterung an, während bei reiner Heu-Fütterung ein NH_3 -Anstieg von 7 mmol/l auf 9 mmol/l beobachtet wurde. Bei den Anteilen an Essig-, Propion- und Buttersäure waren teilweise geringe Änderungen im Pansensaft feststellbar. Die Konzentration an Gesamt-FFS stieg bei beiden Gruppen von 46 bzw. 51 mmol/l vor der Fütterung auf 79 mmol/l nach der Fütterung an. Der Gehalt an Harnstoff bewegte sich in der Klee gras-Gruppe vor und nach der Fütterung zwischen 36 und 37 mg/dl. Die reine Heugruppe hingegen lag bei 20-21 mg/dl. Wie aus Übersicht 51 weiterhin ersichtlich ist, waren bezüglich der Gesamteiweiß-, Glucose- und Gesamtlipid-Konzentration im Plasma keine unphysiologischen Änderungen festzustellen.

4.4.10.4 N-Bilanz

Die Ergebnisse der N-Bilanz während der 10tägigen Sammelperiode zeigt Übersicht 52. Die tägliche N-Aufnahme der Klee gras + Heu-Gruppe lag bei 24 g. Die N-Ausscheidung über den Harn wurde durch die Verfütterung von Klee gras im Vergleich zu den Heu-Tieren erhöht. Der retinierte N in % der N-Aufnahme lag in der Klee gras-Gruppe mit 18 % niedriger als in der Heugruppe mit 30 %.

Übersicht 52: Mittlere N-Aufnahme, N-Ausscheidung und N-Bilanz bei Hammeln im Klee gras-Verdauungsversuch

		Klee gras + Heu (n = 3)	Heu (n = 3)
N-Aufnahme (g/Tag)	M	23,98	20,58
N-Ausscheidung			
1. Kot (g/Tag)	M	6,96	7,86
	SD	0,13	0,44
2. Harn (g/Tag)	M	12,78	6,63
	SD	0,47	0,39
N-Bilanz (g/Tag)	M	4,24	6,09
	SD	0,42	0,51
N-Bilanz (% der N-Aufnahme)	M	17,68	29,61
	SD	1,77	2,46

5 DISKUSSION

5.1 Analytische Ergebnisse von Grünraps und Klee gras

5.1.1 Rohnährstoffe und Gerüstsubstanzfraktionen

Die analytisch ermittelten Rohnährstoffgehalte der untersuchten Zwischenfrüchte Grünraps und Klee gras-Gemenge werden im folgenden mit den Literaturangaben sowie Futterwerttabellen verglichen.

Die Trockenmassegehalte der untersuchten Grünrapsproben ($n = 22$) im Versuch 1 (siehe 4.1.2) wiesen eine Variation zwischen 11 % und 14 % i.d.FM auf, wobei ein TM-Abfall zwischen dem 60. und 71. Versuchstag auffällt. Diese Schwankungen im TM-Gehalt des Grünrapses dürften durch den Witterungsverlauf (Übersicht 15) bedingt sein. So wurde in mehreren Untersuchungen darauf hingewiesen, daß die TM-Gehalte und -Erträge der Futterpflanzen im Spätherbst ganz entscheidend von den Temperaturen abhängig sind (WERMKE, 1975; BECKHOFF, 1976; JELMINI und NÖSBERGER, 1978; BERENDONK, 1982a). Die mittleren TM-Gehalte im untersuchten Grünraps stehen im Einklang mit den Untersuchungen von BECKHOFF (1976), BERENDONK (1982a) und BECKHOFF und POTTHAST (1984), die allerdings ansteigende TM-Gehalte (zwischen 7 % und 15 %) mit zunehmendem Alter feststellten. Auch die Befunde von ZOBELT (1990), die zeigten, daß sich der TM-Gehalt im Grünraps zwischen 9 % und 15 % bewegte, werden durch die vorliegenden Versuchsergebnisse bestätigt. Obwohl in den eigenen Ergebnissen kein deutlicher TM-Anstieg festgestellt wurde, stimmen die TM-Gehalte im Mittel mit den DLG-Wiederkäuertabellen (1991) überein.

Da Untersuchungen über den TM- und Nährstoff-Gehalt von Klee gras-Gemenge in der Literatur zum Vergleich kaum vorliegen, erfolgte die überschlägige Berechnung der Nährstoffkonzentration aus den prozentualen Aussaatgewichts-Anteilen von Perserklee (43 %) und Deutschem Weidelgras (57 %). Das Klee gras-Gemenge (Versuch 2) zeigte während des Vegetationsverlaufs einen kontinuierlich ansteigenden TM-Gehalt von 11 % bis 18 % i.d.FM. Dieser Befund steht in Übereinstimmung mit den Angaben der DLG-Tabellen (1991), in denen ein TM-Gehalt von 15 % bis 17 % aufgeführt wird.

Die Gehalte an organischer Masse, Rohprotein, Rohfett und N-freien-Extraktstoffen stimmen, wie in Abbildung 5 (obere Grafik) dargestellt, in den untersuchten

Grünrapsproben ($n = 22$) mit den Tabellenwerten (NAS, 1971; NEHRING et al., 1972; DLG, 1991) recht gut überein. Der Futterwert von Futterpflanzen läßt sich mit Hilfe des Rohproteingehaltes bis zu einem bestimmten Grad beurteilen. Der Gehalt an Rohprotein ist vom Entwicklungsstadium, Witterungsablauf und bei Pflanzengemischen von der botanischen Zusammensetzung abhängig (WERMKE, 1975; HÜBNER, 1971; DEMES, 1989).

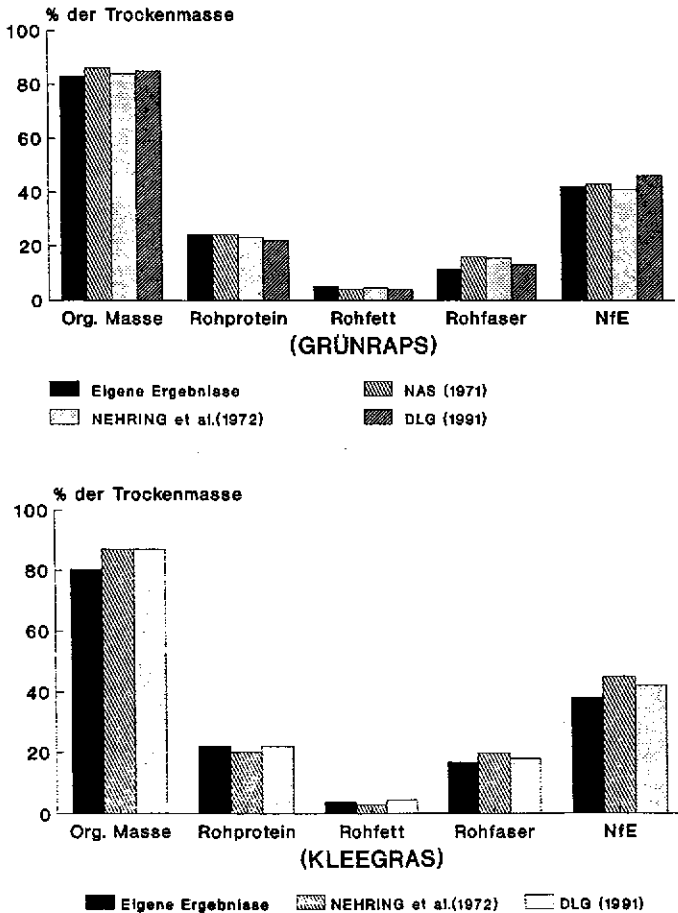


Abbildung 5: Rohnährstoffgehalte in Grünraps (obere Grafik) und in KleeGras-Gemenge (untere Grafik) im Vergleich zu Tabellenwerten (NAS, 1971; NEHRING et al., 1972; DLG, 1991).

Die Rohprotein-Gehalte der untersuchten Grünrapssproben ($n = 22$) zeigten eine Variation zwischen 21 % und 28 % i.d.TM (durchschnittlich 24 %) mit ansteigender Tendenz im Versuchsverlauf. Diese gravierenden Veränderungen der Rohprotein-Gehalte im Grünraps lassen sich so interpretieren, daß neben dem Vegetationsstadium die Witterungsbedingungen (Übersicht 15) einen Einfluß auf den XP-Gehalt haben dürften. So deuten die Untersuchungen von WERMKE (1975) darauf hin, daß eine negative Korrelation zwischen der Temperatur und dem XP-Gehalt besteht, und daß ein Anstieg der Niederschläge zu einer Erhöhung des XP-Gehaltes führt. Ergänzend weisen die Befunde von BERENDONK (1982a) darauf hin, daß die Entwicklung des Winterrapses bei niedrigen Temperaturen stagniert. In Gefäßversuchen von DEMES (1989) konnte der XP-Gehalt in jungem, extrem mit Stickstoff versorgtem Grünraps auf bis zu 40 % i.d.TM gesteigert werden. Die Untersuchungen von ZOBELT (1990), die sich auf Rapssorten der 0-Qualität (21 % XP i.d.TM) und der 00-Qualität (22 % XP i.d.TM) beziehen, werden durch die vorliegenden Daten bestätigt. BERENDONK (1982b) berichtet, daß das Blatt rohproteinreicher als der Stengel ist und dadurch die blattrreichen Sorten (Winterraps) insgesamt rohproteinreicher sind als die blattärmeren (Sommeraps). Der XP-Gehalt des Klee-gras-Gemenges aus dem Versuch 2 (Abbildung 3) fiel mit zunehmendem Vegetationsstadium von 25 % auf 20 % ab. Dies steht im Einklang mit den DLG-Tabellenwerten (1991).

Die untersuchten Grünrapssproben wiesen einen einheitlichen Rohfasergehalt von durchschnittlich 11 % auf und liegen damit um etwa 2-4 Prozentpunkte unter den Tabellenwerten (NAS, 1971; NEHRING et al., 1972; DLG, 1991). Ähnliche Befunde wurden auch von BECKHOFF (1976) und von ZOBELT (1990) mit etwa 14 % sowie von BERENDONK (1982a) mit etwa 15 % Rohfaser i.d.TM erhoben. Weiterhin zeigen die Untersuchungen von BERENDONK (1982a), daß der Rohfasergehalt im Stengel des Grünrapsses höher liegt als im Blatt. Dadurch sind die blattrreichen Winterrapssorten insgesamt rohfaserärmer als die blattarmen Sommerapssorten. Die in den eigenen Untersuchungen ermittelten niedrigen Rohfasergehalte im Vergleich zu den Tabellenwerten könnten auf ein günstigeres Blatt-Stengel-Verhältnis der eingesetzten Winterrapssorten zurückzuführen sein.

Wie aus Abbildung 5 ebenfalls ersichtlich ist, liegen die Resultate der eigenen Untersuchungen bei der organischen Masse und der NfE-Fraktion etwa 5-7 Prozentpunkte unter den Tabellenwerten. Der durch die Verschmutzung erhöhte Rohaschegehalt der Proben scheint die Ursache für den gegenüber den Literaturangaben reduzierten Gehalt an organischer Masse und NfE zu sein.

Aus den Befunden zur Nährstoffkonzentration im Grünraps kann geschlossen werden, daß die niedrigen Trockenmasse- und Rohfaser-Gehalte sowie die relativ hohen Rohproteinwerte, wie sie im Verlauf der Fütterungsversuche in den Monaten Oktober bis Mitte Dezember 1990 aufgetreten sind, bei der Verfütterung von Grünraps in der Wiederkäuerernährung ohne gleichzeitigen Einsatz von rohfaserreicher Beifütterung zu ernährungsphysiologischen Problemen führen können (BÜENFELD, 1985; ZOBELT, 1990; SCHULTE-SIENBECK, 1992). Diese Problematik dürfte, bedingt durch die höhere TM-Aufnahme, in der Rinderfütterung noch größere Bedeutung haben als in der Lämmerfütterung.

Wie aus Abbildung 6 hervorgeht, ergeben die Gerüstsubstanz-Analysen bei Grünraps mit 24 bzw. 21 % einen niedrigeren NDF- bzw. ADF-Gehalt in der Trockenmasse als bei Klee gras-Gemenge (37 bzw. 27 %), wie auch WAGENER (1989) festgestellt hat. Bezüglich der Analysenvorschrift ist anzunehmen, daß der Ascheanteil jeweils in den Gerüstsubstanzfraktionen enthalten ist (GOERING und VAN SOEST, 1970; RANFFT et al., 1976). Entsprechend wurden auch die vorliegenden Ergebnisse der Detergentienfraktionen mit dem jeweiligen Ascheanteil (Anhangstabelle 2A und 25A) dargestellt.

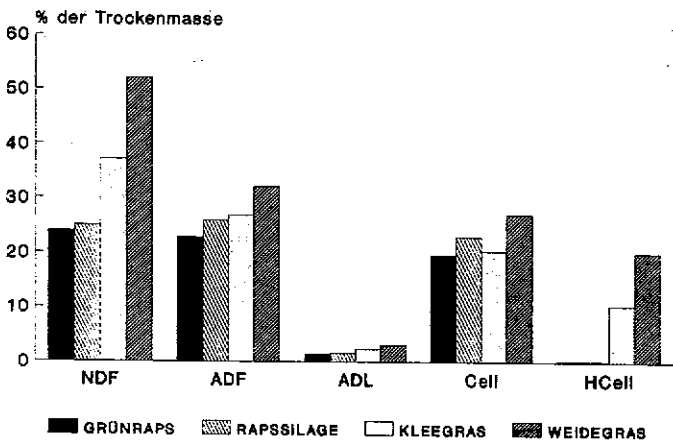


Abbildung 6: Mittlere Gehalte an Gerüstsubstanzen in Grünraps und in Klee gras-Gemenge im Vergleich zu Rapssilage (WAGENER, 1989) und Weide gras (RANFFT et al., 1976)

Der Anteil der Hemicellulose (HCell) bei Klee gras-Gemenge liegt mit rund 10 % der Trockenmasse im Vergleich zu Literaturwerten relativ niedrig (KIRCHGESSNEF

und KELLNER, 1981; SCHÖNER und PFEFFER, 1985). Der Gehalt an Hemicellulose in Grünraps ist in Übereinstimmung mit den Ergebnissen von WAGENER (1989) außerordentlich gering.

Obwohl die Hemicellulose nach der Weender-Analyse wegen ihrer Löslichkeitseigenschaften überwiegend in der NfE-Fraktion erfaßt wird und beim Wiederkäuer als gut verdaulich angesehen wird, gibt es in der Literatur sehr unterschiedliche Auffassungen bezüglich ihrer Struktur und Verwertbarkeit (VAN SOEST, 1967). VAN SOEST (1964) teilt die Hemicellulose in zwei Gruppen, nämlich einen lignifizierten und einen ligninfreien Anteil, ein. Anhand der Detergentienanalyse läßt sich vermuten, daß es sich bei den sehr geringen Gehalten an Hemicellulose in Grünraps um eine analytisch nicht völlig einheitliche Gruppe handelt, die zum Teil in der Ligningruppe (ADL) miteinfaßt wird. Diese Vermutung stützt sich auch auf Untersuchungen von VAN SOEST (1964).

Der nach VAN SOEST ermittelte Anteil an Ligninen lag im Grünraps bei 1,4 % der TM. Er liegt damit niedriger als der im Klee-Gras-Gemenge mit 2,3 % der TM und der in heterogen zusammengesetzten Grundfuttermitteln von 3,7 % (n = 46) bis 4,2 % (n = 80) der Trockenmasse (KIRCHGEßNER et al., 1977; KIRCHGEßNER und KELLNER, 1981).

Der mit etwa 20 % i.d.TM im Grünraps und Klee-Gras-Gemenge ermittelte Durchschnittswert für Rohcellulose (Cell) nimmt eine mittlere Stellung im Vergleich zu den von KIRCHGEßNER und KELLNER (1981) sowie SCHÖNER und PFEFFER (1985) für eine Vielzahl von Grundfuttermitteln angegebenen Werten ein.

5.1.2 Nitrat- und Glucosinolatgehalt

Aus Übersicht 53 und den Abbildungen 2 und 4 geht hervor, daß die Nitrat- (n = 22) und Glucosinolat-Gehalte (n = 4) in der untersuchten Rapsgrünmasse und ebenfalls der Nitratgehalt im Klee-Gras-Gemenge (n = 20) gravierende Schwankungen aufweisen, die laut Literaturangaben offensichtlich nicht nur auf das jeweilige Vegetationsstadium, sondern auch auf die Witterungsbedingungen (Übersicht 15 und 35) zurückzuführen sein dürften (LIEBENOW, 1971a; WEISSBACH und HEIN, 1976; VETTER und STEFFENS, 1977; WIESNER et al., 1979). So zeigen die Befunde von MARQUARD et al. (1988) und DEMES (1989), daß unter ungünstigen Vegetationsbedingungen die Nitrat- und Glucosinolatgehalte von Grünraps nachhaltig beeinflußt werden. Erfahrungen von

WIESNER (1985) zeigen, daß im Frühjahr bei der Beweidung junger und stark mit Stickstoff gedüngter Futterpflanzen nach einer kalten Witterung mit hohen Nitratgehalten gerechnet werden muß. Ebenfalls wurde von MESZAROS (1980) bei ungünstigen Witterungsbedingungen im Grünraps ein bis zu dreieinhalbfach höherer Nitratgehalt ermittelt als unter günstigen Bedingungen. Vergleichbare Befunde von HÖRNICKE et al. (1974) und WIESNER (1985) deuten hingegen darauf hin, daß außer Temperaturschwankungen auch eine trockene Sommerwitterung zu einer nachfolgenden starken Nitratspeicherung in Futterpflanzen führt.

Übersicht 53: Vergleich der Glucosinolate (Grünraps) und Nitratgehalte in Grünraps und Klee gras-Gemenge nach verschiedenen Literaturangaben und eigenen Ergebnissen

Futter/Sorte	NO ₃ (% der TM)	GSL (µmol/g TM)			Autor
		Alkenyl	Indol	Gesamt	
GÜNRAPS :					
Libraska-00					
(Xylenol)	1,49	2,12	0,73	2,85	Eigene Ergebnisse
(HPLC)	0,99	-	-	-	
Belinda-0	5,40	7,50	3,26	10,76	DEMES (1989)
Arabella-00	5,23	1,50	4,91	6,41	
Rubin-00	4,58	1,31	2,92	4,23	
Santana-00	2,00	1,82	2,05	3,87	
Liragrün-0	0,08	8,50	6,00	14,50	ZOBELT (1990)
Liratop-00	1,06	0,65	0,77	1,42	
Akela-00	-	20,0	10,0	30,0	STEPHANI (1985)
Petranova-00	-	29,0	6,0	35,0	
Grünraps	1,93	-	-	-	PÖHLMANN (1981)
Grünraps	2,00	-	-	-	MESZAROS (1980)
GEMENGE:					
Klee gras					
(HPLC)	0,73	-	-	-	Eigene Ergebnisse
D. Weidelgras					
1.Nutzung	0,28	-	-	-	ELLES (1989)
2.Nutzung	0,73	-	-	-	

Die bei der Nitratanalyse im Grünraps gewonnenen Ergebnisse zeigen, daß die Xylenol-Methode vergleichsweise höhere Nitratwerte als die HPLC-Methode aufweist. Aufgrund der methodischen Schwierigkeiten und des hoher

Arbeitsaufwandes erscheint daher die Nitratbestimmung mit 1, 2, 4-Xylenol nach BALKS und REEKERS (1960) nicht empfehlenswert, falls eine HPLC-Anlage vorhanden ist. Auf jeden Fall sollte bei vergleichender Betrachtung der Nitratwerte von Futterpflanzen die Methodik berücksichtigt werden.

Die höchsten Nitratgehalte in der untersuchten Rapsgrünmasse wurden sowohl nach der Xylenol-Methode als auch mittels HPLC bei am 7., 32. und 47. Versuchstag entnommenen Proben festgestellt. PÖHLMANN (1981) fand einen mittleren Gehalt von $1,93 \pm 1,6 \text{ \% NO}_3 \text{ i.d.TM}$ ($n = 18$) mit der semiquantitativen Schnellmethode (Testsatz) in Grünraps. In Untersuchungen von ZOBELT et al. (1986) wurde festgestellt, daß die Nitrat-Konzentration des Grünrapses (Xylenol-Methode) im Herbst bis zu ca. $4,6 \text{ \% i.d.TM}$ erreichen kann. Auch in Versuchen von MARQUARD et al. (1988) konnten ähnlich hohe Nitratgehalte in den Blättern junger Rapspflanzen festgestellt werden. Bei Freilandversuchen von DEMES (1989) ergaben sich für die Sorten Belinda (0-Qualität), Arabella bzw. Rubin (00-Qualität) Nitratgehalte von $1,22 \text{ \%}$, $0,52 \text{ \%}$ bzw. $1,06 \text{ \% i.d.TM}$ (Xylenol-Methode). Die entsprechenden Glucosinolatgehalte dieser Sorten betrugen $21,8$, $11,9$ bzw. $6,5 \text{ }\mu\text{mol/g TM}$ und liegen damit sehr erheblich über den eigenen Ergebnissen. Demgegenüber ergaben die Untersuchungen von ZOBELT (1990) für die 0-Sorte Liragrün $0,78 \text{ \%}$ und die 00-Sorte Liratop $1,06 \text{ \% NO}_3$ sowie $14,5$ bzw. $1,42 \text{ }\mu\text{mol Glucosinolat/g TM}$. In diesem Fall liegt der Glucosinolatgehalt bei 00-Sorte Liratop niedriger als in den vorliegenden Analysenergebnissen.

Über den kritischen Grenzwert des GSL-Gehaltes in der Rapsgrünmasse, ab dem Schädigungen beim Wiederkäuer beobachtet werden, gibt es in der Literatur wenig Hinweise. Nach Angaben von GUSTINE und JUNG (1985) sind weniger als $7 \text{ }\mu\text{mol GSL-Gehalt/g TM}$ als unbedenklich anzusehen, so daß in den eigenen Fütterungsversuchen bei Lämmern kein negativer Effekt auf die Gesundheit der Tiere zu erwarten war. Die eigenen Beobachtungen ergaben keinen Hinweis auf negative Auswirkungen des mit $2,85 \text{ }\mu\text{mol/g TM}$ relativ niedrigen Glucosinolatgehaltes des verfütterten Grünrapses.

Wie in Übersicht 53 dargestellt, zeigen die Literaturangaben über den NO_3 -Gehalt verschiedener Futterpflanzen große Schwankungen, die wahrscheinlich auf die unterschiedliche Höhe der N-Düngung und den Witterungsverlauf zurückzuführen sind. So können die Ergebnisse der verschiedenen Autoren nur bedingt miteinander verglichen werden, da die Nitratgehalte in Grünraps und in Klee-gras-Gemenge nicht immer durch Angaben über Sorte, N-Düngungsniveau, Nutzungszeit und analytische Methode ergänzt werden.

Die kritische Grenze des Nitratgehaltes im Futter, von der an Schädigungen beim Wiederkäuer auftreten, wird kontrovers diskutiert und bewegt sich zwischen 0,5 und 3 % in der Trockenmasse (TE VELDE, 1967; LIEBENOW, 1971a,b; WEISSBACH und HEIN, 1976; LOTTHAMMER et al., 1982; WIESNER, 1984). Hauptgrund der auseinandergehenden Literaturangaben dürften vermutlich verschiedene Versuchsbedingungen sein, da die Nitrittoxizität beim Wiederkäuer durch die Energie-, Mineral- und Vitaminversorgung, Aufnahmegeschwindigkeit und Pansenbedingungen wie pH-Wert beeinflusst wird (MESZAROS, 1980; LOTTHAMMER et al., 1982; ROTH-MAIER, 1984; WIESNER, 1985).

Nach MESZAROS (1980) sollten Zwischenfrüchte, die mehr als 2 % Nitrat i.d.TM enthalten, nicht verfüttert werden. Demgegenüber können aber von 1,2 bis 1,6 % NO_3 i.d.TM enthaltende Zwischenfrüchte nach einer Angewöhnungszeit in mäßigen Gaben und dann in den darauffolgenden Tagen schrittweise unter bestimmten Bedingungen gesteigert (bei gleichzeitigem Einsatz von kohlenhydrat-, mineral- und vitaminreichem Beifutter) und an nicht trächtige Tiere verfüttert werden (WEISSBACH und HEIN, 1976; WIESNER et al., 1979; MESZAROS, 1980; WIESNER, 1984). Weiterhin können überschüssige nitratreiche Futtermengen einsiliert werden, da etwa 30 % des Nitrats bei der Silierung verloren gehen (WEISSBACH und HEIN, 1976; MESZAROS 1980; LOTTHAMMER, et al., 1982).

Die Nitratanalyse von Gemenge aus Persischem Klee und Deutschem Weidelgras zeigt, daß das Gemenge mit 0,73 % NO_3 i.d.TM einen niedrigeren Gehalt aufweist als Grünraps. Nach Angaben von ELLES (1989) enthält Deutsches Weidelgras zwischen 0,28 und 0,73 % NO_3 i.d.TM.

Aus dem Literaturvergleich läßt sich feststellen, daß der Nitratgehalt im Grünraps mit etwa 1,5 % i.d.TM weitgehend als bedenklich und im Klee gras-Gemenge mit 0,73 % i.d.TM als unbedenklich eingestuft werden kann. Die relativ hohen Nitratgehalte in Grünraps und Klee gras dürften auf die ungünstigen Witterungsbedingungen (Trockenheit und Kälte) zurückzuführen sein (Übersicht 15 und 35). Die höchsten analysierten Nitratgehalte lagen im Grünraps mit etwa 3,2 % (Xylenol-Methode) bzw. 2,9 % (HPLC) i.d.TM wesentlich höher als im Klee gras mit 1,5 % (HPLC). Damit werden die Gefahren bei der Verfütterung von nitratreichen Grünraps, besonders bei Energie-, Mineral- und Vitaminmangel in der Ration unterstrichen. In den eigenen Untersuchungen wurden allerdings auch bei den nur mit Grünraps versorgten Tieren (Gruppe IV) keine Gesundheitsstörungen beobachtet.

5.1.3 Mengen- und Spurenelemente

Wie in Abbildung 7 dargestellt, wiesen die Grünrapsproben mit Rohaschegehalten von 14 - 20 % i.d.TM hohe Werte auf. Nach BERENDONK (1982b) liegt der Rohaschegehalt im Raps bei frühem Erntetermin zwischen 18 und 19 % i.d.TM und in späterem Vegetationsstadium zwischen 13 und 15 %. In einigen eigenen Grünrapsproben waren die Gehalte an Rohasche offensichtlich durch Verschmutzung etwas überhöht (Übersicht 16). So wurde durch Analyse der salzsäureunlöslichen Asche (HCLuA) festgestellt, daß die Grünrapsproben ($n = 22$) aus dem Herbst 1990 mit ungünstigen Witterungsbedingungen etwa $4 \pm 1,6$ % HCLuA enthielten (Anhangstabelle 1A). BECKHOFF und POTTHAST (1984) gehen von einem normalen Aschegehalt von 12 - 13 % i.d.TM aus und finden einen Verschmutzungsgrad (HCLuA) für Grünraps zwischen 4 % und 13 % i.d.TM im Zusammenhang mit ungünstigem Witterungsablauf als durchaus realistisch.

Der Rohaschegehalt der analysierten 20 Klee grasproben zeigte mit Werten zwischen 15 - 23 % i.d.TM im Durchschnitt um etwa 8 % höhere Werte als in der Literatur angegebenen (DLG, 1991). Auch hier waren die Gehalte an Rohasche durch Verschmutzung erhöht. Ein normaler Aschegehalt von 12 - 13 % errechnet sich, wenn die in den Klee grasproben aus dem Herbst 1991 im Mittel analysierten $7,8 \pm 2,3$ % HCLuA in Abzug gebracht werden (Anhangstabelle 24A). Als Ursache der erhöhten Verschmutzung in den Klee grasproben können vor allem die ungünstigen Erntebedingungen (z.B. nasser Boden), zum Teil aber auch die Erntetechnik angeführt werden. Unter den klimatischen Verhältnissen in Deutschland ist ein Verschmutzungsgrad von bis zu 10 % bei der Ernte und Bergung von verschiedenen Silagen durchaus häufig anzutreffen (BECKHOFF, 1971; BECKHOFF, 1976; BECKHOFF und POTTHAST, 1984).

Der Ca-Gehalt des Grünrapses liegt im Durchschnitt um etwa 2 bis 4 g/kg TM unter dem DLG-Tabellenwert (1973). Eine gute Übereinstimmung zwischen den untersuchten 22 Grünrapsproben und dem DLG-Tabellenwert zeigt sich beim P- und in etwa auch beim Mg-, K- und Na-Gehalt. Mangan- und Kupfergehalte des Grünrapses stimmen ebenfalls mit den DLG-Tabellenwerten (1973) überein. Im Gegensatz dazu zeigt der Zink-Gehalt mit 42 mg/kg TM weit höhere Werte als die Literatur (22 mg/kg TM, DLG, 1973). Bei der Bestimmung von Eisen zeigten sich große Schwankungen. Der Fe-Gehalt des Grünrapses liegt mit durchschnittlich 1489 mg/kg TM um etwa das Zweifache höher als die Literaturwerte (WAGENER, 1989; DLG, 1973). Der höhere Eisengehalt in den Grünrapsproben dürfte auf den bereits erwähnten Verschmutzungsgrad zurückzuführen sein. Auf eine

gründlichere Reinigung der Analysenproben als die der verfütterten Proben wurde bewußt verzichtet, um eine Aussage über das tatsächlich verzehrte Gut ableiten zu können.

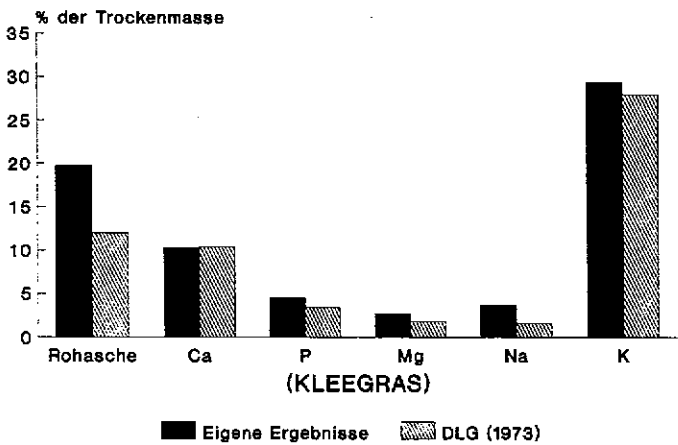
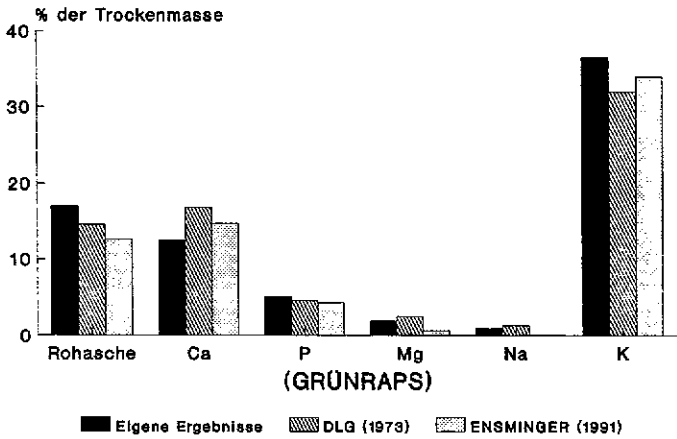


Abbildung 7: Rohasche- und Mineralstoffgehalte in Grünraps (obere Grafik) und Klee gras (untere Grafik) im Vergleich zu Literaturwerten (DLG 1973; ENSMINGER et al., 1990).

Der Ca-Gehalt des Klee gras-Gemenges stimmt mit den DLG-Tabellenwerten überein. Die Mg- und K-Konzentrationen hingegen liegen um etwa 1 g/kg TM

leicht höher als die Tabellenwerte. Der Na-Gehalt liegt etwa doppelt so hoch. Demgegenüber war der Fe-Gehalt offensichtlich wiederum durch Verschmutzung überhöht. Zn-, Mn- und Cu-Gehalte stehen relativ gut in Übereinstimmung mit Angaben der DLG-Tabelle (1973).

Außer den absoluten Gehaltswerten interessieren bestimmte Mineralstoffverhältnisse. Vor allem das Ca:P-Verhältnis ist von besonderer Bedeutung. Es sollte einen Grenzwert von 4:1 möglichst nicht überschreiten (KIRCHGESSNER, 1987). Die Ergebnisse zeigen, daß dieser Grenzwert mit durchschnittlich 2,4:1 (Grünraps) bzw. 2,2:1 (Kleegras) keineswegs erreicht wird.

Hinsichtlich des Verschmutzungsgrades ist eine Arbeit von HEALY (1967) und McGRATH (1982) von Interesse. Diese Autoren stellten nämlich fest, daß die Sandaufnahme während der Beweidung in den Wintermonaten bei Schafen bis 400 g/Tag und bei Rindern bis 1600 g/Tag betragen kann. Im vorliegenden Fall wurde durch die Verfütterung von Grünraps (Versuch 1) durchschnittlich zwischen 9,4 g/Tag (Gruppe III) und 16,1 g/Tag (Gruppe IV) Sandaufnahme und durch die Verfütterung von Kleegras-Gemenge (Versuch 2) 40,5 g/Tag (Gruppe III) Sandaufnahme festgestellt.

Die Kenntnis des Mineralstoffgehaltes ist von erheblichem Interesse, da durch eine Fehlerernährung mit Mineralstoffen Gesundheitsstörungen bzw. Leistungsdepressionen entstehen können (PALLAUF, 1983; KIRCHGESSNER, 1987). Der Vergleich des in der Literatur beschriebenen Mineralstoffbedarfes wachsender Lämmer (DLG, 1982) mit den hier ermittelten Gehalten (Übersicht 17 und 37) zeigt, daß der Bedarf an Mineralstoffen bei 1 kg TM-Aufnahme aus Grünraps bzw. Kleegras und 200 g täglichen Zunahmen gedeckt wird. Bei der vergleichenden Berechnung der zur Deckung des Bedarfes anzustrebenden Konzentration an Mineralstoffen im Grundfutter für Milchkühe bei 10 kg TM-Aufnahme aus Grundfutter und 10 kg Milchleistung/Tag (PALLAUF, 1983) ergeben sich bei Grünraps und Kleegras-Gemenge so günstige Gehalte an den Mengenelementen Ca, P, Mg und Na, daß bei ihrer Verfütterung keine Mangelsituationen zu erwarten sind. Weiterhin wird bei Zugrundelegung der Empfehlungen der GfE (1986) für Milchrinder (bis 10 kg Milch/Tag) der Bedarf an Spurenelementen (Fe, Zn, Cu und Mn), abgesehen von Cu bei Kleegras-Gemenge, durch die Verfütterung von Grünraps und Kleegras-Gemenge teilweise gedeckt. Auf der anderen Seite ist zu berücksichtigen, daß die bedarfsdeckende Zufuhr der Mengen- und Spurenelemente bei Lämmern mit über 200 g Tageszunahmen durch die alleinige Verfütterung von Grünraps bzw. Kleegras-Gemenge aus Zwischenfruchtanbau

nicht sichergestellt werden kann. Daher sollte der fehlende Bedarf mit einem Mineralfutter bzw. entsprechend mineralisiertem Kraftfutter ausgeglichen werden.

5.2 Vergleichende Fütterungsversuche mit Grünraps und Klee gras

5.2.1 Rationsgestaltung

In der Intensivlämmernast wird das Mastendgewicht von 40-45 kg bei durchschnittlichen täglichen Zunahmen von mehr als 300 g im Alter von 4-5 Monaten erreicht. Die hohe Wachstumsgeschwindigkeit von Lämmern in der Intensivmast erfordert eine konzentrierte Nährstoffversorgung, die im wesentlichen mit Kraftfutter gedeckt wird. Neben dem Kraftfutter ist aus physiologischen Gründen etwas wirtschaftseigenes Futter nötig, damit der Verdauungstrakt genug strukturierte Rohfaser erhält. Der optimale Rohfasergehalt wird beim Schaf mit etwa 12 % i.d.TM ungefähr um ein Drittel niedriger als bei der Milchkuh angegeben. Eine geringe Heumenge von täglich etwa 50 bis 100 g wird daher bei Mastlämmern empfohlen. Höhere Grundfuttergaben würden andererseits die Aufnahme an Kraftfutter und somit die täglichen Zunahmen vermindern (AGDE et al., 1973; FRIESECKE, 1984; KIRCHGESSNER, 1987).

Die Kraftfuttermischung nach Normtyp soll in der Intensivmast der Lämmer mindestens 16 % Rohprotein (13 % verdauliches Rohprotein) und 650 StE enthalten (KOCH et al., 1989). TREACHER und PENNIG (1970) berichten, daß bezüglich Rohprotein in der Kraftfuttermischung 18 % bei 15 kg LM, 14 % bei 30 kg LM und 12 % bei 40 kg LM in Großbritannien nach ARC-Standard als geeignet erscheinen. In Untersuchungen von AGDE et al. (1973) wurde festgestellt, daß durch Steigerung des Rohproteingehaltes des Kraftfutters von 18 % auf 22 % und ein Eiweiß (DXP):StE-Verhältnis von 1:3,7 bis 1:4,8 in der Ration keine Verbesserung bei den täglichen Zunahmen und der Futterverwertung erzielt werden. So empfiehlt die DLG (1982) ein Eiweiß (DXP):StE-Verhältnis von 1:5. In Untersuchungen von BAUER und BURBKART (1970) konnte festgestellt werden, daß das Nährstoffverhältnis in der Intensivmast für eine gute Futterverwertung und hohe tägliche Zunahmen in einem Lebendmassebereich von 18 bis 27 kg 1:4,1 betragen und dann von 27 kg bis Mastende (ca. 40 kg) auf 1:5,5-6,0 erweitert werden sollte. Die in Versuch 1 verwendeten Kraftfuttermischungen zeigten ein Eiweiß (DXP):StE-Verhältnis von 1:5 bis 1:5,2. Die in der anschließenden Endmast verwendeten Kraftfuttermischungen zeigten ein Eiweiß:StE-Verhältnis von 1:4 bis 1:4,2. In Versuch 2 hatten die Mischungen der Gruppe Sojaschrot (I) un-

Rapsschrot (II) ein Eiweiß (DXP):StE-Verhältnis von 1:4. Die in allen Kraffttermischungen bevorzugt verwendete Getreideart war Gerste mit relativ hohem Anteil von 65-95 %.

In der Lämmermast mit wirtschaftseigenem Grundfutter wird im Vergleich zur Intensivmast das Krafftter aus Kostengründen möglichst sparsam verwendet. Die entwöhnten Lämmer können auch mit weniger Krafftter und mehr mit Grundfutter gemästet werden, wenn genügend wirtschaftseigenes Futter zur Verfügung steht und die Schlachtkörperqualität keine entscheidende Rolle spielt (KIRCHGESSNER, 1987; SCHLOLAUT und WACHENDÖRFER, 1992). Im Lämmermastversuch 1 wurde Weizenstroh als strukturierte Rohfaser eingesetzt. Hier übte das Stroh im wesentlichen zwei Funktionen aus. Zum einen kann es durch seinen hohen Gehalt an für Wiederkäuer weitgehend aufschließbarer Cellulose zu dessen Energieversorgung beitragen, zum anderen ist es eine für die Stabilisierung der Fermentationsprozesse im Pansen unverzichtbare Strukturkomponente (KLENKE et al., 1984; FLACHOWSKY, 1987). Außerdem hat Getreidestroh als Futtermittel in den Entwicklungsländern traditionell aufgrund des wenig entwickelten Futteranbaus bzw. Mangels an anderem Grundfutter eine wesentlich höhere Bedeutung als in Ländern mit hohen Leistungen in der Tierproduktion (ERKEK et al., 1991; WAGENER, 1990; WALES et al., 1990). Getreidestroh wird in zunehmendem Maße in den semi-ariden Klimaten unter bestimmten Bedingungen (z.B. als Beifutter zu jungem Grünfutter, bei geringen Leistungen der Wiederkäuer, hohem Krafftter- und Harnstoffeinsatz) bei der Fütterung von Wiederkäuern erfolgreich eingesetzt (KELLNER und KIRCHGESSNER, 1980; BERGNER et al., 1982; FLACHOWSKY, 1987; DOYLE und PANDAY, 1990; WALES et al., 1990).

FLACHOWSKY (1987) konnte aus zahlreichen Untersuchungen ableiten, daß der Strohanteil in der Ration aufgrund der hohen Ansprüche an die Energiekonzentration in der Intensiv-Lämmermast nicht über 30 % betragen soll, da Tageszunahmen und Schlachtausbeute durch höhere Strohanteile signifikant verschlechtert werden. In Versuch 1 wurde gehäckseltes Weizenstroh in einer Menge von 18 % bis 32 % der TM der Tagesration aufgenommen.

Es ist bekannt, daß Wiederkäuer aus NPN-Quellen (Nicht-Protein-Stickstoff) wie Harnstoff über Pansenmikroorganismen Protein synthetisieren können. Für den Harnstoffeinsatz beim Wiederkäuer geben KAEMMERER (1968) und KEMPTON et al. (1977) einen tolerierbaren Anteil in der Ration von 2 % bis 6 % in der TM an. FLACHOWSKY (1976, 1987) geht aufgrund zahlreicher Untersuchungen davon aus, daß eine höhere Strohaufnahme und bessere Zellwandverdaulichkeit durch

die Zulage von bis zu 2,5 % Harnstoff in strohreichen Rationen erzielt werden kann. Im Lämmermastversuch 1 wurden 2,1 % Harnstoff, in der anschließenden Endmast 2,3 % Harnstoff im Kraftfutter eingesetzt. Da MIRA und KAY (1983a,b) und FLACHOWSKY (1976, 1987) bei Verabreichung hoher Mengen an NPN-Verbindungen wie Harnstoff in strohreichen Rationen eine Schwefelergänzung erforderlich sehen, wurde die Mischung II in Versuch 1 mit 0,5 % CaSO_4 ergänzt.

5.2.2 Futteraufnahme, Wachstum und Futterverwertung

In den vorliegenden Versuchen sollte in Bezug auf das Fütterungsniveau ein Kompromiß gefunden werden. Bei einem Intensiv-Lämmermastversuch wird in der Regel das Futter ad libitum angeboten, damit möglichst hohe tägliche Zunahmen erzielt werden können. In den eigenen Untersuchungen hingegen erfolgte eine restriktive Nährstoffverabreichung, um Fütterungsverfahren wie in den semi-ariden Klimaten der Türkei zu simulieren. Infolgedessen können aufgrund der verschiedenen Versuchsbedingungen die vorliegenden Ergebnisse bezüglich der täglichen Zunahmen und der Futterverwertung nur bedingt mit den Literaturangaben verglichen werden, da in den meisten Fällen über Wachstumsversuche bei Lämmern im Sinne einer Intensivmast mit einer ad lib.-Fütterung berichtet wird.

5.2.2.1 Grünrapsfütterung (Versuch 1)

Bei der nur mit Grünraps versorgten Gruppe (IV) in Versuch 1 waren Futteraufnahme, Wachstum und Futterverwertung der Lämmer gegenüber den jeweiligen Vergleichsgruppen signifikant herabgesetzt (Übersicht 21). So wurde durch die Verfütterung von Grünraps ohne energetische Ergänzung (Gruppe IV) zu einer rohfaserreichen Ration die Gewichtsentwicklung der Lämmer mit 75 g/Tag gegenüber den Kontrolltieren (I) mit 133 g/Tag um etwa 44 % reduziert. Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit den Grünraps-Fütterungsversuchen von BARRY et al. (1981), die durchschnittliche Tageszunahmen von 87 g bis 132 g/Tier an wachsenden Lämmern in einem Lebendmassebereich von 23 kg erzielten. Unter australischen Bedingungen ermittelten SPURWEY et al. (1974) in mehrjährigen Beweidungsversuchen mit Grünraps mittlere Tageszunahmen von 62 g bis 116 g/Tier. Dies wurde ebenfalls in Beweidungsversuchen von REID et al. (1991) an Lämmern mit unter 100 g/Tag der Zunahme beobachtet. Höhere Zunahmen stellten BARRY et al. (1981) und FORSS und BARRY (1983) in neuseeländischen

Untersuchungen an Lämmern mit 117-150 g/Tier und Tag fest. Bei den Daten zur Futteraufnahme läßt sich erkennen, daß die nur mit Grünraps versorgten Tiere zwar ausreichend Rohprotein, aber nicht genügend Energie zur Verfügung hatten. Die durch den Grünrapseinsatz bedingten reduzierten Gewichtszunahmen in Gruppe IV dürften in erster Linie auf einen Mangel an verfügbarer Energie zurückzuführen sein. Dabei ist naheliegend, daß im Energie-Mangel neben der Tageszunahme auch die Futterverwertung verschlechtert ist.

Durch die Verfütterung von Grünraps mit Energieergänzung aus Gerste sowie Strohgabe zum Rohfaserausgleich wurde die Lebendmasseentwicklung der Lämmer mit 106 g/Tier und Tag in Gruppe III gegenüber den Kontrolltieren (I) nur um etwa 20 % vermindert. So führte die Zulage von Gerste als Energie-Ergänzung zu Grünrapsrationen (Gruppe III) im Vergleich zur Gruppe IV, die keine energetische Ergänzung erhielt, zu einer signifikanten Verbesserung der täglichen Zunahmen und der Futterverwertung. Im Vergleich zu den eigenen Ergebnissen fand ZOBELT (1990) in ad lib.-Fütterungsversuchen mit Kraftfutter- und Heu-Ergänzung bei zu Versuchsbeginn 30 kg schweren Lämmern durchschnittliche Tageszunahmen von 196 g/Tier bei der Verfütterung der 0-Sorte Liragrün und von 236 g/Tier bei der Verfütterung der 00-Sorte Liratop. Bessere Ergebnisse wurden in den ad lib.-Fütterungsversuchen von DANIEL und ZOBELT (1986) bei zu Versuchsbeginn über 30 kg schweren Lämmern mit Sojaschrot- und Heuergänzung beobachtet. Hier verringerten sich die Tageszunahmen mit der Abnahme der Verdaulichkeit der organischen Masse in Grünraps von 400 g/Tag auf 200 g/Tag. Von positiven Effekten einer Gerste- bzw. Sojaschrot-Ergänzung bei ausgewachsenen Schafen berichten VIPOND et al. (1982).

Aus den erzielten Ergebnissen kann geschlossen werden, daß es in der Grünrapsgruppe mit Energieausgleich (III) mit den erreichten Tageszunahmen von 106 g/Tier gelungen war, den Nährstoffbedarf für die Deckung des Erhaltungsbedarfs sowie eine Zunahme von etwa 100 g pro Lamm und Tag bereitzustellen. So erscheinen die beiden Grünrapsgruppen (III und IV) im Vergleich mit Literaturangaben bezüglich der Tageszunahmen und der Futterverwertung als durchaus den Erwartungen entsprechend, wobei vor allem die nur mit Grünraps versorgte Gruppe (IV) mit 75 g/Tag insgesamt unbefriedigende Zunahmen aufwies.

Eine vergleichende Gruppendarstellung bezüglich der Gesamtzunahme und Futterverwertung der Lämmer im Versuch 1 (obere Grafik) und im Versuch 2 (untere Grafik) ist in Abbildung 8 aufgeführt.

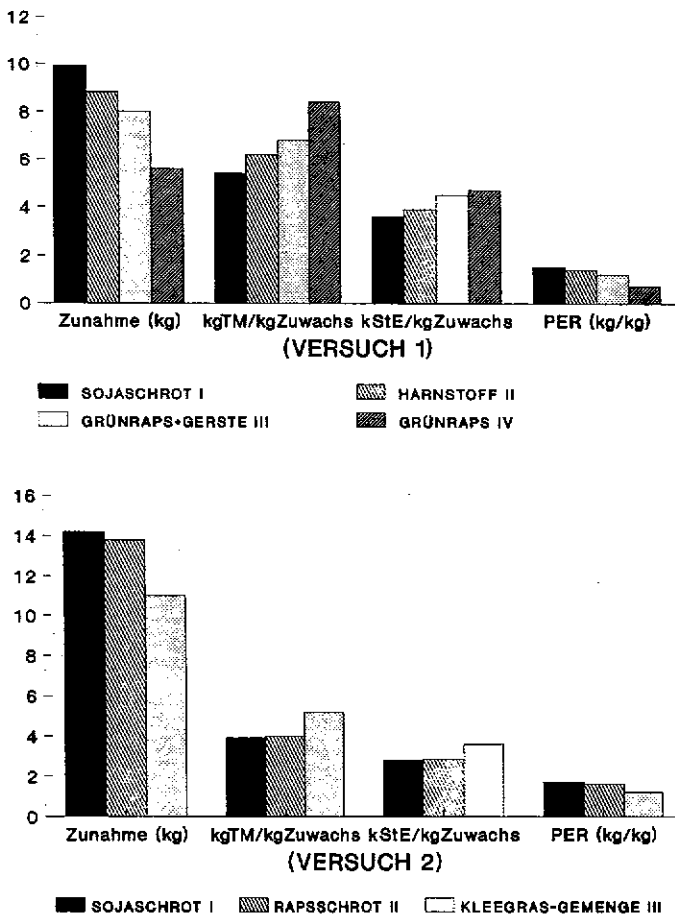


Abbildung 8: Gruppenvergleich der Gesamtzunahmen und der Futterverwertung wachsender Lämmer im Versuch 1 (obere Grafik) und im Versuch 2 (untere Grafik)

Im Vergleich dazu waren bei der Harnstoffgruppe (II) im Versuch Futteraufnahme, Gewichtsentwicklung und Futterverwertung der Lämmer gegenüber den Kontrolltieren (I) nicht signifikant unterschiedlich (Übersicht 21 und 22). Im Austausch von Sojaprotein konnten durch die Zulage von 2,1 % Harnstoff zum Kraftfutter (Gruppe II) die tägliche Zunahme, Futteraufnahme und

Futterverwertung gegenüber Gruppe IV signifikant und gegenüber Gruppe III immerhin noch tendenziell verbessert werden. Die signifikant besten Ergebnisse in der Futteraufnahme, Tageszunahme und Futterverwertung erbrachte erwartungsgemäß die Kontrollgruppe (I), die etwa 17 % Sojaextraktionsschrot im Kraftfutter erhielt. Niedrigere Tageszunahmen wurden in Untersuchungen von FARRIES (1979) beobachtet, in denen durch den Einsatz von 2,9-4,4 % Harnstoff im Vergleich zu 5-15 % Sojaextraktionsschrot Gewichtszunahmen bei restriktiver Fütterung von Schwarzkopf-Texel-Lämmern von 69 g (Harnstoff) und 88 g (Sojaschrot) ermittelt wurden. Der Energieaufwand betrug bei der Harnstoffzulage 5,8 und bei der Sojaschrotzulage 4,6 kStE/kg Zuwachs. Vergleichbare Ergebnisse fanden PFEFFER et al. (1979) bei restriktivem Futterangebot mit einer Kraftfutterration, die 0,5-1,8 % Harnstoff bzw. 20 % Sojaschrot enthielt, bei Schwarzkopf-Merino-Lämmern im Bereich von 20 kg LM mit Tageszunahmen von 87 g bis 242 g und einer Futterverwertung von 4,2 bis 6,9 (kg TM/kg Zuwachs). Ähnliche Ergebnisse zeigten Untersuchungen von ADELMANN (1990) bei einer Zulage von 19 % Sojaschrot bzw. 2,5 % Harnstoff zum Kraftfutter wachsender Lämmer bei ad lib.-Fütterung. Die dort erzielten Tageszunahmen von 196 g bzw. 192 g, bei einer Futterverwertung von 4,3 bzw. 4,5 kg TM/kg Zuwachs und die PER-Werte von 1,40 bzw. 1,26 können durch die vorliegenden Versuchsergebnissen der Sojaschrot- (I) und Harnstoffgruppe (II) bestätigt werden.

Der Verlauf der Lebendmasseentwicklung zeigt in den ersten Versuchstagen im Versuch 1 eine Wachstumsverzögerung (Anhangstabelle 6A), wie sie ADELMANN (1990) ebenfalls beobachtete. Diese Wachstumsverzögerung dürfte von der zu Versuchsbeginn restriktiven Futterzuteilung verursacht worden sein.

In Übereinstimmung mit Literaturergebnissen, die sich auf Versuche mit wachsenden Lämmern bei restriktiver Fütterung beziehen, wurde somit auch bei der vorliegenden restriktiven Fütterung ein positiver Effekt einer Harnstoff-Zulage zu einer Ration aus Kraftfutter und hohem Weizenstroh-Anteil auf Futteraufnahme, Gewichtsentwicklung und Futterverwertung nachgewiesen. Weiterhin war unter den gegebenen Versuchsbedingungen noch ein positiver Effekt von Sojaschrot-Einsatz zu rohfaserreichen Rationen feststellbar.

5.2.2.2 Endmast mit Rapsextraktionsschrot

Um die Abbaurate der wertvollen Futterproteine durch die Mikroorganismen im Pansen zu minimieren, wurden sogenannte geschützte Proteine durch die

Behandlung mit Formaldehyd, Tannin und Hitze entwickelt (PETER et al., 1971; KAUFMANN und LÜPPING 1982; HYSLOP et al., 1989). Hierbei geht es um hochwertige Futterproteine, z.B. aus Soja- und Rapssaat, die technologisch vor einem Abbau im Pansen geschützt werden sollen (PETER et al., 1971; SETÄLÄ und SYRJÄLÄ-QVIST, 1984/1985). So konnte nachgewiesen werden, daß nach Formaldehyd-Behandlung ein größerer Anteil des Futterproteins nicht mehr mikrobiell im Pansen abgebaut wird und damit direkt dem Wiederkäuer im Labmagen bzw. Dünndarm voll zur Verfügung steht (FREER und DOVE, 1984; SETÄLÄ und SYRJÄLÄ-QVIST, 1984/1985; ANTONIEWICZ et al., 1992). In mehreren Studien wurde darauf hingewiesen, daß die geschützten Proteine nicht nur bei hochleistenden Milchkühen, sondern auch bei der Mast erfolgreich eingesetzt werden können (SHARMA et al., 1972; WACHIRA et al., 1974; FISCHER, 1980; SHARMA et al., 1986; WEISS, 1990).

Bei dem angewandten Endmastverfahren mit Rapsschrot nach einer vorgeschalteten Periode restriktiver Fütterung mit Grünraps waren die Gewichtszunahmen der Lämmer zwischen den Gruppen nicht signifikant unterschiedlich. So wurden durch den Einsatz von 30 % formaldehydbehandeltem bzw. unbehandeltem Rapsextraktionsschrot zu Rationen auf Getreidebasis die Tageszunahmen der Lämmer gegenüber den Kontrolltieren um 4 % bzw. 10 % verbessert (Übersicht 28). Diese Verbesserung konnte jedoch statistisch nicht gesichert werden. In der Tendenz zeigte sich ein leichter Vorteil für formaldehydbehandeltes Rapsschrot (Gruppe III). QUANZ et al. (1991) zeigten, daß durch den Einsatz von 00-Rapsextraktionsschrot in der Lämmermast bessere tägliche Zunahmen als mit Sojaextraktionsschrot erzielt werden konnten. In Untersuchungen von YILALA und BRYANT (1985) führte der Einsatz von 12 % formaldehydbehandeltem bzw. unbehandeltem Rapsschrot zu einer Verbesserung der Futteraufnahme, der Gewichtszunahme und der N-Verwertung gegenüber nur Gerste-Zulage. THOMAS et al. (1984), die an wachsende Lämmer 19 % Rapsschrot enthaltende Konzentrate verfütterten, fanden ebenfalls höhere Tageszunahmen von etwa 300 g bei einer Futterverwertung von 4,5 (kg TM/kg Zuwachs). In einem Akzeptanzversuch konnten STEDMAN und HILL (1987) keinen signifikanten Unterschied zwischen Sojaschrot- und Rapsschrot-Einsatz (32 %) auf die Futteraufnahme wachsender Lämmer nachweisen. Von vergleichbaren nicht gesicherten Effekten einer Rapsschrot-Zulage (18 %) auf die Tageszunahme und Futterverwertung wachsender Lämmer berichten auch TAN und BRYANT (1991).

Weiterhin zeigen die eigenen Ergebnisse in der Endmast, in welchem Umfang sich eine stark restriktive Fütterung während der Vormastperiode auf die

Gewichtszunahme während der Endmastperiode auswirken kann. Dabei ist generell zu berücksichtigen, daß die erzielten höheren Tageszunahmen und die bessere Futterverwertung in der Endmast zumindest teilweise auf das kompensatorische Wachstum zurückgeführt werden können. Ergebnisse von McMANUS et al. (1972); DREW und REID, (1975) und THORTON et al. (1979) zeigen, daß Schafe nach einer Periode des reduzierten Futterangebotes und anschließender intensiver Fütterung mit einem verstärkten Wachstum in Abhängigkeit von der Dauer der restriktiven Fütterung und dem Entwicklungsstadium reagieren. Von vergleichbaren positiven Effekten eines kompensatorischen Wachstums nach einer vorgeschalteten Periode restriktiver Fütterung auf die Tageszunahme und Futterverwertung wachsender Lämmer berichten auch KABBALI et al. (1992a,b). Das kompensatorische Wachstum hat insbesondere in den ariden bzw. semi-ariden Klimaten eine wesentliche Bedeutung, da die Tiere oft starken jahreszeitlich bedingten Schwankungen des Futterangebotes ausgesetzt sind.

5.2.2.3 Klee-grasfütterung (Versuch 2)

Im Versuch 2 waren bei den mit Klee-gras-Gemenge versorgten Lämmern die täglichen Zunahmen und die Futterverwertung gegenüber den jeweiligen Vergleichsgruppen signifikant herabgesetzt (Übersicht 40). So wurden durch die Verfütterung von Klee-gras-Gemenge (III) mit Energieausgleich die Tageszunahmen um etwa 18 % und die Futterverwertung um etwa 34 % gegenüber den Kontrolltieren (I) reduziert. Wie die Ergebnisse zeigen, geht bei Klee-gras-Fütterung im Vergleich zur Kontrollgruppe (I) der Energie- und Proteinaufwand erheblich zurück. Da zum Vergleich kaum Fütterungsversuche mit Perserklee/Deutsches Weidelgras in der Literatur vorliegen, werden nur Fütterungsversuche mit Weißklee/Deutsches Weidelgras als Vergleichswerte herangezogen. GIBB und TREACHER (1983) ermittelten an wachsenden Lämmern bei Verfütterung von Weißklee/Deutsches Weidelgras mit Energie-Ergänzung (Gerste) eine Tageszunahme von 233 g bis 291 g. Die Ergebnisse, die sich auf verschiedene Klee-gras-Fütterungsversuche an Lämmern (REED, 1979; KENNY, 1984; GUNN et al., 1991; VULICH et al., 1991) beziehen, stehen mit den eigenen Ergebnissen in Übereinstimmung. Im Vergleich zum Klee-gras-Gemenge fanden TREACHER und PENNIG (1970) in Beweidungsversuchen mit Weißklee eine Tageszunahme von 277 g und bei Deutschem Weidelgras von 195 g/Tier. Von vergleichbaren Tageszunahmen (220 g/Tier) mit Deutschem Weidelgras berichtet auch REED (1979). ZOBELT (1990) ermittelte bei der Verfütterung von Gras aus Dauergrünland

mit Kraftfutter- und Heugabe 191 g Tageszunahme. Es ist zu berücksichtigen, daß die in den zitierten Untersuchungen festgestellten überwiegend höheren Zunahmen unter ad lib.- Fütterungsbedingungen ermittelt worden sind.

Durch den Austausch von Sojaschrot gegen 25 % Rapsextraktionsschrot (behandelt) in energie- und proteinäquivalenten Rationen auf der Basis von Gerste wurden Tageszunahmen und Futterverwertung der Lämmer nicht signifikant verändert (Übersicht 40 und 41). Dieser Befund stimmt mit den Ergebnissen von TAN und BRYANT (1991) überein. In der anschließenden intensiven Endmast bis ca. 40 kg LM zeigten die Gruppen Sojaschrot (I) und Rapsschrot (II) bezüglich der Tageszunahme und Futterverwertung keine signifikant gesicherten Unterschiede (Übersicht 47), wohl aber tendenziell niedrigere Tageszunahmen in der Rapsschrot- (222 g/Tier) als in der Sojaschrotgruppe (249 g/Tier). Die erzielten Tageszunahmen in der Endmast dürften auf das kompensatorische Wachstum und die Dauer der restriktiven Fütterung während der Vormast zurückzuführen sein (TURGEON et al., 1986; KABBALI et al., 1992a,b).

5.2.3 Nährstoff-Verdaulichkeit und energetischer Futterwert von Grünraps und Klee gras-Gemenge

Die in den vorliegenden Versuchen an Hammeln ermittelte scheinbare Verdaulichkeit der organischen Masse, des Rohproteins und der Rohfaser sowie der N-freien Extraktstoffe weist generell auf eine hoch verdauliche Futterzusammensetzung hin. Die Verdaulichkeit weist dabei für alle Rohnährstofffraktionen bei Grünraps deutlich höhere Werte auf als bei Klee gras Gemenge. Ähnliche Werte werden auch in der Literatur berichtet (DLG, 1991 NEHRING et al., 1972; NAS, 1971).

Die Verdaulichkeit der organischen Masse in Grünraps wird in der DLG-Tabelle (1991) mit 78 % und von NEHRING et al. (1972) mit 82 % angegeben und liegt damit niedriger als die eigenen Ergebnisse (84 %). Dieser Unterschied dürfte auf die blattreiche Winterrapssorte (Librasca 00-Qualität) zurückzuführen sein. Diese Vermutung stützt sich auf Untersuchungen von BECKHOFF und POTTHAS (1984), die eine organische Masse-Verdaulichkeit (in vivo) von 79 % bis 88 % in blattreichen Rapssorten ermittelten. Weiterhin berichtet BERENDONK (1982b), daß die Verdaulichkeit der organischen Masse (in vitro) mit 85 % sortenabhängig ist und negativ mit dem Rohfasergehalt korreliert ist. Ein um 5 % höherer Blattanteil

fürte in diesen Versuchen zu einer um 1 % höheren Verdaulichkeit. DANIEL und ZOBELT (1986) berichten für Grünraps von einer in vitro-Verdaulichkeit der organischen Masse von 72 %. Die in vivo-Verdaulichkeit der organischen Masse von Klee-gras-Gemenge bei Wiederkäuern wird in der DLG-Tabelle (1991) mit 71 % und von NEHRING et al. (1972) mit 80 % angegeben.

Eine vergleichende Darstellung von Nährstoff-Verdaulichkeit und Energiegehalt der untersuchten Futterpflanzen mit Literaturdaten ist in Übersicht 54 vorgenommen.

Übersicht 54: Nährstoff-Verdaulichkeit und Energiegehalt von Grünraps und Klee-gras-Gemenge im Vergleich zu Tabellenwerten (NEHRING et al., 1972; DLG, 1991)

Grünraps				Klee-gras-Gemenge		
	Eigene Ergebnisse in vivo	DLG (1991)	NEHRING et al., (1972)	Eigene Ergebnisse in vivo	DLG (1991)	NEHRING et al., (1972)
Nährstoff-Verdaulichkeit %						
OM	84	78	82	78	71	80
XP	85	78	80	76	67	76
XL	64	51	60	66	44	63
XF	80	79	78	70	65	75
XX	88	80	87	82	78	85
NDF	64	-	-	59	-	-
ADF	77	-	-	37	-	-
ADL	-	-	-	-	-	-
Cell	93	-	-	89	-	-
HCell	-	-	-	85	-	-
Energie-Gehalt (je kg TM)						
Grünraps				Klee-gras-Gemenge		
	StE	ME (MJ)	NEL (MJ)	StE	ME (MJ)	NEL (MJ)
In vivo	686	11,3	7,07	627	9,86	6,03
Aus ADF	679	-	6,84	620	-	6,43
Aus XF	769	-	7,44	681	-	6,86
NEHRING et al. (1972)	-	11,5	-	-	11,5	-
DLG (1991)	630	10,4	6,29	586	10,4	6,25

Wie in Übersicht 54 weiterhin dargestellt ist, weist der Grünraps auch in den Fraktionen NDF, ADF und Cellulose eine höhere Verdaulichkeit auf als das Klee-gras-Gemenge. Es fällt auf, daß die Verdaulichkeit der ADF (77 %) in Grünraps

höher ist als die der NDF (64 %). Der Grund hierfür dürfte die negative Verdaulichkeit der Hemicellulose sein. Diese Besonderheit wird auch von anderen Autoren berichtet (VAN SOEST, 1964; WAGENER, 1989). Bei Klee gras-Gemenge war in Übereinstimmung mit verschiedenen Literaturhinweisen (KELLNER et al. 1979; FLACHOWSKY et al., 1992) die scheinbare Verdaulichkeit der NDF höher als die der ADF. Für die Fraktion ADL (Rohlignin) ergaben sich insbesondere bei absolut niedrigen Gehalten im Grünraps (1,4 % der TM) und im Klee gras-Gemenge (2,3 % der TM) rechnerisch negative, vor allem stark schwankende scheinbare Verdaulichkeitswerte, die ernährungsphysiologisch weitgehend ohne Belang sein dürften. Dementsprechend soll Rohlignin (ADL) als unverdaulich gelten (VAN SOEST, 1967).

Wie aus Übersicht 54 ersichtlich ist, ergaben sich im Mittel für Grünraps 686 StE und für Klee gras-Gemenge 627 StE pro kg TM. Bei der Schätzung der StE aus dem ADF-Gehalt lassen sich sowohl für Grünraps wie auch für Klee gras-Gemenge mit den in vivo-Werten praktisch etwa identische Werte errechnen. Auf der Basis des XF-Gehaltes hingegen findet eine erhebliche Überschätzung statt. Die NEL-Gehalte des Grünrapses werden aus den XF-Gehalten leicht überschätzt. Für Klee gras-Gemenge hingegen ergibt sich eine erhebliche Überschätzung. Bei der Berechnung der Umsetzbaren Energie (ME) und der Nettoenergie-Laktation (NEL) ergaben sich Werte von 11,3 MJ ME/kg TM und 7,07 MJ NEL/ kg TM für Grünraps und 9,86 MJ ME/kg TM und 6,03 MJ NEL/kg TM für Klee gras-Gemenge. Befunde von ZOBELT (1990) und Angaben von ENSMINGER et al. (1990) liegen für Grünraps mit 11,9 MJ ME/kg TM etwas höher und mit 5,62-6,08 MJ NEL/kg TM deutlich niedriger als die eigenen Ergebnisse. Die DLG-Tabellen (1991) geben für Grünraps vor der Blüte mit 10,35 MJ ME/kg TM und 6,29 MJ NEL/kg TM im Vergleich zu den eigenen Ergebnissen etwas niedrigere Werte an.

Übereinstimmend mit Angaben von STÄHLIN (1957), NEHRING et al. (1972), BERENDONK (1982b), RENIUS und LÜTKE ERTRUP (1985), NÖSBERGER und OPITZ von BOBERFELD (1986), ZOBELT (1990) und DLG (1991) wurde in den eigenen Versuchen festgestellt, daß sowohl Grünraps als auch Perserklee/Deutsches Weidelgras-Gemenge ein hochverdauliches energie- und vor allem proteinreiches Grünfutter liefern und dadurch eine hohe Futterqualität aufweisen.

5.2.4 Blutanalysen

5.2.4.1 Harnstoff und Gesamteiweiß

Als Kriterien des Eiweiß-Stoffwechsels können die Konzentrationswerte von Harnstoff und eingeschränkt auch die von Gesamteiweiß im Plasma herangezogen werden. Im Proteinstoffwechsel des Wiederkäuers wird das im Pansen gebildete Ammoniak in erster Linie zur mikrobiellen Eiweißsynthese verwendet. Der übrige Teil tritt nach der Entgiftung durch die Leber als Harnstoff ins Blut über (KOLB und GÜRTLER, 1971; KOLB, 1980). So wiesen LEIBHOLZ (1970), KREUZER et al. (1986) und SIDDON et al. (1985) nach, daß die Harnstoff-N-Konzentration im Plasma linear zur Futter-N-Aufnahme ansteigt.

Gruppenvergleiche der Konzentrationen von Harnstoff und Gesamteiweiß im Plasma der Lämmer sind in Abbildungen 9 und 10 dargestellt. Im allgemeinen läßt sich daraus erkennen, daß die Harnstoff-Konzentration bei allen Gruppen (Versuch 1 und 2) in Abhängigkeit von der Futter-N-Aufnahme ansteigt, während die Gruppe III (Kleegrass) in Versuch 2 leicht davon abweicht (Übersicht 23 und 42). Die Blutplasma Harnstoff-Konzentration weist bei allen Gruppen über einen längeren Versuchszeitraum keine unphysiologischen Veränderungen auf. Die mit Grünraps versorgten Gruppen III und IV zeigten zum Zeitpunkt der Probenahme (vor der Fütterung) keineswegs höhere Harnstoffwerte als die Vergleichsgruppen. Im Vergleich zum Versuchsbeginn zeigten die Grünrapsgruppen einen Abfall auf eine Konzentration zwischen 26 bzw. 27 mg/dl am 48. bzw. 72. Versuchstag, obwohl sie signifikant höhere Rohproteinmengen aufgenommen hatten. Als Normalwerte für die Harnstoffkonzentration bei Schafen geben SOAR et al. (1973) 48 mg/dl, GOHARY und BICKHARDT (1979) 53 mg/dl und KANEKO (1989) 17-43 mg/dl an. Beim Vergleich der Werte des Versuches 1 fällt auf, daß die Harnstoffgehalte etwas niedriger liegen als von GOHARY und BICKHARDT (1979) bei ein- bis zweijährigen, gut versorgten Schafen gemessen wurde. Demgegenüber liegen sie im Rahmen der von TOSSEV (1980) nach Verabreichung von sojaschrot- und harnstoffhaltigen Rationen an Lämmer gemessenen Werte von 30 bis 37 mg/dl. Weiterhin stimmen die gefundenen Konzentrationswerte an Harnstoff im Versuch 1 mit den Ergebnissen von ADELMANN (1990) nach Verfütterung von bedarfsgerechten Rationen mit Sojaschrot bzw. Harnstoff an Lämmer gut überein. Auch die in Fütterungsversuchen von ZOBELT (1990) ermittelten Harnstoffwerte bei mit verschiedenen Grünrapsorten gefütterten Tieren von 22-51 mg/dl (Liragrün, 0-Qualität) bzw. 24-50 mg/dl (Liratop, 00-Qualität) liegen im Bereich der eigenen Ergebnisse des Grünrapsversuches (Versuch 1).

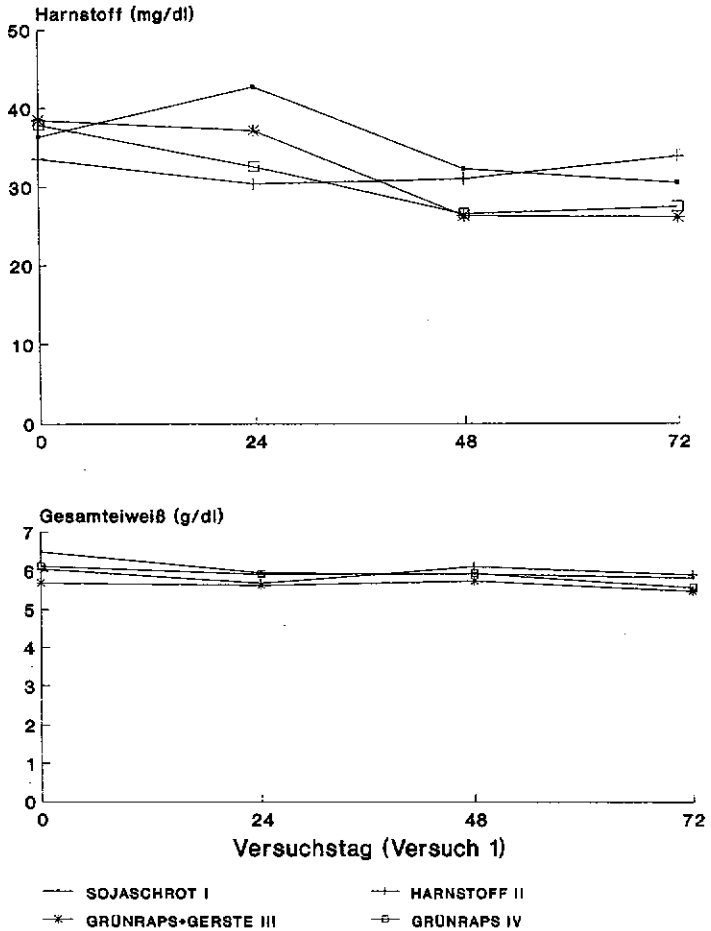


Abbildung 9: Gruppenvergleich des Verlaufes der Konzentrationen von Harnstoff und Gesamteiweiß im Plasma der Lämmer in Versuch 1

Im Versuch 2 (Abbildung 10) wies die Klee grasgruppe (III) im Vergleich zu Proteinaufnahme signifikant niedrigere Harnstoff-Gehalte im Plasma gegenüber den Versuchsgruppen I (Sojaschrot) und II (behandeltes Rapsschrot) auf. Zwischen dem 20. und 40. Versuchstag läßt sich bei allen Gruppen, wenn auch unterschiedlich stark, eine ansteigende Harnstoff-Konzentration im Plasma feststellen. Der Harnstoffgehalt im Plasma der Klee gras-Gruppe (27-42 mg/d

stimmt mit den von ZOBELT (1990) ermittelten Harnstoffwerten für mit Gras versorgte Schafe (29-46 mg/dl) überein.

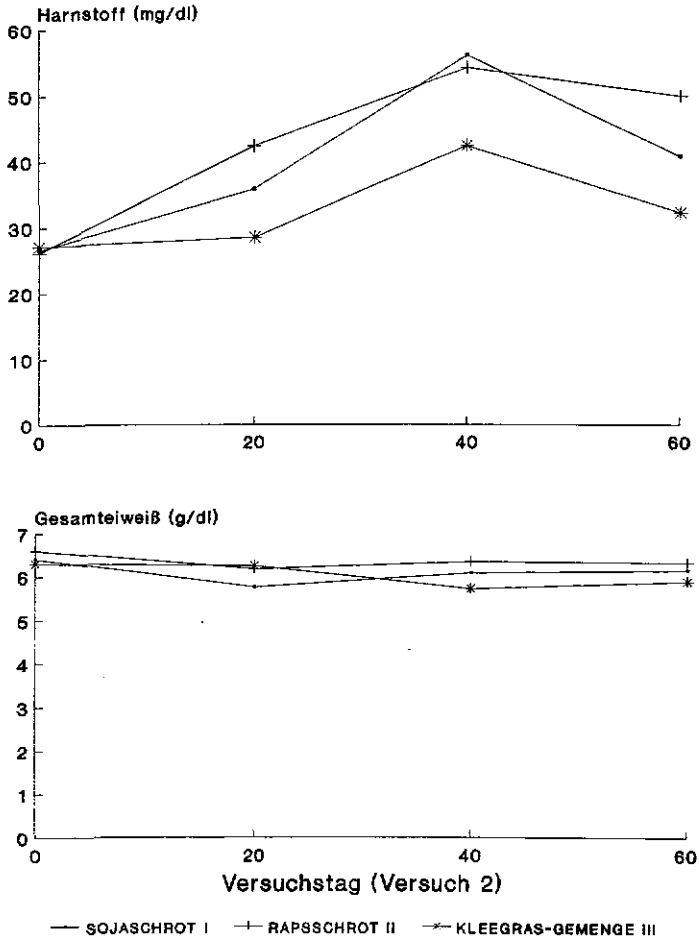


Abbildung 10: Gruppenvergleich des Verlaufes der Konzentration von Harnstoff und Gesamteiweiß im Plasma der Lämmer in Versuch 2

In der Gesamteiweiß-Konzentration läßt sich im Verlaufe der Versuche 1 und 2 generell ein sehr einheitliches Niveau ohne signifikante Gruppenunterschiede feststellen (Abbildung 9 und 10). Im Vergleich zum Versuchsbeginn läßt sich bis zum Versuchsende allenfalls bei allen Gruppen eine leicht abfallende Tendenz

erkennen. Als Normalwerte der Gesamteiweiß-Konzentration bei Schafen geben GOHARY und BICKHARDT (1979) 6,7 g/dl, ANONYMUS (1985) 5,2-7,0 g/dl, KANEKO (1989) 6,0-7,9 g/dl und WOLFGANG (1990) 5,3-8,1 g/dl an. Die eigenen Ergebnisse mit im Durchschnitt 5,5-6,1 g/dl (Versuch 1) und 5,7-6,4 g/dl (Versuch 2) stimmen mit den vorliegenden Normalwerten gut überein. Somit blieb die Konzentration von Gesamteiweiß im Plasma von der Fütterung unbeeinflusst.

5.2.4.2 Glucose

Der Glucosespiegel des Plasmas kann zur Überprüfung des Kohlenhydratstoffwechsels und als Orientierungshilfe für eine gleichartige bzw. ausreichende Energieversorgung der Versuchstiere in allen Gruppen herangezogen werden. Bei Wiederkäuern mit voll entwickelter Vormagenfunktion ist der Glucosegehalt im Blut im Gegensatz zu säugenden Lämmern bzw. Kälbern wesentlich niedriger als bei anderen Tierarten (STÖBER und GRÜNDER, 1990; WALSER und BOSTEDT, 1990). Neugeborene bzw. noch nicht wiederkäuende Tiere weisen mit 70-110 mg/dl einen wesentlich höheren Blutglucosespiegel auf, der demjenigen der Nicht-Wiederkäuer entspricht (HANSCKE und SCHULZ, 1982; WALSER und BOSTEDT, 1990).

Der Glucosegehalt im Blut wird von der Fütterung sowie durch das Trächtigkeits- bzw. Laktationsstadium beeinflusst. Mit der Ausbildung der Vormägen und steigendem Alter der Tiere vermindert sich der Glucosespiegel (KOLB und KOUIDER, 1979; DOIZE et al., 1984; ANONYMUS, 1985). Ein erniedrigter Blutglucosespiegel (Hypoglykämie) kann vor allem bei starkem Durchfall sowie bei Azetonämie oder bei Energiemangel beobachtet werden. Im Gegensatz dazu kann ein erhöhter Glucosegehalt (Hyperglykämie) in Verbindung mit Streßreaktionen z.B. Transportbelastung, Blutentnahme (Einstichschmerz) und Anwendung von Zwangsmaßnahmen sowie bei der Azidose des Panseninhaltes festgestellt werden (GOHARY und BICKHARDT, 1979; KOLB, 1980; STÖBER und GRÜNDER, 1990).

Aus Abbildung 11 läßt sich erkennen, daß der Glucosespiegel in Versuch 1 bis zum 24. Versuchstag bei sämtlichen Gruppen tendenziell absinkt. Im weiteren Versuchsverlauf ist hingegen wieder ein leichter Anstieg der Glucose-Konzentration zu beobachten. Da auch die Grünraps-Gruppe IV (nicht isoenergetisch gefüttert innerhalb des Schwankungsbereichs der Kontrollgruppen verläuft, kann auch für diese ein sehr gravierender Energiemangel ausgeschlossen werden.

Ebenfalls geht aus Abbildung 11 hervor, daß die Glucose-Konzentration in Versuch 2 vom Versuchsbeginn bis zum Ende eine ansteigende Tendenz aufweist. Auch hier lassen sich zwischen den einzelnen Versuchsgruppen Sojaschrot (I), Rapsschrot mit Formaldehyd behandelt (II) und Klee gras-Gemenge (III) insgesamt keine gruppenspezifischen Unterschiede ableiten.

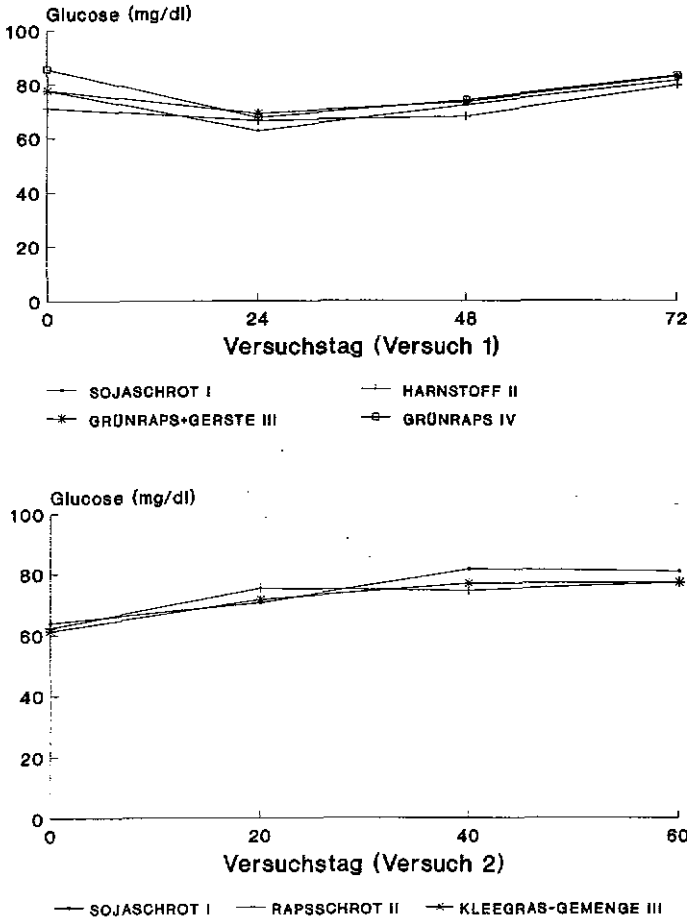


Abbildung 11: Gruppenvergleich des Verlaufes der Konzentration von Glucose im Plasma der Lämmer in Versuch 1 (obere Grafik) und in Versuch 2 (untere Grafik)

Als Normalwerte für ausgewachsene Schafe geben GOHARY und BICKHARDT (1979) eine Glucosekonzentration von 60 mg/dl, ANONYMUS (1985) von 48-52 mg/dl und KANEKO (1989) von 50-80 mg/dl an.

Somit liegen die im Versuch 1 (62-83 mg/dl) und Versuch 2 (58-81 mg/dl) gemessenen Konzentrationen der Blutglucose höher als diese Normalwerte. Sie bewegen sich jedoch innerhalb der Angaben von KANEKO (1989). Die Abweichungen der Glucose-Konzentration des Plasmas der vorliegenden Gruppen des Versuches 1 und 2 bewegen sich innerhalb der statistischen Zufallsgrenzen und lassen daher erkennen, daß durch die Verfütterung von Grünraps bzw. Klee gras-Gemenge keine nachhaltige Beeinflussung des Kohlenhydratstoffwechsels ausgelöst wurde.

5.2.4.3 Gesamtlipide und Triglyceride

Den Hauptanteil der Fettstoffe im Blutplasma bilden Neutralfette, Cholesterin und Phospholipide. Da Lipide wasserunlöslich sind, werden sie im Blut an Eiweiß gebunden als Lipoproteine transportiert. Der Gesamtlipidgehalt des Blutplasmas ist hauptsächlich von der Zusammensetzung des Futters, von der Leistung und vom Alter abhängig (KOLB und GÜRTLER, 1971; KOLB, 1980; ANONYMUS, 1985).

Als Parameter des Fettstoffwechsels wurden in den eigenen Versuchen Gesamtlipide und Triglyceride im Plasma untersucht. Wie Abbildung 12 zeigt, kann festgestellt werden, daß die Gesamtlipide im Plasma in den Versuchen 1 und 2 zu Versuchsbeginn bei allen Gruppen einen deutlichen Abfall aufweisen. Nach dieser Phase stellt sich wiederum eine bis zum Versuchsende allmählich ansteigende Gesamtlipid-Konzentration ein. Die Grünrapsgruppe ohne Kraftfutter-Ergänzung (IV) in Versuch 1 bleibt tendenziell allerdings am niedrigsten. Bei ausgewachsener Schafen ermittelte MOST (1991) 289 ± 79 mg Gesamtlipide/dl. STÖBER und GRÜNDER (1990) geben für klinisch gesunde Rinder eine Gesamtlipid Konzentration von 150-450 mg/dl an. Die in den Versuchen 1 und 2 gefundenen Konzentrationen an Gesamtlipiden im Plasma liegen damit innerhalb der Literaturangaben.

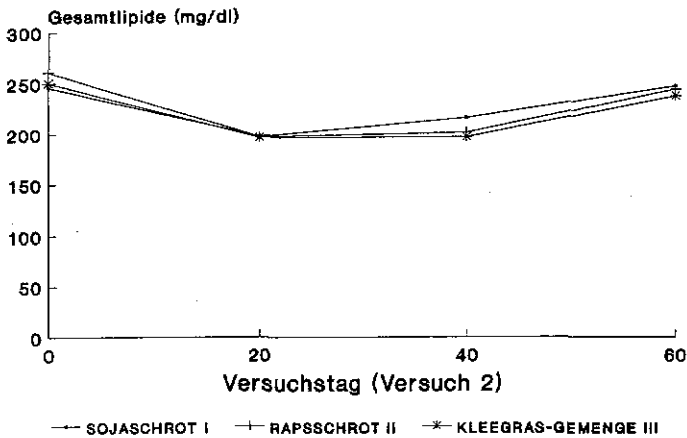
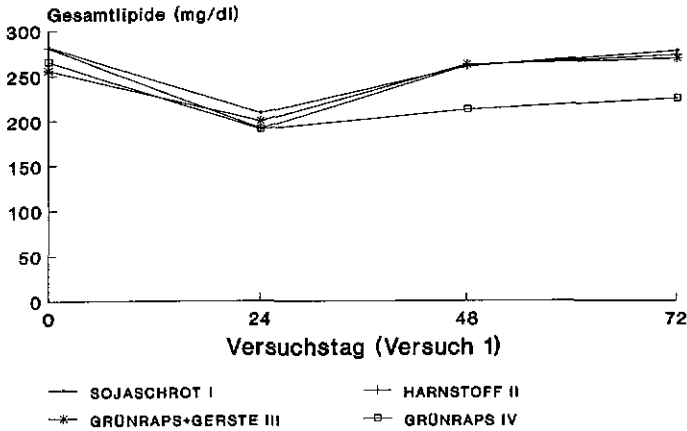


Abbildung 12: Gruppenvergleich des Verlaufes der Konzentration von Gesamtlipiden in Versuch 1 (obere Grafik) und in Versuch 2 (untere Grafik)

Als weiteres Kriterium des Lipidstatus wurden zusätzlich in Versuch 2 die Konzentrationswerte für den Gehalt an Triglyceriden im Plasma herangezogen (Abbildung 13). Hierbei ergeben sich durch den Einsatz von geschütztem Rapsschrot bei der Gruppe II tendenziell leicht höhere Konzentrationswerte als bei den Gruppen Sojaschrot (I) und Klee gras (III). Nach Angaben von LOUGH et al.

(1991) führte die Verfütterung von Rapssaat an wachsende Lämmer gegenüber Sojalecithin-Einsatz zu signifikant höheren Triglycerid-Konzentrationen im Plasma. Dies dürfte auf die Durchflußfutterfette, die vor dem ruminalen Abbau geschützt waren (sogenanntes Bypass-Fett), zurückzuführen sein (SOLOMON et al., 1989; SOLOMON et al., 1991; LOUGH et al., 1992). Als Normalwerte für wachsende Lämmer geben LOUGH et al. (1991) eine Triglycerid-Konzentration von 20 mg/dl an. Für ausgewachsene Schafe werden Werte von 42 mg/dl (JENKINS et al., 1989) angegeben.

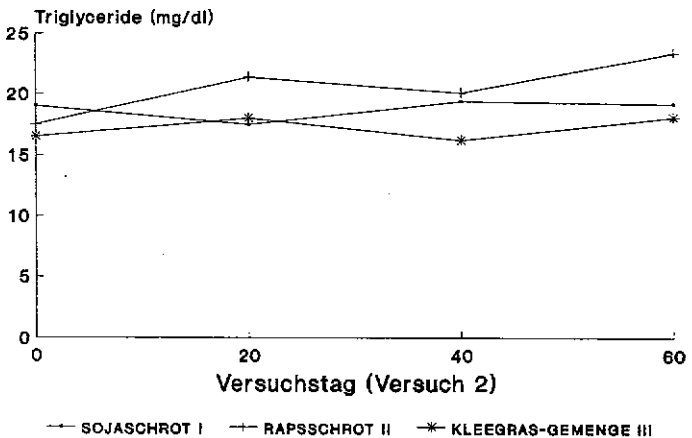


Abbildung 13: Gruppenvergleich des Verlaufes der Triglycerid-Konzentration im Plasma der Lämmer in Versuch 2

Zusammenfassend lassen sich die Parameter des Blutplasmas in Bereiche einordnen, wie sie auch von anderen Autoren bei vergleichbaren Versuchsgrundlagen ermittelt wurden. Blutspiegel, die wegen auffallenden Abweichungen von den Normalwerten als "unphysiologisch" beurteilt werden, konnten weder bei der Verfütterung von Grünraps (Versuch 1) noch bei der Verfütterung von Klee gras (Versuch 2) festgestellt werden. Insgesamt gesehen folgten die Konzentrationsverläufe bei allen Gruppen einem einheitlichen Muster.

5.2.4.4 Nitrat

In mehreren Studien wurde darauf hingewiesen, daß der zunehmende Einsatz von Stickstoffdünger in der Futterproduktion unter ungünstigen Witterungs-

bedingungen (niedrige Temperatur und Trockenheit) eine Nitratakkumulation in Grünfütterpflanzen verursachen kann (WIESNER et al., 1979; KÜHNERT, 1981). LIEBENOW (1971a,b) sowie LOTTHAMMER et al. (1982) konnten nachweisen, daß im Gras bereits relativ geringe Nitratmengen von mehr als 0,5 % i.d.TM nicht mehr unbedenklich sind.

Das mit dem Futter aufgenommene Nitrat wird normalerweise mit Hilfe der Mikroorganismen im Pansen der Wiederkäuer zu Nitrit, Hydroxylamin und schließlich bis zum Ammoniak reduziert, das dann zur Synthese von Mikrobeneiweiß verwendet werden kann (FEWSON und NICHOLAS, 1961; TRAUNSTEIN, 1974; WIESNER et al., 1979; NIKOLIC, 1984; WIESNER, 1984). In Untersuchungen von SON (1982) wurde nachgewiesen, daß über 20 Bakterienstämme im Pansen Nitrat zu Nitrit reduzieren können. Wenn bei Störungen in diesem Ablauf in Verbindung mit erhöhter Nitratzufuhr die Reduktionsvorgänge im Pansen nicht mehr laufen, kann wasserlösliches und ins Blut gelangendes Nitrit die Sauerstofftransportfunktion des Hämoglobins blockieren (FARRA und SATTER, 1971; ROTH-MAIER, 1984; WIESNER, 1984).

Nach Auffassung von HÖRNICKE et al. (1974) sowie MEHNERT und HUDEC, (1978) sind im Futter enthaltene Nitratsalze gut wasserlöslich und werden nach der Aufnahme rasch aus dem Verdauungstrakt resorbiert. Die maximale Resorption erfolgt innerhalb von 2-3 Stunden nach der Aufnahme (MEHNERT und HUDEC, 1978; WIESNER, 1985). Nach Ansicht von MEHNERT und TROMMLER (1975) ist das vom Tier aufgenommene Nitrat in Abhängigkeit von der aufgenommenen Menge im Blut nachweisbar. Da nach WIESNER (1984) die normalen Nitratwerte des Blutes bei Schafen und Rindern in ähnlichen Bereichen liegen, wurden zum Vergleich Plasmanitratwerte von Rindern herangezogen. MEHNERT et al. (1978) berichten, daß schon ab einer NO_3^- -Konzentration von $97 \mu\text{mol/l}$ im Plasma Nitrit-Intoxikationserscheinungen beobachtet werden. Im Gegensatz dazu gibt LIEBENOW (1972b) als Normalbelastung für Kühe bis $160 \mu\text{mol NO}_3^-/\text{l}$ Konzentration im Plasma an. MEHNERT und TROMMLER (1971) stellten bei $994 \mu\text{mol NO}_3^-/\text{l}$ eine experimentelle Nitrit-Intoxikation fest.

Für Schafe liegen in der Literatur wesentlich weniger Untersuchungen zu Nitrat-Nitritvergiftungen vor als für Rinder und die Ergebnisse der experimentellen Untersuchungen sind sehr unterschiedlich. So war in Untersuchungen von DAVISON et al. (1965) bei 400 mg NO_3^- -Aufnahme/kg LM/Tag von Schafen kein Einfluß auf Tageszunahme, Futteraufnahme und Trächtigkeit festzustellen. In Versuchen von HOAR et al. (1968) wurde beobachtet, daß $675 \text{ mg NO}_3^-/\text{kg}$

LM/Tag negative Auswirkungen auf die Tageszunahmen von Mastlämmern hatten. Andererseits wiesen Schafe in Untersuchungen von ALABOUDI und JONES (1985) eine sehr hohe Nitrattoleranz auf. Selbst bei 1525 mg NO_3/kg LM/Tag traten noch keine klinischen Nitritvergiftungs-Symptome auf.

In den eigenen Untersuchungen nahmen die Lämmer der Gruppe IV durch die Verfütterung von Grünraps (neben Weizenstroh) durchschnittlich 277 mg/kg LM/Tag mit maximal 591 mg/kg LM/Tag (bei ca. 22 kg LM) an Nitrat auf. Diese Nitrataufnahmen lagen damit im Mittel deutlich unter den von DAVISON et al. (1965) und HOAR et al. (1968) geprüften Dosierungen. Die bei den nur mit Grünraps versorgten Tieren signifikant niedrigeren Tageszunahmen dürften dabei in erster Linie auf den Energiemangel infolge fehlender Kraftfutter-Ergänzung zurückzuführen sein. Ein negativer Einfluß der Nitratbelastung ist unter diesen Bedingungen allerdings nicht völlig auszuschließen, aber auch nicht durch spezifische Symptome manifestiert.

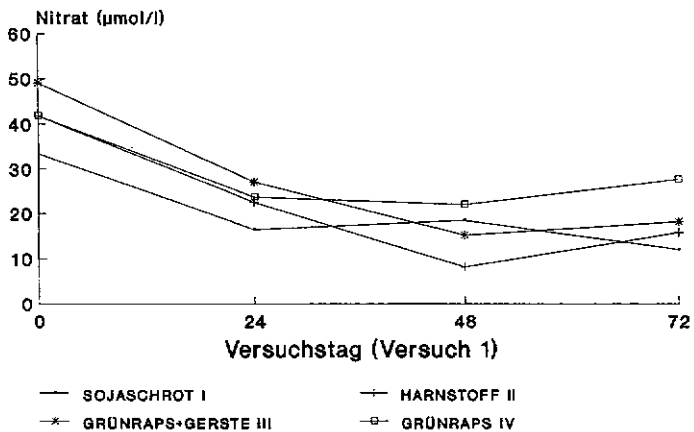


Abbildung 14: Gruppenvergleich des Verlaufes der Konzentration von Nitrat im Plasma der Lämmer in Versuch 1

Trotz widersprüchlicher Angaben in der Literatur bezüglich der Höhe von Blutnitratwerten nach Nitritintoxikation können zur Bewertung der bei Grünrapsfütterung gefundenen Plasmanitratwerte die Angaben von HAMBITZER und SOMMER (1986) dienen, denen zufolge bei Werten bis zu 92 $\mu\text{mol NO}_3/\text{l}$ i Fütterungsversuchen keine toxischen Wirkungen auftraten.

Wie in Abbildung 14 dargestellt ist, fällt die Konzentration an Nitrat im Blutplasma bei allen Tieren in den ersten 24 Versuchstagen generell ab. Die Ursache dürfte darin liegen, daß alle Versuchstiere zur Adaptation an nitratreiches Grünfutter vor dem Versuchsbeginn Grünraps erhielten. Die mit Grünraps versorgten Gruppen (III und IV) wiesen über den ganzen Versuchszeitraum eine tendenziell höhere Nitratkonzentration auf. Die nur mit Grünraps versorgte Gruppe (IV) zeigte ab dem 48. Versuchstag die tendenziell höchsten Nitratkonzentrationen im Blutplasma. Die Plasmanitratwerte der Tiere in Gruppe I (Sojaschrot) und II (Harnstoff), die kein nitrathaltiges Futter erhielten, dürften auf die Nitrataufnahme durch das Leitungswasser zurückzuführen sein (nach Angaben der Stadtwerke Giessen bewegte sich der mittlere Nitratgehalt des Wassers in den Versuchsmonaten von Oktober bis Ende Dezember 1990 zwischen 18-25 mg/l).

Die in den Grünrapsgruppen mittels HPLC gefundenen Plasma-Nitratwerte liegen zwischen 15 und 49 $\mu\text{mol/l}$ und sind nach Angaben von HAMBITZER und SOMMER (1986) und HAMBITZER et al. (1987) noch als ungefährlich einzustufen. Trotz bedenklicher Nitratgehalte im Grünraps (1,5 % i.d.TM) wiesen auch die Rapsgruppen ab dem 24. Versuchstag relativ niedrige Plasma-Nitratwerte auf. Der Hauptgrund dürfte möglicherweise die langsame Adaptation an den nitratreichen Grünraps unter für die ruminale NO_3 -Reduktion optimalen Bedingungen (ausreichende Mineral- und Vitaminversorgung; ausgeglichenes Energie:Rohprotein-Verhältnis der Ration in Gruppe III) sein. Weiterhin ist auch zu berücksichtigen, daß die Blutproben jeweils vor der Fütterung genommen wurden.

5.2.5 Pansensaftanalysen

5.2.5.1 Ammoniak-Konzentration

Die aufgenommenen Futterproteine und die Nicht-Protein-Nitrogen (NPN)-Verbindungen werden im Pansen etwa zu 70 % durch die mikrobielle Fermentation bis zu Ammoniak abgebaut (KAUFMANN, und LÜPPING, 1982; HAGEMEISTER et al., 1980; KIRCHGEßNER, 1987). Die Höhe der Ammoniakkonzentration im Pansensaft wird von der Proteinaufnahme, der Abbaubarkeit der Proteine, dem Gehalt an leicht verdaulichen Kohlenhydraten im Futter, der Aktivität der Mikroorganismen, dem Abstand der Futteraufnahme sowie dem Energie-Proteinverhältnis beeinflusst (KOLB, 1980; VAN SOEST, 1982).

Die Verfütterung von Grünraps (Versuch 1) führte in den vorliegenden

Untersuchungen sowohl in der Gruppe III (Grünraps-Gerste) als auch in der Gruppe IV (Grünraps) mit 18 bzw. 28 mmol/l zu einer signifikanten Erhöhung der NH_3 -Konzentration im Pansen der Lämmer gegenüber den jeweiligen Vergleichsgruppen (Übersicht 26). In der Kontrollgruppe nach Sojaschrot-Einsatz betrug die NH_3 -Konzentration 12 mmol/l. In Versuch 2 wurde die NH_3 -Konzentration im Pansensaft der Versuchsgruppe (III) durch die Klee grasfütterung von 9 mmol/l auf 20 mmol/l signifikant gegenüber den Kontrolltieren gesteigert. Eine vergleichbare Erhöhung der NH_3 -Konzentration im Pansensaft wurde ebenfalls in den Verdauungsversuchen mit Grünraps bzw. Klee gras-Gemenge festgestellt. Diese Ergebnisse stehen in Übereinstimmung mit den Untersuchungen von KAUFMANN und ROHR (1967), die auch höhere NH_3 -Konzentration auf der Weide ermittelten. Auch besteht eine Übereinstimmung mit den Versuchen von JENTSCH et al. (1972), die bei der Verfütterung von 26 Grünfütterationen eine NH_3 -Konzentration bis 30 mmol/l feststellten. Im allgemeinen werden bei Winterfütterung niedrigere NH_3 -Konzentrationen im Pansensaft gemessen als bei Verfütterung grüner Pflanzen bzw. bei Weidegang, da Blatt und Stengel hohe Anteile an leichtverdaulichem Rohprotein enthalten (KOLB und GÜRTLER, 1971). Die NH_3 -Steigerung im Pansensaft nach dem Einsatz von frischem Grünraps bzw. Klee gras dürfte auf den erhöhten Futterproteinabbau und die Mikrobenaktivität zurückzuführen sein, da die Proteine der in der vorliegenden Untersuchung eingesetzten Rationskomponenten (Grünraps, Klee gras und Gerste) als sehr hoch abbaubar angesehen werden (KOLB und GÜRTLER, 1971; PIATKOWSKI et al. 1990).

Die NH_3 -Konzentrationen im Pansensaft der Gruppe I (12 mmol/l) und Gruppe II (14 mmol/l) in Versuch 1 lassen erkennen, daß der Einsatz von Sojaschrot und Futterharnstoff zu rohfaserreichen Rationen zu keinen einschneidenden Änderungen geführt hat. Durch den Einsatz von Sojaschrot bzw. Harnstoff in Kraftfütterationen fand TOSSEV (1980) eine NH_3 -Konzentration im Pansensaft von Lämmern zwischen 7 mmol/l (Sojaschrot) und 13 mmol/l (Harnstoff). Auch BOLA et al. (1988) ermittelten in einer Kontrollgruppe, die mit einer Sojaschrot-Gerste Ration gefüttert wurde, NH_3 -Konzentrationen zwischen 13 und 24 mmol/l Pansensaft. Ähnliche Werte wurden auch von STEVEN und GLIMP (1991) in einer Studie zur Kraftfütterung mit einer NH_3 -Konzentration bis 23 mmol/l beobachtet.

In der anschließenden Endmast (Versuch 1) waren die NH_3 -Konzentrationen 1,5 nach der Fütterung bei allen Gruppen nicht signifikant unterschiedlich (Übersicht 29). So kann aus den Daten zur NH_3 -Konzentration im Pansensaft in der Endmast geschlossen werden, daß der Einsatz von 30 % unbehandelter

Rapsextraktionsschrot (IV) gegenüber den Kontroll- (I) und Harnstofftieren (II) zu keinen signifikant gesicherten Veränderungen geführt hat. Von vergleichbaren Ergebnissen eines Einsatzes von unbehandeltem Rapsschrot (18 %) berichten auch TAN und BRYANT et al. (1991), die eine NH_3 -Konzentration von 7 bis 11 mmol/l im Pansensaft festgestellt haben. Im Gegensatz dazu zeigt die Gruppe III (formaldehydbehandeltes Rapsschrot) in der Tendenz eine Reduktion der NH_3 -Konzentration im Pansensaft. Die reduzierte NH_3 -Konzentration im Pansensaft der Gruppe III dürfte in erster Linie auf die Formaldehydbehandlung des Rapsschrotes zurückzuführen sein, wie dies in der Literatur berichtet wird (WACHIRA et al., 1974; KOWALCZYK et al., 1982). Ähnliche Ergebnisse wurden auch in Versuch 2 beobachtet. So führte die Zulage von 25 % Rapsschrot (formaldehydbehandelt) zu einer signifikanten Reduktion der NH_3 -Konzentration im Pansensaft gegenüber den Kontrolltieren (I). Dieser Befund steht im Einklang mit den Ergebnissen aus der bisher vorliegenden Literatur, wonach der Einsatz von formaldehydbehandeltem Rapsschrot die NH_3 -Konzentration im Pansensaft reduziert (NICHOLSON et al., 1972; WACHIRA et al., 1974; SHARMA und NICHOLSON, 1975; KOWALCZYK et al., 1982).

Aus detaillierten Untersuchungen geht hervor, daß die für das Fermentationsgeschehen und die Mikrobenaktivität optimale NH_3 -Konzentration im Pansensaft 5-15 mmol/l betragen soll (HAGEMEISTER et al., 1980). In Untersuchungen von JUHASZ und SZEGEDI (1980) bewirkten NH_3 -Konzentrationen von 59 mmol/l eine starke Hemmung und solche von 117 mmol/l ein vollständiges Aussetzen der Vormagenmotorik. Als kritische NH_3 -Konzentration im Pansensaft gibt JUHASZ (1970) einen Gehalt von 35 mmol/l an. NH_3 -Konzentrationen ab 60 mmol/l werden als stark toxisch bezeichnet (JUHASZ, 1970). Somit kann daraus geschlossen werden, daß die optimale NH_3 -Konzentration im Pansensaft von Lämmern in Versuch 1, in der anschließenden Endmast mit Rapsextraktionsschrot und auch in Versuch 2 erreicht wurde. Eine kritische NH_3 -Konzentration (JUHASZ, 1970) durch die Verfütterung von Grünrap ohne Energie-Ergänzung (28 mmol/l) und Klee gras (20 mmol/l) war dagegen nicht nachweisbar.

5.2.5.2 pH-Wert und Konzentration flüchtiger Fettsäuren

Die optimale mikrobielle Aktivität im Pansensaft der Wiederkäuer ist an einen bestimmten pH-Bereich gebunden. Bei ausgewachsenen Wiederkäuern schwankt der physiologische pH-Wert des Pansensafes je nach Art der eingesetzten

Futtermittel und dem zeitlichen Abstand von der letzten Fütterung zwischen pH 5,5 und 7,4 (KOLB und GÜRTLER, 1971; CZERKAWSKI, 1986; DIRKSEN, 1990). Die beobachteten pH-Werte in den eigenen Untersuchungen liegen innerhalb dieses Bereiches. Aus den Ergebnissen läßt sich erkennen, daß die pH-Werte durch die Verfütterung von Grünraps im Versuch 1 unbeeinflußt blieben (Übersicht 26). In der anschließenden Endmast wurde der pH-Wert im Pansensaft durch die Verfütterung von geschütztem Rapsextraktionsschrot (III) signifikant gegenüber der Sojaschrotgruppe (I) erhöht (Übersicht 29). In Versuch 2 hingegen konnten keine signifikanten Differenzen zwischen den einzelnen Versuchsgruppen festgestellt werden (Übersicht 45).

Die flüchtigen Fettsäuren (vorwiegend Essig-, Propion- und Buttersäure) sind Endprodukte des Kohlenhydratabbaus und als Hauptenergiequelle und Ausgangsmaterial für Biosynthesen bei Wiederkäuern von großer Bedeutung (KOLB und GÜRTLER, 1971; KOLB, 1980; SCHULZE, 1985). Die Konzentration an flüchtigen Fettsäuren wird durch eine Reihe von Faktoren, wie z.B. Zusammensetzung der Futterration, physikalische Eigenschaften des Futters, das Fütterungsregime und die Pansenmikroorganismen beeinflußt (KOLB und GÜRTLER, 1971; VAN SOEST, 1982; CZERKAWSKI, 1986). Unter normalen Fütterungsbedingungen schwankt die physiologische Gesamtkonzentration flüchtiger Fettsäuren je nach Art der Fütterung in einem Bereich von 60-125 mmol/l. An der Gesamtkonzentration ist die Essigsäure in der Regel mit 47-66 Mol %, die Propionsäure mit 18-30 Mol % und die Buttersäure mit 8-20 Mol % beteiligt. Valerian-, Ameisen-, Capronsäure und höhere Fettsäuren können zusammen bis zu 5 Mol % ausmachen (KOLB und GÜRTLER, 1971; MÜNCHOW, 1975; DIRKSEN, 1990). In der Regel hat ein hoher Anteil von Rohfaser in der Ration hohe Essigsäureanteile (60-70 Mol %) und einen niedrigen Buttersäureanteil (8-14 Mol %) im Pansensaft zur Folge. Bei Verfütterung von Grünpflanzen erhöht sich mit zunehmendem Reifegrad des Aufwuchses der Anteil von Essigsäure auf Kosten von Propionsäure. Eine Erhöhung des Getreideanteiles in der Ration hat hingegen eine Steigerung der Propionsäure (30-60 Mol %) zur Folge (KOLB und GÜRTLER, 1971; MÜNCHOW et al., 1974). Die Gesamtkonzentration an flüchtigen Fettsäuren im Pansensaft wurde bei der Grünrapsfütterung (Gruppe IV) in Versuch 1 gegenüber den Vergleichsgruppen signifikant erhöht (Übersicht 26). Die Zulage von Gerste als energetische Ergänzung bei Gruppe III auf Basis Grünraps plus Weizenstroh führte zu signifikant niedrigeren Gesamtkonzentrationen im Pansensaft, während zwischen den Versuchsgruppen I und II kein signifikanter Unterschied feststellbar war. Die Grünrapsfütterung führte bei den Gruppen III und IV zu einer statistisch gesicherten Erhöhung der molaren Essig- und

Buttersäureanteile. Der molare Propionsäure-Anteil wurde in den Grünrapsgruppen gegenüber den Vergleichsgruppen signifikant herabgesetzt. Im Gegensatz hierzu war ein Einfluß der Klee gras-Verfütterung in Versuch 2 weder auf die Gesamtkonzentration noch auf die molaren Anteile der Einzelfettsäuren im Pansen saft feststellbar.

Untersuchungen von JENTSCH et al. (1972) anhand von 26 Grünfütterationen zeigten, daß die Gesamtkonzentration an flüchtigen Fettsäuren zwischen 74-130 mmol/l lag, wobei die molaren Anteile von Essigsäure 61-74 Mol %, von Propionsäure 13-28 Mol % und von Buttersäure 6-17 Mol % betrugen. Diese Größenordnungen stimmen gut mit den eigenen Ergebnissen überein. McMAUS et al. (1974) stellten in Fütterungsversuchen mit unterschiedlichen Grünfuttern bei Lämmern Gesamt-FFS-Konzentrationen von 135-144 mmol/l und einen Anteil von 66-68 Mol % Essigsäure, 20 Mol % Propionsäure und 11 Mol % Buttersäure fest. Auch in Versuchen von MICHELL (1974) wurden an Schafen ähnliche Ergebnisse wie in der vorliegenden Untersuchung gefunden.

In der Endmast führte der Einsatz von Rapsextraktionsschrot (formaldehydbehandelt) zu einer statistisch gesicherten Reduktion der Gesamtkonzentration an flüchtigen Fettsäuren im Pansen saft gegenüber den Kontrolltieren (I) (Übersicht 29). Eine herabgesetzte Gesamtkonzentration im Pansen saft wurde auch im Lämmer-Fütterungsversuch 2 nach Rapsschroteinsatz (behandelt) beobachtet. Ein Einfluß auf die molaren Anteile der Einzelfettsäuren war bei den Rapsschrotgruppen hingegen nicht nachweisbar. Ebenfalls führte die Zulage von formaldehydbehandeltem bzw. unbehandeltem Rapsschrot bei Lämmern in der Endmast aufgrund der hohen Standardabweichungen zu keinen statistisch zu sichernden Differenzen in den molaren Anteilen der Einzelfettsäuren. TAN und BRYANT (1991), die an Lämmer Rapsschrot und Stroh verfütterten, fanden eine Gesamtkonzentration an FFS von 98-101 mmol/l, wobei die molaren Anteile an Essig-, Propion- und Buttersäure 70 %, 17 % und 12 % betrugen.

Der Pansen saft der Kontrollgruppen stimmt bei allen Versuchen hinsichtlich Gesamtkonzentration und molaren Anteilen der Einzelfettsäuren mit Versuchen von BOLAT et al. (1988), STEVEN und GLIMP (1991) und FINKLER (1992) überein. Somit kann insgesamt abgeleitet werden, daß die Gesamtkonzentration an flüchtigen Fettsäuren und die molaren Anteile der einzelnen Fettsäuren im physiologischen Normalbereich liegen.

5.2.6 Schlachtkörperbewertung

Die Ergebnisse der Schlachtkörperbewertung der vorliegenden Arbeit können mit Versuchen aus der Literatur verglichen werden, die ebenfalls mit einem Schlachtgewicht von ca. 40 kg beendet wurden. Die Berücksichtigung der Lebendmasse ist von Bedeutung, da die Ausbildung der wertvollen Teilstücke stark von der Fütterung und der Lebendmasse abhängig ist. Vergleichswerte liefern daher insbesondere die Ergebnisse der Mastleistungsprüfungen nach Intensivmast mit Kraftfutter und Heu bis zu einem durchschnittlichen Endgewicht von etwa 40 kg (HLT, 1990, 1992).

Über die Einflüsse von Rasse, Geburtsgewicht, Fütterung, Wachstum und Alter sowie Mastendgewicht auf die Schlachtkörperqualität liegt eine große Anzahl von Untersuchungen vor (THRIFT et al., 1973; WOOD et al., 1980; CROUSE et al., 1981; KEMP et al., 1981; BENNETT et al., 1991). So geht mit zunehmender Nährstoffversorgung der Tiere eine höhere Fettbildung einher (WASSMUTH 1969). In den Untersuchungen von MORGAN und OWEN (1973) wurde festgestellt, daß eine Restriktion auf 70 % der ad lib.-Fütterung nur zu geringfügigen Änderungen in der Schlachtkörperzusammensetzung führt. NOTTER et al. (1983) beobachteten erst ab einer Rationierung auf 50 % der ad lib.-Fütterung Unterschiede bei der Zusammensetzung der Schlachtkörper. Mehrere Studien zeigen, daß die Körperzusammensetzung durch das kompensatorische Wachstum beeinflusst wird (BURTON et al., 1974; BUTLER-HOGG et al., 1984; TURGEON et al., 1986; AZIZ et al., 1992). Verschiedene Autoren berichten, daß das kompensatorische Wachstum zu einem Anstieg von Fett (MEYER und CLOWSON, 1964) oder Protein und Wasser (DREW und REID, 1975; TURGEON et al., 1986; KABBALI et al., 1992a) führt. In anderen Publikationen war die Körperzusammensetzung durch eine restriktive Fütterung folgende Intensivmast nicht beeinflusst (THORNTON et al., 1979; DROUILLARD et al., 1991). KABBALI et al. (1992a, b) zeigten, daß die Schlachtkörper in der Intensivmast bei einem Lebendmassebereich von 17 - 30 kg nach einer restriktiven Fütterung niedrigere Magerfleischanteile aufweisen. Untersuchungen von KEMP et al. (1981), LLOYD et al. (1981) und SARICAN et al. (1984) über den Einfluß des Mastendgewichtes auf die Schlachtkörper zeigten, daß ein zunehmendes Mastendgewicht im allgemeinen zu einer stärkeren Verfettung der Schlachtkörper und zu einer Abnahme der Fleisch- und Knochenanteile führt. In weiteren Untersuchungen sanken mit zunehmenden Schlachtkörpergewichten die Anteile von Keulen und Schultern. Lenden- und Kotelettanteile sowie die Schlachtausbeute nahmen dagegen zu (KEMP et al., 1976; CHAMPION et al., 1976; KEMP et al., 1981; LLOYD et al., 1981). Auch OLSON et al. (1976) und

VAUGHT et al. (1982) fanden bei schweren Schlachtkörpern eine bessere Schlachtkörperbewertung und eine größere Fläche des m. long. dorsi.

In der nach Grünrapsfütterung durchgeführten Endmast (kompensatorisches Wachstum) waren Schlachtgewichte, Schlachtausbeute und Bewertungspunkte zur Darstellung der Schlachtkörperqualität bei relativ hoher Standardabweichung nicht signifikant unterschiedlich. Auch durch die Verfütterung von Rapsschrot (formaldehydbehandelt bzw. unbehandelt) wurden Schlachtgewichte und Schlachtausbeute gegenüber den Kontrolltieren (I) nicht signifikant beeinflusst. In der Tendenz zeigte sich eine leichte Reduktion der Schlachtausbeute und des Schlachtgewichts für die Rapsschrotgruppe (III und IV). Ebenfalls führte in Versuch 2 die Zulage von Rapsschrot (behandelt) gegenüber der Sojaschrotgruppe (I) sowohl bei etwa 34 kg als auch bei etwa 40 kg Endgewicht zu keinen signifikant abzusichernden Verbesserungen von Schlachtkörper, Schlachtausbeute, Koteletfläche und Nierenfett. Tendenziell war die Sojaschrotgruppe (I) stärker verfettet als die Rapsschrotgruppe (II). Diese Ergebnisse stimmen mit verschiedenen Literaturhinweisen (MEYER und CLOWSON, 1964; DREW und REID, 1975; KABBALI et al., 1992a) überein. Weiterhin stehen diese Befunde im Einklang mit den Untersuchungen von YILALA und BRYANT (1985), die zeigten, daß der Einsatz von formaldehydbehandeltem Rapsschrot keine signifikante Erhöhung der Schlachtausbeute (48 %) gegenüber dem unbehandelten Rapsschrot bei einem vergleichbaren Endgewicht von 40 kg verursachte. Aus den Daten zur Schlachtkörperbewertung in der Endmast bzw. in Versuch 2 kann geschlossen werden, daß der Einsatz von Rapsextraktionsschroten (formaldehydbehandelt bzw. unbehandelt) in Rationen auf Gerstebasis zu keinen signifikant gesicherten Verbesserungen gegenüber den Kontrolltieren geführt hat.

In der Endmast (Versuch 1) traten in der Schlachtkörperbewertung keine signifikanten Unterschiede zwischen der Sojaschrot- (I) und der Harnstoffgruppe (II) auf. Diese Ergebnisse stehen in Übereinstimmung mit den Versuchen von ADELMANN (1990), in denen eine Schlachtausbeute von 49-50 %, eine Koteletfläche von 15 cm² und Nierenfett von 384-425 g bei den mit Sojaschrot bzw. Harnstoff versorgten Lämmern ermittelt wurde.

Im Versuch 2 wurden durch die Verfütterung von Kleeergrasgemenge die Schlachtkörpergewichte, Schlachtausbeute und Koteletfläche sowie das Nierenfett gegenüber der Sojaschrotgruppe tendenziell herabgesetzt. FAHMY et al. (1992) fanden ebenfalls durch die Verfütterung von Grassilage eine reduzierte Schlachtausbeute (41 %) und Koteletfläche (12 cm²). Generell ist anzunehmen,

daß die Verfütterung von Grünfuttermitteln gegenüber der Kraftfuttermast zu niedrigeren Schlachtkörperqualitäten führt, wie die Untersuchungen von BURBKART und SCHWINGHAMMER (1978), DAURA und REID (1991) und FAHMY et al. (1992) zeigten.

Bei Schwarzköpfigen Fleischschafen bzw. Merino-Landschafen, die mit einer Kraftfütterration von 20 kg bis 42 kg Lebendmasse intensiv gemästet worden waren, wurden in Mastleistungsprüfungen (HLT, 1992) Schlachtausbeuten von 49-50 %, Schlachtkörpergewichte von 20,5 kg, Kotelettflächen von 14,7 cm² und Nierenfettanteile von 193-247 g erzielt. Aufgrund der vorliegenden Ausschachtungsergebnisse kann auch hiermit eine gute Übereinstimmung (Endmast und Versuch 2) festgestellt werden. Die unterschiedlichen Fütterungsvarianten lieferten somit generell ein brauchbares Mastergebnis.

6 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Analysenergebnisse der Rohnährstoff- und Energiegehalte sowie der verdaulichen Nährstoffe lassen erkennen, daß die geprüften Zwischenfrucht-Futterpflanzen Grünraps und Klee gras-Gemenge ein hochwertiges Grünfutter darstellen, das im Nährstoff- und Energiegehalt mit den entsprechenden Angaben von Tabellenwerten vergleichbar ist. Aus ernährungsphysiologischer Sicht sollte ein möglicher Rohproteinüberschuß bzw. Strukturmangel im Grünraps bei alleiniger Verfütterung berücksichtigt werden.

Aus den vorliegenden Ergebnissen kann geschlossen werden, daß sich der Einsatz von Grünraps und Klee gras-Gemenge in der Lämmerfütterung auf die ermittelten Mastleistungs-, Pansen- und Blutparameter, bezogen auf den gesamten Mastzeitraum, im Vergleich zu anderen proteinreichen Futtermitteln befriedigend auswirkte. Generell ist zu berücksichtigen, daß die Zwischenfrüchte Raps und Klee gras grundsätzlich im Hinblick auf ihre Inhaltsstoffe den Bedarf der Lämmer bzw. Schafe nicht decken können, aber mit anderen Grundfuttermitteln bzw. geeigneten Kraftfuttermischungen zu bedarfsgerechten Fütterationen kombiniert werden können. In der Fütterung der Wiederkäuer sollte dabei vor allem eine Ergänzung mit strukturierter Rohfaser, in semi-ariden Klimaten der Türkei in erste Linie Stroh, in Betracht gezogen werden. Es ist wünschenswert, daß die Zwischenfrüchte wie z.B. Raps und Klee gras auch bei ungünstigen Witterungsbedingungen sauber geerntet werden. Hierbei ist der Schmutz- und

Sandgehalt möglichst gering zu halten, da Verschmutzungen die Futterqualität negativ beeinflussen können. Weiterhin führen ungünstige Witterungsbedingungen und erhöhte N-Düngung besonders bei Grünraps zu einer Nitratakkumulation. Bei einem Nitratgehalt von über 1,5 % i.d.TM sollte eine entsprechende Begrenzung der Tagesgabe berücksichtigt werden. Ebenfalls sind Raps und Klee gras-Gemenge als Winterzwischenfrucht sehr eiweißreich. Eiweißüberfütterung kann bei gleichzeitigem Energiemangel zu ernährungsphysiologischen Problemen bei Wiederkäuern führen.

Die vorliegenden Untersuchungen lassen erkennen, daß der im Winterzwischenfruchtanbau anfallende Grünraps und das Klee gras-Gemenge in frischem Zustand in allen Leistungsstadien mit Erfolg an Lämmer und Schafe verfüttert werden können. Die Ergänzung der genannten Futterpflanzen zu bedarfsgerechten Gesamtrationen ist allerdings Voraussetzung für eine optimale Verwertung.

Das rohfaserreiche, aber nährstoffarme Stroh spielt eine bedeutende Rolle zur Bestandserhaltung der Wiederkäuer in den aufwuchssarmen Zeiten des Jahres in den semi-ariden Klimaten der Türkei. Damit geht die Nährstoffversorgung der Tiere häufig unter den Erhaltungsbedarf zurück und führt zu einem Gewichtsverlust. Daher sollten in den gemäßigten Klimazonen der Türkei Zwischenfrüchte als Zweitfrucht angebaut werden, deren Konservierung einen wichtigen Beitrag zur leistungsgerechten Versorgung der Tiere in dieser Übergangszeit darstellt. So läßt sich durch den Anbau von Zwischenfrüchten wie Raps und Klee grasgemenge in günstigen klimatischen Gebieten der West- und Süd-Türkei in den sonst grünfutterarmen Zeiten hochwertiges Grundfutter erzeugen. Dadurch dürfte einerseits die Futtergrundlage in der Türkei verbessert, andererseits der Zyklus der Rohfaser-Erhaltungsfütterung durch eine bedarfsgerechte Leistungsfütterung ersetzt werden. Infolge des Körnerrapsanbaues (00-Qualität) in der Türkei kann das Rapsextraktionsschrot aus der Ölgewinnung als wertvolle Eiweißquelle die Nährstoffdefizite des Grundfutters ausgleichen und insbesondere als Ersatz für Sojaextraktionsschrot, dessen Import aus agrarpolitischen Erwägungen reduziert werden soll, mit Erfolg verwendet werden. Weiterhin könnte Rapssaat aufgrund der hohen Ölgehalte eine wesentliche Rolle bei der Deckung des inländischen Speiseölbedarfs spielen, da durch züchterische Maßnahmen das Erucasäureproblem gelöst wurde. Pansenstabiler Rapsextraktionsschrot (formaldehydbehandelt) ist besonders in solchen Rationen vorteilhaft, die ansonsten leichtabbaubares Protein enthalten.

7 ZUSAMMENFASSUNG

In den vorliegenden Fütterungsversuchen sollten die Einsatzmöglichkeiten und der Futterwert von Grünrap (Brassica napus L.) und einem Gemenge aus Perserklee und Deutschem Weidelgras (Aussaatanteile 43 % Trifolium resupinatum L. und 57 % Lolium perenne L.) als Winterzwischenfrucht in rohfaserreichen, energie- und stickstoffäquivalenten Rationen und ihr Einfluß auf Futteraufnahme, Gewichtsentwicklung, Futterverwertung und Verdaulichkeit der Nährstoffe bei Lämmern vergleichend untersucht werden. Neben der Erfassung von Blutparametern (Harnstoff, Gesamteiweiß, Glucose, Gesamtlipide, Triglyceride und Nitrat) wurden qualitative Parameter des Pansenstoffwechsels wie pH-Wert, NH_3 -Konzentration und Gesamtkonzentration an flüchtigen Fettsäuren (FFS) sowie deren molare Anteile bestimmt.

Im Versuch 1 ($n = 5 \times 4$, Versuchsdauer 75 Tage) wurde der Einsatz von Grünrap sowohl in einer Ration mit energetischer Ergänzung aus Gerste als auch ohne Energieergänzung auf Weizenstrohbasis im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot- und Harnstoff-Einsatz überprüft. Im Anschluß daran wurde eine Endmast ($n = 5 \times 4$, Versuchsdauer durchschnittlich 35 Tage) mit Rapsextraktionsschroten der 00-Qualität (formaldehydbehandelt bzw. unbehandelt) im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot- und Harnstoffeinsatz in Gruppenhaltung bis zu ca. 40 kg Endgewicht durchgeführt. Hierbei sollte die Futterqualität des Rapsextraktionsschrotes überprüft werden.

In Versuch 2 ($n = 6 \times 3$, Versuchsdauer 60 Tage) erfolgte der Einsatz von Klee-Gras-Gemenge zu einer Ration mit Energieergänzung auf Heubasis im Vergleich zu Soja- und Rapsextraktionsschrot (formaldehydbehandelt). Am Ende dieses Versuches wurde ein Teil der Lämmer direkt geschlachtet und bewertet. Mit einem anderen Teil wurde eine Endmast ($n = 3 \times 2$, Versuchsdauer 21 Tage) bis etwa 40 kg Endgewicht durchgeführt.

Die Fütterung in den Versuchen 1 und 2 erfolgte restriktiv. Die Rationszusammensetzungen sollten nicht höchste Mastleistungen garantieren sondern über den gesamten Versuchszeitraum neben der Deckung des Erhaltungsbedarfes der Lämmer ein Wachstum von etwa 100 g/Tag (Versuch 1 bzw. etwa 250 g/Tag (Versuch 2) sichern. Dadurch sollte ein rohfaserreiche Fütterungsverfahren auf der Basis Gerstenstroh in den semi-ariden Klimaten der Türkei simuliert werden.

Zur Ermittlung der verdaulichen Nährstoffe und des energetischen Futterwertes von Grünraps und Klee gras-Gemenge wurden zusätzlich die scheinbaren Verdaulichkeiten der Rohnährstoffe im klassischen Differenzversuch mit je drei ausgewachsenen Hammeln ermittelt.

Aus den Versuchsergebnissen lassen sich zusammenfassend folgende Erkenntnisse ableiten:

1. Die Rohnährstoffe und Energiedichte wiesen Grünraps und Klee gras-Gemenge als wertvolle Grünfütterpflanzen im Zwischenfruchtanbau aus. Rohfasermangel und Rohproteinüberschuß sowie die Gefahr der Nitratakkumulation, die im Verlauf der Fütterungsversuche in den Herbstaufwüchsen ermittelt werden konnten, sollten beim Einsatz besonders von Grünraps in der Wiederkäuerfütterung aus ernährungsphysiologischer Sicht berücksichtigt werden.
2. Die scheinbaren Verdaulichkeiten der organischen Masse, des Rohproteins und der stickstofffreien Extraktstoffe lagen in Grünraps mit durchschnittlich 84, 85 bzw. 88 % höher als in Klee gras-Gemenge (78, 76 bzw. 82 %). Rohfaser und Zellwandbestandteile (Saure Detergentienfaser, Neutrale Detergentienfaser und Rohcellulose) im Grünraps wurden ebenfalls besser als im Klee gras-Gemenge verdaut. Aus dem Gehalt an verdaulichen Rohnährstoffen errechneten sich Nettoenergiegehalte von 7,07 bzw. 6,03 MJ NEL/kg TM sowie 686 bzw. 627 StE/kg TM für Grünraps und Klee gras-Gemenge.
3. Die bei Grünraps und Klee gras-Gemenge ermittelten höheren Rohaschegehalte dürften auf den Verschmutzungsgrad, bedingt durch die ungünstigen Witterungsbedingungen bei der Ernte im Herbst, zurückzuführen sein. In den Grünraps- und Klee grasproben wurden weiterhin die Mengenelemente Ca, P, Mg, Na, K sowie die Spurenelemente Fe, Zn, Mn und Cu bestimmt. Sowohl Grünraps (18 g Ca/kg TM) als auch Klee gras-Gemenge (16 g Ca/kg TM) erwiesen sich als besonders Ca-reiche Futterpflanzen.
4. Bei vergleichbaren Lebendmassen zu Versuchsbeginn (18,7 kg) erzielten in Versuch 1 die Gruppen Sojaschrot (I), Harnstoff (II) und Grünraps-Gerste (III) mit 133, 117 und 106 g/Tier signifikant höhere Tageszunahmen als die nur mit Grünraps versorgte Gruppe IV (75 g). Ebenfalls zeigten die Gruppen Sojaschrot, Harnstoff und Grünraps-Gerste einen signifikant höheren

Rohprotein-, Energie- und Trockenmasseaufwand sowie einen besserer Aufwand der organischen Masse als die Gruppe Grünraps.

5. Die Konzentrationen des Harnstoffs, des Gesamteiweißes und der Glucose im Blutplasma wiesen bei allen Versuchsgruppen in Versuch 1 keine Abhängigkeit von der Fütterung auf. Im Gegensatz dazu lag die Konzentration der Gesamtlipide im Plasma bei den Tieren der Gruppe Grünraps (IV) am 48. und 72. Versuchstag signifikant niedriger als die der Gruppe Sojaschrot (I), Harnstoff (II), und Grünraps-Gerste (III). Die Nitratkonzentration im Blutplasma zeigte im Vergleich zu den Gruppen Sojaschrot und Harnstoff eine ansteigende Tendenz bei den mit Grünraps versorgten Gruppen.
6. NH_3 -Konzentration und FFS-Konzentration im Pansensaft waren in Versuch 1 bei den Lämmern der Grünraps-Gruppe gegenüber den Gruppen Sojaschrot und Harnstoff deutlich erhöht. Insbesondere wurden die NH_3 -Konzentration die Gesamt-FFS-Konzentration sowie der Essigsäureanteil durch der Grünrapseinsatz ohne Energie-Ergänzung in Gruppe IV höchst signifikant erhöht.
7. In der anschließenden Endmast waren bezüglich der Tageszunahme zwischen der Gruppe mit formaldehydbehandeltem Rapsschrot (III) und der Gruppen mit Sojaschrot (I), Harnstoff (II) und Rapsschrot (IV) keine signifikanten Differenzen feststellbar. Bei den Pansensaftuntersuchungen ergaben sich jedoch bei der Gruppe mit geschütztem Rapsschrot signifikant höhere pH-Werte und signifikant niedrigere Gesamt-FFS-Konzentrationen als bei der Sojagruppe. Tendenziell zeigte sich bei Gruppe III auch eine Reduktion der NH_3 -Konzentration im Pansensaft. Die Schlachtkörper der Gruppen Sojaschrot, Harnstoff, geschütztes Rapsschrot und unbehandeltes Rapsschrot wogen im Mittel 19,4; 19,1; 18,7 und 17,7 kg. Mit 48 % Schlachtausbeute lagen die Sojaschrot- und Harnstoff-Gruppen leicht über den Rapsextraktionsschrot-Gruppen. Die Beurteilung der wertbestimmender Schlachtkörperteile Keulen, Rücken-Lenden, Kamm-Schultern und Fettabdeckung sowie Nierenfett fiel für die Gruppen Sojaschrot und Harnstoff günstiger aus als für die Gruppen mit geschütztem Rapsschrot und unbehandeltem Rapsschrot. Die Sojagruppe zeigte mit 37 Punkten eine tendenziell bessere Schlachtkörperqualität als die Gruppen Harnstoff, geschütztes Rapsschrot und unbehandeltes Rapsschrot.

8. Im Wachstumsversuch 2 wurden durch den Einsatz von Sojaschrot und geschütztem Rapsextraktionsschrot höhere Tageszunahmen, bessere Futterverwertungen und bessere PER-Werte als mit Klee gras-Gemenge erzielt.
9. In den Konzentrationen von Gesamteiweiß, Glucose und Gesamtlipiden im Blutplasma ergaben sich in Versuch 2 unter den vorliegenden Versuchsbedingungen keine signifikant gesicherten Unterschiede. Die Konzentration an Harnstoff im Plasma der Klee gras-Gruppe (III) lag jedoch signifikant niedriger als in der Sojaschrotgruppe (I). Die Triglycerid-Konzentration im Plasma war bei der geschützten Rapsschrotgruppe (II) tendenziell höher als in der Gruppe Sojaschrot (I).
10. Der Einsatz von Klee gras-Gemenge (III) führte im Vergleich zu Sojaschrot (I) und geschütztem Rapsschrot (II) zu einer höchstsignifikant gesteigerten NH_3 -Konzentration im Pansen saft.
11. Anhand der Kriterien der Schlachtkörperbewertung nach dem Verfahren der Mastleistungsprüfung ergaben sich am Ende des Wachstumsversuches 2 bei etwa 34 kg Lebendgewicht der Lämmer (61. Versuchstag) zwar keine signifikanten Unterschiede zwischen der Klee gras-Gruppe (III) und den Gruppen mit Sojaschrot (I) bzw. geschütztem Rapsschrot (II), aber in der Tendenz zeigte die Klee gras-Gruppe niedrigere Schlachtgewichte, Schlachtausbeuten, Koteletflächen und Nierenfett sowie Bewertungspunkte. Nach der Ausmast am 82. Versuchstag (etwa 40 kg Endgewicht) wurden bezüglich der Schlachtkörperbewertung keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen Sojaschrot und Rapsschrot festgestellt.
12. Die Ergebnisse zeigen, daß die geprüften Futtermittel Grünraps und Klee gras-Gemenge bei Beachtung ihrer ernährungsphysiologischen Besonderheiten gut geeignet sind, auch unter schwierigen Fütterungsbedingungen in den semi-ariden Klimaten der Türkei die Ernährungsbasis für die Lämmermast entscheidend zu verbessern. In Kombination mit diesen Zwischenfrüchten kann auch das reichlich vorhandene Getreidestroh als Lieferant von Strukturfutter hervorragend zur Herstellung bedarfsgerechter Lämmermastrationen herangezogen werden.

8 LITERATURVERZEICHNIS

- ADELMANN, R. K. (1990): Vergleichende Untersuchungen zur Verwertung von Betain als N-Zulage in der Intensivmast von Lämmern. Diss. agr., Univ. Gießen.
- AGDE, K.; SCHLOLAUT, W.; HOSSENFELDER, J. (1973): Über den Einfluß der Futterzusammensetzung und der Fütterungsmethoden auf die Mastleistung von Lämmern. *Krafffutter* 56, 4: 174-177.
- AHLIN, K. A.; EMANUELSON, M.; EDQVIST, L. E.; LARSSON, K.; WIKTORSSON H. (1985): Rapeseed products as feed for dairy cows. Preliminary results from a longterm study. Proc. Sem. CEC Progr. Res. Plant Protein Improvement Copenhagen, 11-13 September 1984.
- ALABOUDI, A. R.; JONES, G. A. (1985): Effect of acclimation to high nitrate intakes on some rumen fermentation parameters in sheep. *Can. J. Anim. Sci.* 65, 841-849.
- ALLISON, M. J.; REDDY, C. A. (1984): Adaptations of gastrointestinal bacteria in response to changes in dietary oxalate and nitrate. In: *Current Perspectives in Microbial Ecology*. pp. 248-256, American Society for Microbiology Washington, D. C..
- AMBERGER, A. (1988): *Pflanzenernährung*. 3. Auflage, Verlag E. Ulmer, Stuttgart.
- ANDERSEN, H. R. und SOERENSEN, H. (1985): Double low rapeseed meal in diets to young bulls. In: *Advances in the production and utilization of cruciferous crops*. (Eds. H. SOERENSEN). Boston, 208-222.
- ANONYMUS, (1985): *Veterinärmedizinische Laboruntersuchungen für die Diagnose und Verlaufskontrolle*. Boehringer Mannheim GmbH, 3. Auflage.
- ANTONIEWICZ, A. M.; VUUREN, A. M.; VAN DER KOELEN, C. J.; KOSMALA, I. (1992): Intestinal digestibility of rumen undegraded protein of formaldehyde treated feedstuffs measured by mobile bag and in vitro technique. *Anim. Feed Sci. Technol.* 39, 111-124.
- ARORA, S. P.; HATFIELD, E. E.; GARRIGUS, U. S.; ROMACK, F. E.; MOTYKA, H. (1968): Effect of adaption to dietary nitrate on thyroxine secretion rate and growth in lambs. *J. Anim. Sci.* 27, 1445-1448.
- AZIZ, N. N.; MURRAY, D. M.; BALL, R. O. (1992): Effect of live weight gain and live weight loss on body composition of Merino wethers: Chemical composition of the dissected components. *J. Anim. Sci.* 70, 3412-3420.
- BAERUG, R.; LILLEENG, B. (1983): Nitrate and protein content in green fodder crops. *Forskning og Forsøg i Landbruget* 34, 186-196.
- BALKS, R.; REEKERS, J. (1960): Nitratbestimmung in der Pflanzensubstanz mit 1, 2, 4-Xylenol. *Landwirtsch. Forsch.* 13, 134-136.
- BARRY, T. N.; McDONALD, R. C.; REID, T. C. (1981): Nutritional evaluation of kale (*Brassica oleracea*) diets. 1. Growth of grazing lambs as effected by time after introduction to the crop, feed allowance and intraperitoneal amino acid supplementation. *J. Agric. Sci.* 96, 257-267.

- BAUER, F. (1986): Datenanalyse mit SPSS. Springer Verlag, 3. Auflage, Berlin.
- BAUER, J.; BURBKART, M. (1970): Zur Intensivlämmermast mit Kraftfutter. Das wirtschaftseigene Futter **16**, 277-285.
- BECKHOFF, J. (1971): Zwischenfruchttraps läßt sich auch silieren. Mitt. d. DLG **86**, 39, 996-998.
- BECKHOFF, J. (1976): Silierung der Zwischenfrüchte Raps und Rübsen. Das wirtschaftseigene Futter **22**, 242-252.
- BECKHOFF, J.; POTTHAST, V. (1984): Nährstoffgehalt, Qualität und Verdaulichkeit blatt- und stengelreicher Rapssilagen. Das wirtschaftseigene Futter **30**, 159-163.
- BELL, J. M. (1984): Nutrients and toxicants in rapeseed meal: A review. - J. Anim. Sci. **58**, 996-1010.
- BENNETT, G. L.; KIRTON, A. H.; JOHNSON, D. L.; CARTER, A. H. (1991): Genetic and environmental effects on carcass characteristics of Southdown x Romney lambs: I. Growth rate, sex, and rearing effects. J. Anim. Sci. **69**, 1856-1863.
- BERENDONK, C. (1982a): Einfluß des Erntetermins auf Ertrag und Qualität von Sommer- und Winterrapssorten im Zwischenfruchtanbau. 1. Mitt.: Ertrag, Blatt-Stengel-Verhältnis und Trockensubstanzgehalt. Das wirtschaftseigene Futter **28**, 156-165.
- BERENDONK, C. (1982b): Einfluß des Erntetermins auf Ertrag und Qualität von Sommer- und Winterrapssorten im Zwischenfruchtanbau. 2. Mitt.: Rohasche-, Rohfaser- und Rohproteingehalt sowie Verdaulichkeit der organischen Substanz. Das wirtschaftseigene Futter **28**, 202-214.
- BERENDONK, C. (1982c): Einfluß des Erntetermins auf Ertrag und Qualität von Sommer- und Winterrapssorten im Zwischenfruchtanbau. 3. Mitt.: Mineralstoffgehalt im Blatt, Stengel und Gesamtpflanze. Das wirtschaftseigene Futter **28**, 215-224.
- BERENDONK, C. (1983): Prüfung von 32 Sorten des Deutschen Weidelgrases unterschiedlicher Reifegruppen unter Beweidung. Das wirtschaftseigene Futter **29**, 162-171.
- BERENDONK, C. (1984): Ertrag, Nährstoffgehalt und Verdaulichkeit der organischen Substanz des Deutschen Weidelgrases (*Lolium perenne* L.) unterschiedlicher Reifegruppen in Reinsaat und Mischungen in Abhängigkeit vom ersten Nutzungstermin und von der Nutzungshäufigkeit. 1. Mitteilung: Trockenmasseertrag. Das wirtschaftseigene Futter **30**, 139-148.
- BERGNER, H. J.; MARIENBURG, R.; GÖRSCH, K.; DOBERSCHÜTZ, A.; LIPPERT, D.; KOCZOT, B. (1982): Untersuchungen zur Verdaulichkeit von Strohpellets bei Schafen in Abhängigkeit von der Höhe der Konzentratzulagen in der Gesamtration. Arch. Tierernährung **32**, 797-811.
- BERSCHNEIDER, F.; WIESNER, E.; WILLER, S.; NEUFFER, K. (1979): Untersuchungen zur Frage der Nitrattoleranz bei ständiger Verabreichung von Grünfutter mit erhöhtem Nitrat-Nitritgehalt im Hinblick auf die Vermeidung von Schädigungen und Leistungsdepressionen bei Wiederkäuern. Tierzucht **33**, 362-366.

- BJÖRKMAN, R. (1976): Properties and function of plant myrosinases. In: The biology and chemistry of the cruciferae. J.G. VAUGHAN, A.J. MACLEOD, B.M.G. JONES (eds.). Academic Press, New York, 191-206.
- BLAFELD, S. J. (1976): An experiment on grazing lambs on marrow stem kale and rape. J. Agric. Res. in Iceland **8**, 121-131.
- BLATTMANN, W. (1968): Frühes und spätes Weidelgras (*Lolium perenne*) in Reinsaat, im Gemisch mit Weißklee bei unterschiedlicher Schnitthäufigkeit und Beweidung. Das wirtschaftseigene Futter **14**, 264-277.
- BOGDAN, G. (1970): Über Ertrags- und Qualitätseigenschaften bei Deutschem Weidelgras (*Lolium perenne* L.) und Rotklee (*Trifolium pratense* L.). Z. Acker- und Pflanzenbau **131**, 268-301.
- BOLAT, D.; DROCHNER, W.; ELKHOLI, M. (1988): Zur Pansenfermentation beim Schaf bei Austausch der täglichen Gerstegabe gegen Melasseschnitzel und bei Zulage eines Polyetherantibiotikums (Salinomycin-Na). Das wirtschaftseigene Futter **34**, 199-218.
- BRANDSCHAW, J.E.; HEANEY, R.K.; MACFARLANE SMITH, W.H.; GOWERS, S. GEMMELL, D.J.; FENWICK, G.R. (1984): The glucosinolate content of some fodder brassicas. J. Sci. Food Agric. **35**, 977-981.
- BROSIUS, G. (1988): SPSS/PC+ Basics und Graphics. McGraw-Hill, Hamburg.
- BUDDECKE, E. (1977): Grundriß der Biochemie. 5. Auflage. Verlag de Gruyter Berlin und New York.
- BURBKART, M.; SCHWINGHAMMER, A. (1978): Maissilage in der Lämmermast. Das wirtschaftseigene Futter **24**, 156-164.
- BURGSTALLER, G.; LANG, K. (1989): 00-Rapsextraktionsschrot im Austausch gegen Sojaextraktionsschrot in der Futterration für Mastschweine. Das wirtschaftseigene Futter, **35**, 137-148.
- BURTON, J. H.; ANDERSON, M.; REID, J. T. (1974): Some biological aspects of partial starvation. The effect of weight loss and regrowth on body composition in sheep. Br. J. Nutr. **32**, 515.
- BUTLER-HOOG, B. W.; TULLOH, N. M. (1982): Growth patterns in sheep: The effect of weight losses on compensatory growth and feed intake in corriedal sheep. J. Agr. Sci. (Cambr.) **99**, 641.
- BÜENFELD, V. (1985): Fütterung. In: Zwischenfruchtbau zur Futtergewinnung und Gründüngung. (Hrsg. RENIUS, W.; LÜTKE-ENTRUP, E.), DLG-Verlag.
- CASE, A. A. (1957): Some aspects of nitrate intoxication in livestock. J. Am. Vet. Med. Assoc. **130**, 323.
- CCC (CANOLA COUNCIL OF CANADA) (1986): In: Canola meal for Livestock and poultry, Publ. No. 59. (Eds. CLANDININ, D.; ROBBLEE, A.; SLINGER, S.J.).
- CHALUPA, W. (1975): Rumen bypass and protection of proteins and amino acids. J. Dairy Sci. **58**, 1198-1218.
- CHAMPION, D. R.; FIELD, D. R.; RILEY, M. L.; SMITH, G. M. (1976): Effect of weight on carcass merit of very heavy market ram lambs. J. Anim. Sci. **4**, 1218-1224.

- CRAWFORD, R. F.; KENNEDY, W. K.; DAVISON, K. L. (1966): Factors influencing the toxicity of forages that contain nitrate when fed to cattle. *Cornell. Vet.* **56**, 3-15.
- CROUSE, J. D.; BUSBOOM, J. R.; FIEL, R. A.; FERELL, C. L. (1981): The effect of breed, sex, location and slaughter weight on lamb growth, carcass composition and meat flavour. *J. Anim. Sci.* **53**, No. 2, 373-380.
- CZERKAWSKI, J. W. (1986): An introduction to rumen studies. Pergamon Press, Oxford.
- DANIEL, P.; ZOBELT, U. (1986): Untersuchungen über die Futteraufnahme von Futterraps (*Brassica napus* L.) und Phazelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.). Das wirtschaftseigene Futter **32**, 175-182.
- DAURA, M. T.; REID, R. L. (1991): Energy and protected protein supplements to lambs on endophyte-infected fescue pasture. *J. Anim. Sci.* **69**, 358-368.
- DAVISON, K. L.; HANSEL, W. M.; KROCK, L.; ENTEE, K. Mc; WRIGHT, M.J. (1964): Nitrate toxicity in dairy heifers. I. Effect on reproduction, growth, lactation and vitamin A nutrition. *J. Dairy Sci.* **47**, 1065-1073.
- DAVISON, K. L.; McENTEE, K.; WRIGHT, M. J. (1965): Responses in pregnant ewes fed forages containing various levels of nitrate. *J. Dairy Sci.* **48**, 968-977.
- DEACON, M.A.; KENNELLY, J.J.; DE BOER, G. (1986): Effect of jet spolding and extrusion on in situ rumen degradation and intestinal disappearance of canola und soybean protein. *Agric. Forestry Bull.* 65 th Ann. Feeders Day Rep.
- DEMES, H. (1989): Untersuchungen über Glucosinolat-, Nitrat- und Proteingehalt in der Rapsgrünmasse in Abhängigkeit von Genotyp, Umwelt und Entwicklungsstadium. Diss. agr., Univ. Gießen.
- DEMIR, I.; MARQUARD, R.; HÖFNER, W.; TURGUT, I. (1991): Pflanzenbauliche Ergebnisse aus dem Projekt "Zweitfruchtanbau in der Fruchtfolge". In: Wissenschaftliche Ergebnisse deutsch-türkischer Universitätspartnerschaften im Agrarbereich. Deutsch-türkisches Symposium 1989, in Izmir-Türkei, 382-390.
- DIRKSEN, G. (1990): Verdauungsapparat. In: Die klinische Untersuchung des Rindes. (Hrsg. ROSENBERGER, G.). Verlag Paul Parey. Berlin und Hamburg.
- DLG (1973): DLG-Futterwerttabellen. Mineralstoffgehalte in Futtermitteln, DLG-Verlag. 2. Auflage, Frankfurt (Main).
- DLG, (1982): DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer. 5. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt (Main).
- DLG (1991): DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer. 6. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt (Main).
- DOIZE, F.V.; BOUCHAT, J. Cl.; VANDERMEIER, M.A.B.; PAGUAY, R. (1984): Influence of the level of food intake on blood constituents (lipid, glucose, β -hydroxybutyrate, insulin) in adult sheep. *Z. Tierphysiol. Tierernähr. u. Futtermittelkde.* **52**, 112-118.

- DOVE, H.; MILNE, J. A. (1991): An evaluation of the effect of incisor dentition and of age on the performance of lactating ewes and their lambs. *Anim. Prod.* **53**, 183-190.
- DOYLE, P. T.; PANDAY, S. B. (1990): The feeding value of cereal straws for sheep. III. Supplementation with minerals or minerals and urea. *Anim. Feed Sci. Technol.* **29**, 29-43.
- DREW, K. R.; REID, J. T. (1975): Compensatory growth in immature sheep. I. The effect of weight loss and realimentation on the whole body composition. *J. Agr. Sci. (Cambr.)* **85**, 193.
- DROUILLARD, J. S.; KLOPFENSTEIN, T. J.; BRITTON, R. A.; BAUER, M. L.; GRAMLICH, M. S.; WESTER, T. J.; FERRELL, C. L. (1991): Growth, body composition, and visceral organ mass and metabolism in lambs during and after metabolizable protein or net energy restrictions. *J. Anim. Sci.* **69**, 3357.
- EICHHORN, H.; SUNGUR, N.; ULUSOY, E.; HECHT, H.; LÜRSSEN, K. (1991): Einsatzmöglichkeiten neuer Bodenbearbeitungssysteme in der Türkei unter besonderer Berücksichtigung des Zweitfruchtanbaus. In: Wissenschaftliche Ergebnisse deutsch-türkischer Universitätspartnerschaften im Agrarbereich Deutsch-türkisches Symposium 1989, in Izmir-Türkei, 226-232.
- ELLES, S. (1989): Einfluß von Hauptbestandsbildnern (*Lolium multi-florum* Lam. *Lolium x boucheanum* Kunth, *Lolium perenne* L. und *Dactylis glomerata* L.) Narbendichte, N-Düngung und Zeit auf Ertrag, Energiedichte, P/E-Quotient Nitratgehalt und Gärfähigkeit. Diss. agr., Univ. Gießen.
- EMERICK, R. J.; EMBRY, L. B.; SEERLEY, R. W. (1965): Rate of formation and reduction of nitrite induced methemoglobin in vitro and in vivo as influenced by diet of sheep and age of swine. *J. Anim. Sci.* **24**, 221-229.
- ENSMINGER, M. E.; OLDSFIELD, J. E.; HEINEMANN, W. W. (1990): Feeds and Nutrition. The Ensminger Publishing Company, Second edition, California.
- ERKEK, R.; SEVGICAN, F.; ALCICEK, A.; WAGENER, P.; PALLAUF, J. (1991): De Futterwert von Zweitfrüchten und ihren Nebenprodukten. In: Wissenschaftliche Ergebnisse deutsch-türkischer Universitätspartnerschaften im Agrarbereich. Deutsch-türkisches Symposium 1989, in Izmir-Türkei, 512-518.
- EVANS, E. T. R. (1951): Kale and rape poisoning in cattle. *Vet. Rec.* **63**, 348-349.
- FAHMY, M. H.; BOUCHER, J. M.; POSTE, L. M.; GREGOIRE, R.; BUTLER, G. COMEAU, J. E (1992): Feed efficiency, carcass characteristics and sensor quality of lambs, with or without prolific ancestry, fed diets with different protein supplements. *J. Anim. Sci.* **70**, 1365-1374.
- FARRA, P. A.; SATTER, L. D. (1971): Manipulation of the ruminal fermentation. III Effect of nitrate on ruminal volatile fatty acid production and milk composition. *J. Dairy Sci.* **54**, 1018-1024.
- FARRIES, E. (1979): Zum Einsatz von Rationen mit hohem Stroh- und NPN-Anteil bei Schafen unterschiedlicher Leistungsrichtung. *Das wirtschaftseigene Futter* **25**, 147-157.
- FEICHTINGER, K.; LEITGEB, R. (1992): Einsatz von 00-Rapsextraktionsschrot in der Jungbullenmast. *Züchtungskunde*, **64**, 57-65.

- FENWICK, G. R.; HEANEY, R. K.; MAWSEN, R. (1987): Glucosinolates. In: *Toxins of plant origin*, Vol. II, Glycosides, (Eds. CHEEKE, P. R.) Florida, CRC press.
- FEWSON, C. A.; NICHOLAS, D. J. D. (1961): Utilization of nitrate by micro-organisms. *Nature* **190**, 2-7.
- FINKLER, G. (1992): Untersuchungen über den Einfluß von Flavomycin und Salinomycin auf die Verdauungsvorgänge und den Stoffwechsel beim Wiederkäuer. Diss. agr., Univ. Giessen.
- FISCHER, L. J. (1980): A comparison of rapeseed meal and soybean meal as a source of protein and protected lipid as a source of supplemental energy for calf starter diets. *Can. J. Anim. Sci.* **60**, 359-366.
- FLACHOWSKY, G. (1976): Einsatz von Strohpellets in der Fütterung. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, DDR, Berlin.
- FLACHOWSKY, G. (1987): Stroh als Futtermittel. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, DDR, Berlin.
- FLACHOWSKY, G.; SCHNEIDER, M.; TIROKE, K.; KOCH, H. (1992): Verzehr, In-sacco-Trockensubstanzabbau und scheinbare Verdaulichkeit von Trockengrün aus Welschem Weidelgras und Weißklee bei Schafen. *Das wirtschaftseigene Futter* **38**, 12-24.
- FLINN, P. C.; REED, K. F. M.; SAUL, G. R.; WARD, G. N.; GRAHAM, J. G. (1985): The cultivation and feeding value of Persian clover. *Proceeding of the 15th international grassland congress*, pp. 16-18.
- FORSS, D. A.; BARRY, T.N. (1983): Observation on nitrile production during autolysis of kale and swedes and their stability during incubation with rumen fluid. *J. Sci. Food Agric.* **34**, 1077-1084.
- FREER, M.; DOVE, H. (1984): Rumen degradation of protein in sunflower meal, rapeseed meal and lupin seed placed in nylon bags. *Anim. Feed Sci. Technol.* **11**, 87-101.
- FRIESECKE, H. (1984): Handbuch der praktischen Fütterung von Rind, Schaf, Pferd, Schwein, Geflügel und Süßwasserfischen. DLG-Verlag, München.
- GEISHAUSER, TH. (1990): Entwicklung und Prüfung eines Gerätes zur Pansensaftentnahme. *Der praktische Tierarzt* **71**, 3, 1-4 (Sonderdruck).
- GANEV, G.; BOCHEVA, E.; POPOV, S. (1986): Use of protected oilmeals in the feeding of lactating cows. *Zhivotn. Nauk.* **23**, 40-47.
- GERATH, H.; SCHWEIGER, W. (1991): Improvement of the use of nutrients in winter rape- A strategy of economically and ecologically responsible fertilizing. *Proc. 8th Intern. Rapeseed Congress Saskatoon*, 9.-11. July 1991, **4**, 1197-1202.
- GfE, (1986): Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 3: Milch- und Aufzuchtrinder. Ausschuß für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie der Haustiere. DLG-Verlag, Frankfurt.
- GfE (1991): Leitlinien für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohnährstoffen an Wiederkäuern. Ausschuß für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie der Haustiere. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* **65**, 229-234.

- GIBB, M. J.; TREACHER, T. T.; SHANMUGALIGAM, V. S (1981): Herbage intake and performance of grazing ewes and of their lambs when weaned at 6, 8, 10 or 14 weeks of age. *Anim. Prod.* **33**, 223-232.
- GIBB, M. J. and TREACHER, T. T. (1983): The performance of lactating ewes offered diets containing different proportions of fresh perennial ryegrass and white clover. *Anim. Prod.* **37**, 433-440.
- GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. (1970): Forage fibre analyses. Agriculture handbook No. 379, U.S. Department of Agriculture, Washington D.C..
- GOHARY, G. S.; BICKHARDT, K. (1979): Der Einfluß des Blutentnahmestresses auf Blutwerte des Schafes. *Dtsch. tierärztl. Wschr.* **86**, 225-228.
- GOSDEN, A. F. (1977): Toxic constituents of forage crops. *Ann. Rep. Welsh Plant Breed. Stat.*, 226-241.
- GÖTZKE, H.; KLEINHANSS, W. (1988): Produktion von Rapsöl als Treibstoff - Eine Chance für die deutsche Landwirtschaft? *Landbauforsch. Völkrode.* **38**, 17-41.
- GREER, M. A.; DEENEY, J. M. (1959): Antityroid activity elicited by the ingestion of pure progoitrin, a naturally occurring thioglycoside of the turnip family. *J. Clin. Invest.* **38**, 1465.
- GRIFFITHS, D. W.; SMITH, W. H. M. (1989): Variation in S-Methyl-Cystein Sulphoxide concentration with harvest date in forage rape (*Brassica napus* L.). *J. Sci. Food Agric.* **47**, 249-252.
- GUNN, R. G.; DONEY, J. M.; SMITH, W. F.; SIM, D. A.; HUNTER, E. A. (1991): A note on herbage intake by greyface ewes on perennial ryegrass/white clover swards in the autumn. *Anim. Prod.* **53**, 257-260.
- GUSTINE, D. L.; JUNG, G. A. (1985): Influence of some management parameters on glucosinolate levels in Brassica forage. *Agron. J.* **77**, 593-597.
- HAGEMEISTER, H.; LÜPPING, W.; KAUFMANN, W. (1980): Microbial protein synthesis and digestion in the high-yielding dairy cow. In: HARESIGN, W. *Recent advances in animal nutrition*. Butterworths, London.
- HAMBITZER, R.; SOMMER, H. (1986): Nitrat- und Nitritwerte im Blutplasma von Milchkühen und ihre Beziehungen zum Blutprofil. *Tierärztl. Umschau* **41**, 634-641.
- HAMBITZER, R.; VELKE, H.; RAMM, K.; SOMMER, H. (1987): Bewertung der Nitratbelastung von laktierenden und trockenstehenden Milchkühen anhand der Nitratwerte im Blutplasma und eines Blutprofil. *Tierärztl. Umschau* **42**, 775-780.
- HANSCHKE, G.; SCHULZ, C. (1982): Blutuntersuchungen bei klinisch gesunden Kälbern im subtropischen Klima (Marokko). *Tierärztl. Umschau* **37**, 554-563.
- HAUG, G.; SCHUHMAN, G.; FISCHBECK, G. (1990): Pflanzenproduktion im Wandel. VCH-GmbH, Weinheim.
- HEALY, W. B. (1967): Ingestion of soil by sheep. *Proc. New Zealand Soc. Anim. Prod.* **27**, 109.

- HENKEL, H. (1984): Rapssaaten und Rapsprodukte als Futtermittel. Inhaltstoffe, die begrenzend wirken. *Raps* 2, 56-58.
- HENKEL, H.; MOSENTHIN, R. (1989): Rapsprodukte in der Tierernährung. Übers. *Tierernährung* 17, 139-190.
- HLT (1990): 19. Mast- und Schlachtleistungsprüfung beim Schaf 1989-90 in Neu Ulrichstein. Jahresbericht der Hessischen Landesanstalt für Tierzucht Neu-Ulrichstein, Homberg Ohm.
- HLT (1992): Nachkommen- / Geschwister- und Eigenleistungsprüfung beim Schaf 1992 in Neu Ulrichstein. Jahresbericht der Hessische Landesanstalt für Tierzucht Neu Ulrichstein, Homberg Ohm.
- HOAR, D. W.; EMBRY, L. B.; EMERICK, R. J. (1968): Nitrate and vitamin A interrelationships in sheep. *J. Anim. Sci.* 27, 1727-1733.
- HOLTENIUS, P. (1957): Nitrite poisoning in sheep, with special reference to the detoxification of nitrite in the rumen. *Acta Agric. Scand.* 7, 113-163.
- HÖRNICKE, E.; BERSCHNEIDER, F.; EBERT, K. (1974): Ursachen und Bedeutung eines erhöhten Nitrat-Nitrit-Gehaltes in Grünfutter und Weidegras. *Mh. Vet.-Med.* 29, 782-787.
- HUYGHEBAERT, G.; FONTAINE, G.; DE GROOTE, G. (1983): The feeding value of rapeseed meals with different glucosinolate contents (*Brassica* sp.), as measured by digestibility experiments with broiler chicks and adult roosters. *Arch. Geflügelk.* 47, 59-60.
- HÜBNER, R. (1971): Persicher Klee (*Trifolium resupinatum*) in einjährigem Feldfutter. *Das wirtschaftseigene Futter* 17, 1-23.
- HYSLOP, J. J.; WEIR, J.; OFFER, N. W.; REID, S. J.; WILCOCK, J. M. (1989): Effect of formaldehyde treatment on the rumen digestion of barley and wheat grains and its influence on hay intake and digestion by sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.* 25, 55-66.
- IWARSSON, K.; EKMAN, L.; EVERITT, B.; FIGUERIRAS, R.; NILSON, P. O (1973): The effect of feeding rapeseed meal on thyroid function and morphology in growing bulls. *Acta Vet. Scan.* 14, 610-629.
- JAMIESON, N. D. (1959): Nitrate reduction in the rumen of the grazing sheep. *N. Z. Agric. Res.* 2, 96-106.
- JARRIGE, R. (1989): Ruminant nutrition. Recommended allowances and feed tables, INRA, John Libbey Eurotext, Paris-London- Rome.
- JELMINI, G.; NÖSBERGER, J. (1978): Einfluß der Temperatur auf die Ertragsbildung, den Gehalt an nichtstrukturbildenden Kohlenhydraten und Stickstoff von *Festuca pratensis* Huds., *Lolium multiflorum* Lam., *Trifolium pratense* L. und *Trifolium repens* L. *Z. Acker- und Pflanzenbau* 143-153.
- JENKINS, T. C.; GIMEREZ, T.; CROSS, D. L. (1989): Influence of phospholipids on ruminal fermentation in vitro and on nutrient digestion and serum lipids in sheep. *J. Anim. Sci.* 67, 529-537.
- JENTSCH, W.; SCHIEMANN, R.; HOFFMANN, L. (1972): Die energetische Verwertung der Grünfutterstoffe im frischen und getrockneten Zustand durch Wiederkäuer. *Arch. Tierernährung* 22, 17-40.

- JUHASZ, B. (1970): Stickstoffumsatz im Pansen und im Intermediärstoffwechsel des Wiederkäuers. *Wiss. Ztschr. Humboldt Univ., Berlin, Math.-Nat. R.* **XIX**, 19-28.
- JUHASZ, B.; SZEGEDI, B. (1980): Die Wirkung des Ammoniaks auf die Motilität des Vormagens. *Arch. Tierernährung* **30**, 173-189.
- KABBALI, A.; JOHNSON, W. L.; JOHNSON, D.W.; GOODRICH, R. D.; ALLEN, C. E. (1992a): Effect of compensatory growth on some body composition and on carcass and noncarcass composition of growing lambs. *J. Anim. Sci.* **70**, 2852-2858.
- KABBALI, A.; JOHNSON, W. L.; JOHNSON, D.W.; GOODRICH, R. D.; ALLEN, C. E. (1992b): Effect of undernutrition and refeeding on weights of body parts and chemical components of growing Moroccan lambs. *J. Anim. Sci.* **70**, 2858-2865.
- KAEMMERER, K. (1968): Verträglichkeit und Verwertung von harnstoffhaltiger Brühschnitzeln (Dormaschnitzeln) bei Schafen. *Züchtungskunde* **40**, 136-149.
- KANEKO, J. J. (1989): *Clinical biochemistry of domestic animals*. Academic Press Inc., San Diego.
- KAUFMANN, W.; LÜPPING, W. (1982): Protected proteins and protected amino acids for ruminants. In: *Protein contribution of feedstuff for ruminants Application to feed formulation*. (Eds. MILLER, E.L.; PIKE, I.H.). London.
- KAUFMANN, W.; ROHR, K. (1967): Ergebnisse gaschromatographischer Bestimmung der flüchtigen Fettsäuren im Pansen bei unterschiedlicher Fütterung. *Z. Tierphysiol., Tierernähr. u. Futtermittelkde.* **22**, 1-8.
- KÄMPF, R.; NOHE, E.; PETZOLDT, K. (1981): *Feldfutterbau*. DLG-Verlag Frankfurt (Main).
- KELLNER, R. J.; KIRCHGESSNER, M.; PALLAUF, J. (1979): Zur Verdaulichkeit der Zellwandbestandteile von Luzerneheu unter dem Einfluß von physikalischer Struktur, Schnitzeitpunkt und Fütterungsniveau. *Das wirtschaftseigene Futter* **25**, 209-214.
- KELLNER, R. J.; KIRCHGESSNER, M. (1980): Verdaulichkeit der Rohrnährstoffe und Zellwandbestandteile von Haferstroh in Rationen mit unterschiedlichem Kraffutteranteil. *Das wirtschaftseigene Futter* **26**, 118-125.
- KEMPTON, T. J.; NOLAN, J. V.; LENG, R. A. (1977): Principles for the use of non protein nitrogen and by-pass proteins in diets of ruminants. *World Anim. Rev.* **22**, 2-10.
- KEMP, J. D.; JOHNSON, A. E.; STEWART, D. F.; ELY, D. G.; FOX, J. D. (1976): Effect of dietary protein, slaughter weight and sex on carcass composition organoleptic properties and cooking losses of lamb. *J. Anim. Sci.* **42**, 575-583.
- KEMP, A.; GEURING, J. H.; HAALSTRA, R. T.; MALESTEIN, A. (1977): Nitrate poisoning in cattle. 2. Changes in nitrite in rumen fluid and methemoglobin formation in blood after high nitrate intake. *Neth. J. Agric. Sci.* **25**, 51-62.
- KEMP, A.; GEURING, J. H.; MALESTEIN, A.; VAN'T KLOOSTER, A. Th (1978): Stickstoffdüngung des Grünlandes und Nitratvergiftung beim Rind. *Tierzüchter* **30**, 297-300.

- KEMP, J. D.; ELY, D. G.; FOX, J. D.; MOODY, W. G. (1981): Carcass and meat characteristics of crossbred lambs with and without Finnish Landrace breeding. *J. Anim. Sci.* **52**, 1026-1033.
- KENNY, P. T. (1984): The growth of weaner sheep on clover or grass pastures during summer in Western Victoria. *Aust. J. Exp. Agric. and Anim. Husb.* **24**, 144-149.
- KIRCHGESSNER, M.; KELLNER, R. J.; ROTH, F. X.; RANFFT, K. (1977): Zur Schätzung des Futterwertes mittels Rohfaser und der Zellwandfraktionen der Detergentien-Analyse. *Landwirtsch. Forsch.* **30**, 245-250.
- KIRCHGESSNER, M.; KELLNER, R. J. (1981): Schätzung des energetischen Futterwertes von Grün- und Rauhfutter durch die Cellulase-Methode. *Landwirtsch. Forsch.* **34**, 276-281.
- KIRCHGESSNER, M. (1987): Tierernährung. 7. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt (Main).
- KLAUS-ULRICH, H. (1990): Integrierte Pflanzenproduktion. Eugen Ulmer GmbH, Stuttgart.
- KLENKE, E. F.; MÜNCHOW, H.; BERGNER, H. (1984): Vergleichende Untersuchungen an Schafen und Bullen zur Verdauung von Weizenstrohpellets mit unterschiedlichem Konzentratanteil. 2. Mitt.: Untersuchungen zur Pansenfermentation. *Arch. Tierernährung* **34**, 237-246.
- KOCH, F. (1987): Fütterung von hochleistenden Milchkühen. *Vet* **11**, 6-11 (Sonderdruck).
- KOCH, V.; WEINRICH, O.; KNIPPEL, J.; EBERHARDT, W. (1989): Futtermittelrechtliche Vorschriften. Verlag Alfred Strothe, Frankfurt am Main.
- KOLB, E.; GÜRTLER, H. (1971): Ernährungsphysiologie der landwirtschaftlichen Nutztiere. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- KOLB, E.; KOUIDER, S.A. (1979): Neuere Erkenntnisse über den Stoffwechsel der Kohlenhydrate beim Schaf und über dessen Regulation. *Mh. Vet.-Med.* **34**, 188-193.
- KOLB, E. (1980): Lehrbuch der Physiologie der Haustiere. Band I, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- KOWALCZYK, J.; ROBINSON, J. J.; OTWINOWSKA, A. (1982): The digestion in the small intestine of young bulls of the protein of rapeseed meal treated or untreated with formaldehyde. *Anim. Feed Sci. Technol.* **7**, 225-232.
- KREUZER, M.; KIRCHGESSNER, M.; KELLNER, R. J.; ROTH, F. X. (1986): Nährstoffverdaulichkeit, N-Stoffwechsel und Allantoinausscheidung von Hammeln bei Variation der Protein- und Energiekonzentration. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* **55**, 144-159.
- KROGMAIER, D. (1989): Heterosis und Merkmalsantagonismus beim Schaf. Auswirkungen auf die Mastleistung und Schlachtkörperqualität sowie auf verschiedene Bereiche des Stoffwechsels. Giessener Schriftenreihe Tierz. und Haustiergenetik. **53**, Paul Parey Hamburg und Berlin.

- KULEBYAKIN, YU. I.; RAZUMOV, V. A.; KULAKOV, V. A. (1985): Nitrates in plants and feeds. *Veterinariya*, Moscow, No.3, 62-63, Zit. in: *Nutr. Abstr. Rev.* 55, 3725.
- KUNELIUS, H. T.; HALLIDAY, L. J.; ANDERSON, J. B.; GUPTA, U. C. (1989): Effect of harvest dates on yield and composition of forage kale. *Can. J. Soil Sci.* 69, 143-149.
- KÜHNERT, M. (1981): Neuere Erkenntnisse der Nitrat-, Nitrit- und Ammoniak-Vergiftung bei Wiederkäuern. *Mh. Vet.-Med.* 36, 34-36.
- LEIBHOLZ, J. (1970): The effect of starvation and low nitrogen intakes on the concentration of free amino acids in the blood plasma and on the nitrogen metabolism in sheep. *Australian J. Agr. Res.* 21, 723-734.
- LEWIS, D. (1951a): The metabolism of nitrate and nitrite in the sheep. 1. The reduction of nitrate in the rumen of the sheep. *Biochem. J.* 48, 175-180.
- LEWIS, D. (1951b): The metabolism of nitrate and nitrite in the sheep. 2. Hydrogen donors in nitrate reduction by rumen microorganisms in vitro. *Biochem. J.* 49, 149-153.
- LIEBENOW, H. (1971a): Nitrate und Nitrite in ihrer Beziehung zu Mensch und Tier 4. Mitt.: Ursachen der Nitrat- und Nitritanreicherung in Futterpflanzen: Die Abhängigkeit von ökologischen Faktoren und der Lagerungsdauer. *Arch. Tierernährung* 21, 635-648.
- LIEBENOW, H. (1971b): Nitrate und Nitrite in ihrer Beziehung zu Mensch und Tier 5. Mitt.: Ursachen der Nitrat- und Nitritanreicherung in Futterpflanzen: Die Abhängigkeit von der Stickstoff-Düngungsart und der Herbizidanwendung. *Arch. Tierernährung* 21, 649-658.
- LIEBENOW, H. (1972a): Nitrate und Nitrite in ihrer Beziehung zu Mensch und Tier 7. Mitt.: Maßnahmen zur Erniedrigung des Nitrat- und Nitritgehaltes in Futterpflanzen: Durch unterschiedliche Anzucht und Sillierung. *Arch. Tierernährung* 22, 183-193.
- LIEBENOW, H. (1972b): Nitrate und Nitrite in ihrer Beziehung zu Mensch und Tier 8. Mitt.: Tierverluste durch Nitrat und Nitrit sowie Nachweise von Nitrat und Nitrit im Tiermaterial. *Arch. Tierernährung* 22, 281-293.
- LLOYD, W.; SLYTER, A. C.; COSTELLO, W. J. (1981): Effect of breed, sex and final weight on feedlot performance, carcass characteristics and meat palatability of lambs. *J. Anim. Sci.* 51, 316-320.
- LOTTHAMMER, K.H.; AHLSEWEDE (1978): Beziehungen zwischen Fütterung und Fruchtbarkeit beim weiblichen Rind. Teil III: Einfluß der Vitaminversorgung und sonstiger Pflanzeninhaltsstoffe. Übers. *Tierernährung* 6, 1-30.
- LOTTHAMMER, K.H.; PÖHLMANN, K.J.; BORSTEL, U.v. (1982): Untersuchungen über den Einfluß der Nitrataufnahme aus dem Grünfutter auf verschiedenen Blutparameter unter besonderer Berücksichtigung der Gesundheit und Fruchtbarkeit bei Milchkühen. *Dt. Tierärztl. Wochenschr.* 89, 223-227.
- LOTTHAMMER, K.H. (1988): Nitratbelastung bei Weidegang. *Tierzüchter* 40, 6: 65.

- LOUGH, D. S.; SOLOMON, M. B.; RUMSEY, T. S.; ELSASSER, T. H.; SLYTER, L. L.; KAHL, S.; LYNCH, G. P. (1991): Effect of dietary canola seed and soy lecithin in high-forage-diets on performance, serum lipids, and carcass characteristics of growing ram lambs. *J. Anim. Sci.* **69**, 3292-3298.
- LOUGH, D. S.; SOLOMON, M. B.; RUMSEY, T. S.; ELSASSER, T. H.; SLYTER, L. L.; KAHL, S.; LYNCH, G. P. (1992): Effect of dietary canola seed and soy lecithin in high-forage-diets on cholesterol content and fatty acid composition of carcass tissues of growing ram lambs. *J. Anim. Sci.* **70**, 1153-1158.
- LÜTKE-ENTRUP, N. (1986): Feldfutter und Zwischenfruchtbau. In: Pflanzenproduktion, Bd. 2, Produktionstechnik, Verlag Paul Parey, S. 508-565 (Hrsg. OEHMICHEN, J.).
- LÜTKE-ENTRUP, N. (1988): Zwischenfruchtbau im integrierten Pflanzenbau-Ökologische und pflanzenbauliche Aspekte. Tagungsbericht DLG-Ausschuß für Gräser, Klee und Zwischenfrüchte, 1988.
- MACHOLZ, R.; ACKERMANN, H.; DIEDRICH, M.; HENSCHER, K.P.; KUJAWA, H.; LEWERENZ, J.; PRZYBILSKI, H.; SCHNAAK, W.; SCHULZE, J.; WOGGON, H. (1987): Studies on the degradation of glucotropaeolin and progoitrin - toxicity and reactivity of splitting products. *Proc. 7th Intern. Rapeseed Congress, Poznan*, 11.-14. May 1987, Vol 7, 1641-1646.
- MALESTEIN, A.; GEURING, J.H.; SCHEYT, G.; SCHOTMAN, A.J.H.; KEMP, A.; VAN'T KLOSTER, A.T.H. (1980): Nitrate poisoning in cattle. 4. The effect of nitrate dosing parturition on oxygen capacity of maternal blood and the oxygen supply to the unborn calf. *Vet. Q.* **2**, 149-159.
- MARQUARD, R. (1985): Methodische Untersuchungen zur Glucosinolatbestimmung bei Raps und über den Einfluß des Anbauortes auf den GSL-Gehalt. *GCIRC-Bulletin*, Bd. 2, 32-38.
- MARQUARD, R.; SCHLESINGER, V. (1985): Methodische Untersuchungen zur Glucosinolatbestimmung bei Raps. *Fette, Seifen, Anstrichmittel* **87**, 12, 471-476.
- MARQUARD, R.; GAUDCHAU, M.; DEMES, H. (1988): Genetische und umweltbedingte Einflüsse auf Glucosinolat-, Nitrat- und Proteingehalt in der Grünmasse von Winterraps. *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwiss.* **1**, 93-95.
- MARQUARD, R. (1991): Persönliche Mitteilungen.
- MARSCHNER, H. (1985): Einfluß von Standort- und Wirtschaftsbedingungen auf die Nitratgehalte in verschiedenen Pflanzenarten. *Landw. Forsch.* **37**, (Kongressband), 16-33.
- MATRAS, J.; BARTLE, S. J.; PRESTON, R. L. (1990): Effect of ruminal escape proteins and canola meal on nitrogen utilization by growing lambs. *J. Anim. Sci.* **68**, 2546-2554.
- McGRATH, D.; POOLE, D. B. R.; FLEMING, G. A.; SINNOTT, J. (1982): Soil ingestion by grazing sheep. *Irish J. Agr. Res.* **21**, 135.
- McLAREN, C. E.; DOYLE, P. T. (1988): Utilization of clover diets by sheep. 1. Intake and digestion of organic matter and cell wall constituents. *Australian J. Agr. Res.* **39**, 871-880.

- McMANUS, W. R.; ARNOLD, G. W.; DUTZINSKI, M. L.; GHARALBEY, H. R. (1974): Effect of intake and pasture species on body composition and ruminal development of Merino lambs. *Australian J. Exp. Agr. and Anim. Husbandry* **14**, 604-612.
- McMANUS, W. R.; REID, J. T.; DONALDSON, L. E. (1972): Studies of compensatory growth in sheep. *J. Agr. Sci. (Cambr.)* **79**, 1.
- MEHNERT, E.; TROMMLER, F. (1971): *Beitrag zur Problematik der Nitratbestimmung*. 2. Mitt.: Nitratbestimmung im Blutserum von Rindern. *Arch. exper. Vet.-Med.* **26**, 461-466.
- MEHNERT, E.; TROMMLER, F. (1975): Ein Beitrag zur Nitratverträglichkeit des Schweines. *Mh. Vet. Med.* **30**, 763-766.
- MEHNERT, E.; HUDEC, R. (1978): Beitrag zur Bestimmung des Nitratgehaltes in Futtermittel- und Blutproben. *Arch. exper. Vet.-Med.* **32**, 63-68.
- MEHNERT, E.; TROMMLER, F.; HUDEC, R. (1978): Beitrag zur Nitratverträglichkeit des Rindes. *Arch. exper. Vet.-Med.* **32**, 531-535.
- MENGEL, K. (1984): Aufnahme und Reduktion von Nitrat sowie Nitratgehalte in der Pflanze. *Landwirtsch. Forsch.* **37**, Kongreßband 84, 146-147.
- MENGEL, K. (1991): Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. 7. Auflage, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- MENZEL, E. (1989): Untersuchungen über die schilddrüsenvergrößernde (strumigene) Wirkung rapshaltiger Rationen in Abhängigkeit von der Rapssorte, dem Glucosinolatgehalt und Futterzusätzen. Diss. agr., Kiel.
- MESZAROS, L. (1980): Nitratvergiftung durch Verfütterung von Zwischenfrüchten. Wie kann den Gefahren entgegengewirkt werden? *Tierzüchter* **32**, 245-246.
- MEYER, J. H.; CLAWSON, W. J. (1964): Undernutrition and subsequent realimentation in rats and sheep. *J. Anim. Sci.* **23**, 214.
- MICHELL, P. J. (1974): Rumen volatile fatty acid on six pasture species and relations with digestibility, voluntary intake and chemical composition. *Australian J. Exp. Agr. and Anim. Husbandry* **14**, 161-166.
- MILFORD, G. F. C.; FIELDSEND, J. K. (1991): Factors that determine levels of glucosinolates in oilseed rape. *GCIRC Bulletin* **7**, 71-73.
- MIRA, J. J. F.; KAY, M. (1983a): A comparison of long and shredded cereal straw for beef cattle. *Anim. Prod.* **36**, 87-92.
- MIRA, J. J. F.; KAY, M. (1983b): Treatment of barley straw with urea or anhydrous ammonia for growing cattle. *Anim. Prod.* **36**, 271-275.
- MORGAN, J. A.; OWEN, J. B. (1973): The nutrition of artificially reared lambs. I. The effect of sex on the performance and carcass composition of lambs subjected to different nutritional treatments. *Anim. Prod.* **16**, 49-57.
- MOST, E. (1991): Ausarbeitung einer HPLC-Methode zur Bestimmung von Vitamin K₁ und ihre Anwendung für die Analyse im Serum des Menschen und verschiedener Tierarten. Diss. oec. troph., Univ. Gießen.

- MUZZAR, A.J.; SLINGER, S.J. (1982): The true metabolizable energy and amino acid content of Candle, Altex and Regent canola meal. *Can. J. Anim. Sci.* **62**, 521-525.
- MÜLLER, A. (1976): Leistungen von Alexandrinerklee- und Perserklee-Grasgemischen bei unterschiedlicher N-Düngung. Das wirtschaftseigene Futter **22**, 128-135.
- MÜNCHOW, H.; BERGNER, H.; ZIMMER, H.-J. (1974): Untersuchungen zur Fütterung von ammonisierten Weizenstrohpellets und Weizenschrot in loser oder pelletierter Form bei Schafen. *Arch. Tierernährung* **24**, 21-29.
- MÜNCHOW, H.; EDVI, P. (1975): Einfluß verschiedener Rationstypen auf einige Parameter des Pansen- und Intermediärstoffwechsels beim Schaf. 1. Mitt.: Bildung von flüchtigen Fettsäuren. *Arch. Tierernährung*, **25**, 647-655.
- NAKAMURA, Y.; YOSHIDA, J.; NAKAMURA, R.; HORIE, H. (1976): Nitrate metabolism of microorganisms in the rumen of sheep fed high nitrate forages. *Jap. J. Zootech. Sci.* **47**, 63-67.
- NAKAMURA, Y.; TADA, Y.; SHIBUYA, H.; YOSHIDA, J. NAKAMURA, R. (1979): The influence of concentrates on the nitrate metabolism of microorganisms in the rumen of sheep. *Jap. J. Zootech. Sci.* **50**, 782-789.
- NAKAMURA, Y.; YOSHIDA, J.; NAKAMURA, R. (1985): Effect of hydrogen donors on nitrate metabolism in the rumen and methemoglobin formation in the blood of sheep. *Jap. J. Zootech. Sci.* **56**, 379-383.
- NAS (National Academy of Science) (1971): Atlas of nutritional data of United States and Canadian feeds. NAS, Washington.
- NAUMANN, C.; BASSLER, R. (1988): Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Verlag Neumann-VDLUFA Methodenbuch, Band III., Neudamm, Melsungen, 3. Auflage.
- NEHRING, K.; BEYER, M.; HOFFMAN, B. (1972): Futtermitteltabellenwerk, 2. Auflage VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- NEUBAUER, H. (1977): Der Nitrat-N-Gehalt des Grünlandfutters verschiedener Standorte in Abhängigkeit von N-Düngung, Schnitthäufigkeit und Pflanzenbestand. Das wirtschaftseigene Futter **23**, 23-36.
- NICHOLSON, J. W. G.; GORRILL, A. D. L.; BURGESS, P. L. (1972): Utilization by sheep of rape seed meal protein treated with various concentration of formaldehyde. *Can. J. Anim. Sci.* **52**, 586.
- NIKOLIC, J. A.; JOVANOVIĆ, M.; ADRIC, R. (1984): Some effects of nitrate on microbial metabolism in the rumen contents. *Acta Veterinaria Yugoslavia* **34**, 3-13.
- NIKOLIC, J. A.; CMILJANIC, R. (1986): The nitrate content of some green forage and its possible effect when used for ruminant nutrition. *Acta Veterinaria Yugoslavia* **36**, 107-116.
- NITSCH, A. (1985): Nitrat in Zwischenfrüchten. *DLG-Mitteilungen* **100**, 1135-1137.
- NOTTER, D. R.; FERRELL, C. L.; FIELD, R. A. (1983): Effect of breed and intake level on allometric growth patterns in ram lambs. *J. Anim. Sci.* **56**, 380-395.

- NÖSBERGER, J.; OPITZ von BOBERFELD, W. (1986): Grundfutterproduktion. Verlag Paul Parey, Berlin.
- OKUYUCU, F.; MARQUARD, R.; RÖCK-OKUYUCU, B. (1991): Untersuchungen über die Eignung verschiedener Sommer- und Winterfutterpflanzen für den Zweitfruchtanbau im Ege-Gebiet. In: Wissenschaftliche Ergebnisse deutsch-türkischer Universitätspartnerschaften im Agrarbereich. Deutsch-türkisches Symposium 1989, in Izmir-Türkei, 391-402.
- OLSON, L. W.; DICKERSON, G. E.; CROUSE, J. D.; GLIMB, H. A. (1976): Selection criteria for intensive market lamb production: carcass and growth traits. *J. Anim. Sci.* **43**, 90-101.
- ONDERSCHEKA, K.; TATARUCH, F.; STEINECK, TH.; KLAUSEC, E.; VODNASKY M.; WAGNER, J.; ECHSEL, H. (1987): Gehäufte Rehwildverluste nach Aufnahme von 00-Raps. *Z. Jagdwiss.* **33**, 191-205.
- ÖGÜTCÜ, Z.; KOLSARICI, Ö. RÖBBELEN, G. (1984): Untersuchungen über die Anpassungsfähigkeit von Winterrapssorten (*Brassica napus* ssp. *oleifera*) unter türkischen Anbaubedingungen. In: Forschungen zur Entwicklung der türkischen Landwirtschaft. Deutsch-Türkisches Symp. v. 19.-23. Sept. 1980 in Ankara-Türkei 96-105.
- PAHL, H.; HOFFMANN, H.; STEINHAUSER, H. (1992): Auswirkungen der neuen Ölsaaten-Marktordnung auf den Anbau von Raps und Sonnenblumen. *Rap.* **10**, 108-113.
- PALLAUF, J. (1983): Bedarfsgerechte Versorgung des Rindes mit Mineralstoffen und Spurenelementen im Hinblick auf Gesundheit, Fruchtbarkeit und Leistung. *Kraftfutter* **66**, 290-294 und 320-328.
- PAPAS, A.; INGALLS, J. R.; CANSFIELD, P. (1978): Effect of Tower and 182 rapeseed meals and Tower gums on milk yield, milk composition and blood parameters of lactating dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.* **58**, 671-679
- PETER, A. P.; HATFIELD, E. E.; OWENS, F. N.; GARRIGUS, U. S. (1971): Effect of aldehyde treatments of soybean meal on in vitro ammonia release, solubility and lamb performance. *J. Nutr.* **101**, 605-612.
- PFEFFER, E.; BECKER, K.; PRIGGE, H.; SOLLER, H. (1979): Untersuchungen an wachsenden Lämmern über den Energieansatz bei Fütterung von Mischfuttermitteln mit unterschiedlichen Anteilen von NaOH-behandeltem Stroh. *Z. Tierphysiol. Tierernähr. u. Futtermittlkde.* **42**, 206-215.
- PFEIFFER, A. (1987): Anwendung statistischer Programmsammlungen. Hrsg. Hochschulrechenzentrum der Justus-Liebig-Universität Gießen, Gießen.
- PIATKOWSKI, B.; GÜRTLER, H.; VOIGT, J. (1990): Grundzüge der Wiederkäuer Ernährung. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- PÖHLMANN, K. J. (1981): Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen dem Nitratgehalt im Grünfutter und verschiedenen Stoffwechselfparametern im Blutserum von Milchrindern. Diss. med. vet., Tierärztl. Hochschule Hannover
- PRINS, W. H. (1983): Effect of a wide range of nitrogen application on herbage nitrate content in a long-term fertilizer trials on all-grass-swards. *Fertilizer Res.* **4**, 101-113.

- QUANZ, G.; WEISS, J.; PRZYBILLA, P. (1991): Rapsextraktionsschrot in der Lämmerfütterung. Deutsche Schafzucht **16**, 364-366.
- RANFFT, K.; KIRCHGEßNER, M.; ROTH, F. X. (1976): Detergentienanalysen zur Bestimmung von Gehalt und Verdaulichkeit der Zellwandfraktionen in Weidegras. Landwirtschaft. Forsch. **29**, 124-130.
- REED, K. F. M. (1979): A note on the feeding value of grass and grass/clover silages for store lambs. Anim. Prod. **28**, 271-274.
- REID, R. L.; PUOLI, J. R.; JUNG, G. A.; COX-GANSER, J.; MCCOY, A. (1991): Sheep grazing with brassica forages. J. Anim. Sci. **69**, 270 (Supplement).
- RENIUS, W. (1961): Der Zwischenfruchtbau. DLG-Verlag, Frankfurt.
- RENIUS, W.; LÜTKE-ENTRUP, E. (1985): Zwischenfruchtbau zur Futtergewinnung und Gründüngung. 2. Aufl., DLG-Verlag, Frankfurt(Main).
- RENIUS, W.; LÜTKE-ENTRUP, E.; LÜTKE-ENTRUP, N. (1992): Zwischenfruchtbau zur Futtergewinnung und Gründüngung. 3. überarb. und erw. Aufl., DLG-Verlag, Frankfurt(Main).
- ROSENBERGER, G. (1970): Krankheiten des Rindes. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- ROTH, W. A.; BECKER, F. (1956): Kalorimetrische Methode zur Bestimmung chemischer Reaktionswärme. Vieweg Verlag, Braunschweig.
- ROTH-MAIER, D. (1984): Zur Problematik erhöhter Nitratzufuhr an Wiederkäuer. Bayer. Landwirtschaft. Jahrbuch **61**, 790-798.
- ROTH-MAIER, DORA A.; KIRCHGEßNER, M. (1987): Zum Einsatz von Rapsextraktionsschrot aus 00-Sorten in der Broilermast. Arch. Geflügelk. **51**, 241-246.
- RÖCK-OKUYUCU, B.; MARQUARD, R.; DEMIR, I. (1987): Ölpflanzenbau in der Türkei. Ergebnisse Deutsch-Türkischer Partnerschaften im Agrarbereich. Göttinger Symp. vom 17.-19. März 1987, 213-220.
- RÖCK-OKUYUCU, B. (1990): Untersuchungen zur Verbesserung der Ertragsleistung und Qualität von Ölpflanzen in der Türkei. Diss. agr., Univ. Gießen.
- SALMON, R. E. (1983): True metabolizable energy and total and available amino acids of Candle, Altex, and Regent Canola meals. Poult. Sci. **63**, 135-138.
- SARICAN, C.; LISCHKA, R.; WASSMUTH, R.; SÖNMEZ, R. (1984): Untersuchungen über Qualität und Quantität der Lammfleischherzeugung in Westanatolien unter besonderer Berücksichtigung der Einkreuzung von ostfriesischen Milchschaafen. 1. Mitteilung: Schlachten von Lämmern in gleichem Gewicht. Gießener Schriftenreihe Tierzucht und Haustiergenetik, Band **46**, Hamburg und Berlin, Verlag Paul Parey.
- SCHIEMANN, R. (1981): Methodische Richtlinien zur Durchführung von Verdauungsversuchen für die Futterwertschätzung. Arch. Tierernährung **31**, 1-19.
- SCHLOLAUT, W.; WACHENDÖRFER, G. (1992): Handbuch der Schafhaltung. DLG-Verlag, Frankfurt.

- SCHMIDT, J.; TOTH, J.; SIPOCZ, J. (1988): Geschützte Aminosäuren für Milchkühe? Der Tierzüchter 7, 1-2 (Sonderdruck)
- SCHÖNE, F.; HENNIG, F.; LANGE, R. (1990): Auswahl rapsextraktionsschrothaltigen Futters mit unterschiedlichem Glucosinolatanteil durch wachsende Schweine. Agribiol. Res. **43**, 260-270.
- SCHÖNER, F. J.; PFEFFER, E. (1985): Zur Schätzung des energetischer Futterwertes im Grundfutter. 1. Mitteilung: Zellwandfraktionen der Detergentien-Analyse. Das wirtschaftseigene Futter **31**, 80-86.
- SCHULTE-SIENBECK, H. (1992): Zwischenfrüchte in der Fütterung. In Zwischenfruchtbaue zur Futtergewinnung und Gründüngung. (Hrsg. RENUIS W.; LÜTKE-ENTRUP, E.; LÜTKE-ENTRUP, N.), DLG-Verlag, Frankfurt.
- SCHULZ, E.; LEBZIEN, P. (1988): Einsatz von Rapsextraktionsschrot in der Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. Landbauforschung Völkenrode, **38** 49-55.
- SCHULZE, D. (1985): Untersuchungen über den Einfluß antimikrobiell wirksamer Stoffe auf Gas- und Fettsäurebildung im Pansensaft von Schafen. Diss. med. vet., Tierärztl. Hochschule, Hannover.
- SCHUSTER, W. (1992): Ölpflanzen in Europa. DLG-Verlag GmbH. Frankfurt (Main)
- SCHWARZ, F. J.; KIRCHGESSNER, M. (1989): Verfütterung von Samen verschiedener Leguminosen (Ackerbohne, Erbse, Lupine) und Rapsextraktionsschrot aus 0- und 00-Sorten in der Bullenmast. Züchtungskunde **61**, 71-82.
- SETÄLÄ, J.; SYRJÄLÄ-QVIST, L. (1984/85): Degradation of crude protein and quality of undegradable protein in untreated or formaldehyde-treated rapeseed meal. Anim. Feed Sci. Technol. **12**, 19-27.
- SHARMA, H. R.; INGALLS, J. R.; MCKIRDY, J. A. (1972): Nutritive value of formaldehyde-treated rapeseed meal for dairy calves. Can. J. Anim. Sci. **52** 363-371.
- SHARMA, H. R.; NICHOLSON, J. W. G. (1975): Nitrogen metabolism and flow of nitrogenous compounds through the gastrointestinal tract of sheep fed formaldehyde-treated rapeseed meal. Can. J. Anim. Sci. **55**, 697-703.
- SHARMA, H. R.; INGALLS, J. R.; MCKIRDY, J. A. (1977): Effects of feeding a high level of Tower rapeseed meal in dairy rations on feed intake and milk production. Can. J. Anim. Sci. **57**, 653-662.
- SHARMA, H. R.; WHITE, B.; INGALLS, J. R. (1986): Utilization of whole rap (canola) seed and sunflower seed as a source of energy and protein in calf starter diets. Anim. Feed Sci. Technol. **15**, 101-112.
- SIDDONS, R. C.; NOLAN, J. V.; BEEVER, D. E.; MACRAE, J. C. (1985): Nitrogen digestion and metabolism in sheep consuming diets containing contrastin forms and level of N. Br. J. Nutr. **54**, 175-187.
- SINCLAIR, K. B.; JONES, D. I. H. (1967): Nitrite toxicity in sheep. Res. Vet. Sci. **165**.

- SMITH, R. H.; EARL, C. R. A.; MATHESON, N. A. (1974): The probable role of S-methylcystein sulfoxide in kale poisoning in ruminant. *Trans. Biochem. Soc.* **2**, 101-104.
- SMITH, R. H. (1975): Kale poisoning. *Rep. Rowett Res. Inst.* 1974, 121-131.
- SMITH, R. H. (1980): Kale poisoning: The brassica anemia factor. *Vet. Med. Rec.* July 5 th, 12-15.
- SOAR, J. B.; BUTTERY, P. J.; LEWIS, D. (1973): Ammonia toxicity in sheep. *Proc. Nutr. Soc.* **32**, 77A-78A.
- SOLOMON, M. B.; LYNCH, G. P.; PAROCZAY, E.; NORTON, S. (1989): Influence of rapeseed meal, whole rapeseed and soybean meal on fatty acid profiles and cholesterol of tissues from ram lambs. *J. Anim. Sci.* **67**, 222 (Suppl. 2).
- SOLOMON, M. B.; LYNCH, G. P.; PAROCZAY, E.; NORTON, S. (1991): Influence of rapeseed meal, whole rapeseed, and soybean meal on fatty acid composition and cholesterol content of muscle and adipose tissue from ram lambs. *J. Anim. Sci.* **69**, 4055-4061.
- SON, Y.-S. (1982): Zur Beeinflussung des Nitrat- und Nitrit-Stoffwechsels sowie der Methämoglobinbildung unter Nitratbelastung bei Milchkühen durch eine differenzierte Energieversorgung über das Ergänzungsfutter. *Diss. agr., Göttingen*.
- SPURWEY, R. A.; WHEELER, J. L.; HEDGES, D. A. (1974): Forage and sheep production from oats, rape and wetch sown in autumn with or without nitrogen fertilizer. *Australian J. Exp. Agr. and Anim. Husb.* **14**, 619-628.
- STANIEL, G.; DAVIES, A. (1981): Effects of antibiotic monensin and an inhibitor of methanogenesis on in vitro continuous rumen fermentation. *Br. J. Nutr.* **45**, 567.
- STÄHLIN, A. (1957): Die Beurteilung der Futtermittel. *Methodenbuch Bd. XII.* Neumann Verlag, Radebeul, Berlin, 177-180.
- STÄHLIN, A.; SKIRDE, W.; DANIEL, P. (1969). Zur Sortenfrage bei Deutschem Weidelgras (*Lolium perenne* L.). *Das wirtschaftseigene Futter* **15**, 128-142.
- STEDMAN, J. A.; HILL, R. (1987): Voluntary food intake in a limited time of lambs and calves given diets containing rapeseed meal from different types and varieties of rape, and rapeseed meal treated to reduce the glucosinolate concentration. *Anim. Prod.* **44**, 75-82.
- STEGER, H. (1966): Nitratspeicherung in der Pflanze und ihre Einflüsse und Auswirkungen auf Leistung und Gesundheit bei Rindern und Schweinen. *Fortschrittsber. Landwirtsch.* **4**, 1-31.
- STEPHANI, V. (1985): Selektion auf Gehalt und Zusammensetzung der Glucosinolate in der Grünmasse von Raps (*Brassica napus*). *Diss. agr., Göttingen*.
- STEVEN, P. H.; GLIMP, H. A. (1991): Effect of diet composition and feed intake level on diet digestibility and ruminal metabolism in growing lambs. *J. Anim. Sci.* **69**, 1639-1644.
- STOCKDALE, C. R. (1992): A note on the feeding value of Persian clover grazed by dairy cows in mid lactation. *Anim. Prod.* **54**, 305-308.

- STÖBER, M.; GRÜNDER, H. D. (1990): Kreislauf. In: Die klinische Untersuchung des Rindes. (Hrsg. ROSENBERGER, G.). Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- STÖBER, M. (1978): Vergiftungen durch anorganische Stoffe. In: Krankheit des Rindes, (Hrsg. ROSENBERGER, G.) 2. Auflage Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- TAKAHASHI, J.; MASUKO, T.; ENDO, S. (1980): Effects of dietary protein and energy levels on the reduction of nitrate and nitrite in the rumen and methemoglobin formation in sheep. *Jap. J. Zootech. Sci.* **51**, 626-631.
- TAKAHASHI, J.; MASUDA, Y.; MIYAGI, E. (1978): Effect of pH and level of nitrate on the reduction of nitrate and nitrite in vitro. *Jap. J. Zootech. Sci.* **49**, 1-5.
- TAN, P. V.; BRYANT, M. J. (1991): A note on the response of store lambs to isocaproic nitrogenous diets containing rapeseed meal or fish meal. *Anim. Prod.* **52**, 395-399.
- TE VELDE, H. A. (1967): Hoge nitraatgehalten in stoppelknollen. *Stikstof* **55**, 325-333.
- THOMAS, V. M.; KATZ, R. J.; AULD, D. L.; PETERSON, C. L. (1984): Value of mechanically extracted rape and safflower oilseed meals as protein supplements for growing lambs. *Anim. Feed Sci. Technol.* **11**, 269-277.
- THORNTON, R. F.; HOOD, R. L.; JONES, P. N.; RE, V. M. (1979): Compensatory growth in sheep. *Austr. J. Agr. Res.* **30**, 135.
- THRIFT, F. A.; WHITEMAN, J. W.; KRATZER, D. D. (1973): Genetic analysis of preweaning and postweaning growth traits. *J. Anim. Sci.* **36**, 640-643.
- TRAUNSTEIN, R. G. (1974): Akute Nitratvergiftung bei Rindern auf der Weide. *Tierärztl. Umschau* **29**, 647-650.
- TREACHER, T. T.; PENNING, P. D. (1970): Einige Verfahren der Aufzucht und Mast von Lämmern in Großbritannien. *Das wirtschaftseigene Futter* **16**, 76-82.
- TOOKEY, H. L.; VAN ETEN, C. H.; DAXENBICHLER, M. E. (1980): Glucosinolates. In: Toxic constituents of plant foodstuffs. (Eds. I. E. LIENER) Academic Press, New York, 103-142.
- TOSSEV, A. (1980): Ammoniakmenge im Panseninhalt und Harnstoff im Blut von Lämmern nach Fütterung verschiedener harnstoffhaltiger Konzentratmischungen. *Arch. Tierernährung* **30**, 231-233.
- TURGEON, O. A.; BRINK, D. R.; BARTLE, S. J.; KLOPFENSTEIN, T. J.; FERRELLI, C. L. (1986): Effects of growth rate and compensatory growth on body composition in lambs. *J. Anim. Sci.* **63**, 770-780.
- UNDERHILL, E. W. (1972): Biosynthesis of glucosinolates. *Biochem. Soc. Symp.* **38**, 303-308.
- VAN SOEST, P. J. (1964): Symposium on nutrition and forage and pasture: New chemical procedures for evaluating forages. *J. Anim. Sci.* **23**, 838-845.
- VAN SOEST, P. J. (1967): Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forages. *J. Anim. Sci.* **26**, 119-128.

- VAN SOEST, P. J. (1982): Nutritional ecology of the ruminant. O and B Books, Inc., USA.
- VAUGHT, W. G.; RINGKOB, T. P.; CONNOR, J. M. (1982): Polypay lamb performance and carcass composition. *J. Anim. Sci.* **55**, (Suppl. 1), 529-530 (Abstr.).
- VETTER, H.; STEFFENS, G. (1977): Ursachen zu hoher Nitratgehalte in Zwischenfrüchten. *Landwirtschaftsblatt Weser-Ems* **124**, 18-19.
- VIPOND, J. E.; HUNTER, E. A.; KING, M. E. (1982): Effect of cereal and protein supplements to schwedes (*Brassica napus*) on intake and performance of pregnant and lactating ewes kept indoors. *Anim. Prod.* **34**, 131-137.
- VOIGT, J.; STEGER, H. (1967): Zur quantitativen Bestimmung von Ammoniak, Harnstoff und Ketonkörper in biologischem Material mit Hilfe eines modifizierten Mikrodiffusionsgefäßes. *Arch. Tierernährung* **17**, 289-293.
- VOIGTLÄNDER, G.; JAKOB, H. (1987): Grünlandwirtschaft und Futterbau. Verlag Eugen Ulmer.
- VULICH, S. A.; O'RIORDAN, E. G.; HANRAHAN, P. J. (1991): Effect of litter size on herbage intake at pasture by ewes and their progeny. *Anim. Prod.* **53**, 191-197.
- WACHIRA, J. D.; SATTER, L. D.; BROOKE, G. P.; POPE, A. L. (1974): Evaluation of formaldehyde-treated protein for growing lambs and lactating cows. *J. Anim. Sci.* **39**, 4, 796-807.
- WAGENER, P. (1989): Ernährungsphysiologische Prüfung von Zweitfruchtfutterpflanzen in der West-Türkei. Diss. agr., Univ. Giessen.
- WAGENER, P.; PALLAUF, J.; SEVGICAN, F.; ERKEK, R. (1993): Futterwert von Grundfuttermitteln aus dem Zweitfruchtanbau in der Westtürkei - ermittelt in vivo und in vitro. *Das wirtschaftselgene Futter* **39**, 5-22.
- WALES, W. J.; DOYLE, P. T.; PEARCE, G. R. (1990): The feeding value of cereal straws for sheep. I. Wheat straws. *Anim. Feed Sci. Technol.* **29**, 1-14.
- WALSER, K.; BOSTEDT, (1990): Neugeborenen- und Säuglingskunde der Tiere. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- WALZ, O. P.; WAGENER, P. (1988): Landwirtschaft und Tierproduktion in der Türkei. *Kraftfutter* **71**, 11.
- WALZ, O. P.; WAGENER, P. (1991): Möglichkeiten zur Verbesserung der Futtergrundlage in der Ägäis- und Mittelmeer-Region der Türkei. In: Wissenschaftliche Ergebnisse deutsch-türkischer Universitätspartnerschaften im Agrarbereich. Deutsch-türkisches Symposium 1989, in Izmir-Türkei, 567-587.
- WASSMUTH, R. (1969): Biologische Möglichkeiten und Grenzen in der Ausschöpfung des Fleischbildungsvermögen beim Schaf. *Züchtungskunde* **41**, 398-411.
- WASSMUTH, R. (1983): Die Leistungen des Schafes. In: *Lehrbuch der Schafzucht*. (Hrsg. BEHRENS, H.; SCHEELJE, R. und WASSMUTH, R.). Paul Parey, 6. Auflage.

- WEISS, J. (1990): Bullenmast, mehr Erfolg mit geschütztem Eiweiß. *Hessenbauer* **17**, 24-26.
- WEISSBACH, F.; HEIN, E. (1976): Fütterungsschaden durch nitrathaltige Futtermittel und ihre Verhütung. *Tierzucht* **30**, 29-34.
- WERMKE, M. (1975): Einfluß von Temperatur und Niederschlag auf die Streuung des Rohproteingehaltes von Futterpflanzen. *Das wirtschaftseigene Futter* **21** 141-149.
- WETSCHEREK, W.; LETTNER, F.; WÜRZNER, H. (1990): Einsatz von Rapsexpelle in der Geflügelmast. *Arch. Geflügelk.* **54**, 57-61.
- WETZEL, M. (1971): Sortenleistungen von Deutschem Weidelgras (*Lolium perenne* L.) unter Beweidung und Schnitt. *Kali-Briefe* **7**, 1-11.
- WIESNER, E.; BERSCHNEIDER, F.; NEUFFER, K.; WILLER, S.; WALDECK, B. (1979): Zur Frage der Nitrattoleranz bei Milchkühen. *Mh. Vet.-Med.* **34**, 487-491.
- WIESNER, E. (1984): Wieviel Nitrat verträgt das Tier? *Landwirtsch. Forsch.* **34**, 7-15.
- WIESNER, E. (1985): Nitrat-Nitrit-Vergiftungen beim Rind. *Übers. Tierernährung* **13** 83-112.
- WILLIAMS, H. L. R.; HILL, R.; ALDERMAN, G. (1965): The effect of feeding kale to breeding ewes. *Br. Vet. J.* **121**, 2-17.
- WOLFGANG, P. (1990): Verlaufsuntersuchungen von Blutparametern bei Schafen und Ziegen in Niederösterreich. *Wien. Tierärztl. Mschr* **77**, 272.
- WOOD, J. D.; McFIE, H. J. H.; POMEROY, R. W.; TWINN, D. J. (1980): Carcass composition in four sheep breeds: the importance of type of breed and stage of maturity. *Anim. Prod.* **30**, 135-152.
- WRIGHT, M. J.; DAVISON, K. L. (1964): Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning in animals. *Adv. Agron.* **16**, 197-247.
- YILALA, K.; BRYANT, M. J. (1985): The effect upon the intake and performance of store lambs of supplementing grass silage with barley, fish meal and rapeseed meal. *Anim. Prod.* **40**, 111-121.
- ZOBELT, U.; DANIEL, P.; MARQUARD, R. (1986): Vergleichende Untersuchungen über Glucosinolatgehalte in der Grünmasse von Raps und Rübsen und ihre Auswirkung auf das Freßverhalten von Schafen. *VDLUFA-Schriftenreihe* **20** Kongreßband, 561-571.
- ZOBELT, U. (1990): Der Einfluß von Glucosinolaten und anderen Inhaltsstoffen der Rapsgrünmasse auf Selektionsverhalten, Futteraufnahme und Gesundheitszustand von Schafen. *Diss. agr., Univ. Giessen*.

ANHANG

Tabelle 1A: Die Nährstoff- und Bruttoenergiegehalte des Grünrapses während der Monate Oktober bis Mitte Dezember 1990 in Versuch 1

Probe Datum	TM (TM)	OM	XP	XL in % der TM	XF	XX	XA	HCLuA	GE MJ/kgTM
1.10	11,46	83,77	21,20	4,97	13,26	44,34	16,23	2,18	16,83
4.10	12,28	84,28	22,15	5,29	11,32	45,52	15,72	2,87	17,30
7.10	11,94	81,32	22,86	5,36	12,65	40,45	18,68	2,71	16,55
10.10	11,40	80,09	22,81	5,09	10,44	41,75	19,91	4,84	16,13
13.10	11,47	83,09	21,88	5,14	10,99	45,08	16,91	2,18	16,59
17.10	11,17	83,08	21,49	4,83	10,56	46,20	16,92	2,91	17,06
21.10	12,57	80,91	24,03	4,53	9,79	42,56	19,09	4,29	17,07
25.10	12,29	82,67	24,90	4,69	10,09	43,04	17,33	3,49	17,05
29.10	11,13	84,99	22,46	4,67	11,50	46,36	15,01	3,13	17,50
2.11	12,42	82,13	24,80	4,03	10,87	42,43	17,87	4,49	16,64
6.11	13,83	81,63	25,24	4,41	10,20	41,78	18,37	6,10	16,67
10.11	12,22	82,32	26,35	4,91	11,21	39,85	17,68	4,29	16,99
14.11	14,09	81,83	22,78	4,61	9,09	45,35	18,17	5,24	16,70
17.11	13,90	86,62	26,48	5,11	11,01	44,02	13,38	1,13	17,92
20.11	13,76	81,47	24,42	5,02	11,48	40,55	18,53	6,13	16,65
23.11	13,01	85,16	22,91	4,77	11,84	45,64	14,84	1,93	17,68
26.11	12,92	84,91	23,68	5,34	13,00	42,89	15,09	2,47	17,61
30.11	11,92	82,63	26,68	5,45	10,91	39,59	17,37	6,89	17,16
4.12	11,32	83,48	27,92	5,12	11,84	38,60	16,52	5,70	17,59
8.12	11,74	83,22	28,45	5,20	11,76	37,81	16,78	6,61	17,38
11.12	12,45	85,62	25,70	5,30	12,21	42,41	14,38	4,07	17,80
15.12	13,26	81,52	26,62	6,34	12,75	35,81	18,48	4,18	17,24
M	12,39	83,03	24,36	5,01	11,31	42,35	16,97	3,99	17,10
SD	0,94	1,69	2,12	0,46	1,07	2,88	1,69	1,64	0,47

Tabelle 2A: Analytisch ermittelte Detergentienfraktionen der in Versuch 1 verwendeten Futtermittel

Futtermittel	NDF	NDFafr	ADF in % der TM	ADFafr	ADL	Cell	HCell
Einzelfutter:							
Grünraps	23,89	21,12	22,71	20,99	1,40	19,56	0,13
Weizenstroh	74,30	74,30	50,74	47,78	4,77	42,63	26,52
Wintergerste	17,65	17,65	5,50	5,69	0,75	4,99	11,96
Heu	44,16	43,66	29,93	27,98	3,79	24,16	15,68
Mischfutter:							
Gruppe I	16,54	16,43	6,09	6,27	0,90	5,38	10,16
Gruppe II	18,51	18,51	6,21	6,21	1,02	5,19	12,30
Gruppe III	17,29	17,29	5,73	5,89	0,97	4,93	11,31

Tabelle 3A: Einzelergebnisse der Mengen- und Spurenelementgehalte in Grünrapss während der Monate Oktober bis Mitte Dezember 1991 in Versuch 1

Probe Datum	Mengenelemente (g/kg TM)					Spurenelemente (mg/kg TM)			
	Ca	P	Na	K	Mg	Zn	Fe	Cu	Mn
1.10	17,6	4,75	1,03	38,9	2,26	33,4	991	5,54	66,4
4.10	15,3	4,92	0,55	37,6	1,99	34,9	1002	5,78	84,6
7.10	17,5	5,83	1,55	47,6	2,44	47,3	1230	6,93	81,4
10.10	14,4	5,90	1,00	42,6	1,79	35,8	1923	5,52	78,3
13.10	13,9	4,76	0,80	43,6	1,48	36,2	898	4,65	63,5
17.10	11,1	4,71	0,70	40,6	1,72	34,5	1136	5,29	62,4
21.10	11,2	5,32	0,74	35,8	1,80	32,6	1704	5,09	69,7
25.10	11,2	5,21	0,63	38,8	1,70	36,4	1436	5,16	69,4
29.10	11,5	5,26	0,58	38,0	1,64	37,8	1345	5,67	68,0
2.11	13,1	5,63	1,39	38,6	1,94	51,9	1788	7,60	66,6
6.11	11,0	5,05	0,99	31,7	1,84	41,5	2112	6,50	67,5
10.11	14,1	5,05	0,86	36,7	1,93	42,3	1811	8,51	86,7
14.11	12,5	4,23	0,79	29,6	2,01	34,0	1881	5,03	89,3
17.11	10,4	4,35	1,29	41,9	2,01	41,6	480	5,19	95,9
20.11	19,0	6,15	0,87	34,1	1,86	48,3	1992	5,13	41,3
23.11	13,8	5,05	0,96	40,2	2,03	42,9	989	6,30	75,0
26.11	14,5	5,65	0,71	35,8	1,99	41,5	1191	6,33	69,6
30.11	10,2	4,69	0,28	24,5	1,71	38,8	2173	6,09	92,3
4.12	9,1	5,28	0,35	31,3	1,60	35,8	1733	5,61	85,3
8.12	8,1	5,27	0,35	28,1	1,61	42,2	2022	5,81	94,3
11.12	8,9	5,02	0,38	30,9	1,47	34,9	1212	5,28	70,9
15.12	15,4	5,69	0,46	37,4	1,88	91,2	1695	6,98	85,7
M	12,5	5,14	0,79	36,5	1,85	41,9	1489	5,91	75,6
SD	2,6	0,47	0,34	5,5	0,24	12,1	466	0,94	13,1

Tabelle 4A: Die Nitratgehalte in den untersuchten Grünraps- und Klee gras-Gemeengeproben nach der Xylenol-Methode und mittels HPLC-Bestimmung (in % der TM)

Grünraps (n = 22)			Klee gras-Gemeenge (n = 20)	
Probedatum	NO ₃ -Gehalt Xylenol HPLC		Probedatum	NO ₃ -Gehalt HPLC
1.10	1,442	0,908	25.10	1,068
4.10	1,375	0,432	28.10	1,178
7.10	3,205	2,915	31.10	0,762
10.10	1,982	1,298	3.11	0,521
13.10	1,471	1,003	7.11	0,658
17.10	1,199	0,654	10.11	1,489
21.10	1,034	0,573	13.11	0,671
25.10	1,028	0,513	17.11	0,894
29.10	1,723	0,943	20.11	0,520
2.11	2,313	1,739	23.11	0,739
6.11	1,461	0,933	26.11	0,314
10.11	1,501	0,974	29.11	0,959
14.11	1,399	0,717	1.12	0,355
17.11	2,344	1,827	4.12	0,784
20.11	1,855	1,286	7.12	0,193
23.11	1,476	0,992	10.12	0,858
26.11	1,129	0,596	13.12	0,746
30.11	0,815	0,621	16.12	0,739
4.12	0,946	0,777	19.12	0,791
8.12	0,907	0,758	22.12	0,370
11.12	0,837	0,643		
15.12	1,319	0,641		
M	1,489	0,988	M	0,730
SD	0,577	0,565	SD	0,310

Tabelle 5A: Der Verzehr an TM, OM, XP (g/Tag) und StE über das Gesamtfutter während des Versuches 1

Gruppe	Tier Nr.	TM Aufnahme	OM Aufnahme	XP Aufnahme	StE Aufnahme
I	1	714,44	661,41	89,31	465,73
	2	710,78	658,07	89,09	464,32
	3	708,17	655,61	89,06	463,56
	4	709,83	657,07	89,11	464,04
	5	712,89	659,99	89,84	467,33
	M	711,22	658,43	89,30	465,00
	SD	2,48	2,30	0,37	1,54
II	6	720,33	668,34	81,69	454,30
	7	719,16	667,27	82,02	455,36
	8	721,14	669,09	82,06	455,80
	9	713,72	662,24	81,49	452,26
	10	726,25	673,85	82,87	459,86
	M	720,12	668,16	82,03	455,52
	SD	4,49	4,16	0,53	2,79
III	11	736,15	652,63	94,94	479,89
	12	740,10	656,12	95,43	481,96
	13	694,75	618,52	84,26	451,08
	14	708,21	629,31	88,37	461,38
	15	696,26	619,76	84,63	451,90
	M	715,09	635,27	89,53	465,24
	SD	21,71	17,89	5,41	14,90
IV	16	623,75	540,27	103,91	347,66
	17	654,00	566,78	108,60	362,26
	18	639,36	554,02	106,45	354,89
	19	604,20	523,84	100,17	335,20
	20	621,72	538,27	104,76	347,64
	M	628,61	544,64	104,78	349,53
	SD	18,89	16,36	3,14	10,04

Tabelle 6A: Lebendmasse der Tiere bei Beginn und Ende sowie tägliche Zunahme in Versuch 1

Gruppe	Tier Nr.	Anfangsgewicht (kg)	Endgewicht (kg)	Zunahme (g/Tag)
I	1	21,75	29,80	107,33
	2	19,40	28,90	126,67
	3	18,10	28,70	141,33
	4	17,95	28,70	143,33
	5	16,20	27,10	145,33
	M	18,68	28,64	132,80
	SD	2,06	0,97	16,02
II	6	20,50	29,60	121,33
	7	20,15	27,90	103,33
	8	18,90	27,80	118,67
	9	17,05	25,70	115,33
	10	16,90	26,40	126,67
	M	18,70	27,48	117,07
	SD	1,68	1,51	8,73
III	11	21,65	28,80	95,33
	12	19,80	29,70	132,00
	13	18,45	25,70	96,67
	14	17,45	25,50	107,33
	15	16,25	23,60	98,00
	M	18,72	26,66	105,87
	SD	2,09	2,52	15,35
IV	16	20,55	25,75	69,33
	17	20,05	25,40	71,33
	18	18,95	25,40	86,00
	19	17,95	23,10	68,67
	20	15,90	22,00	81,33
	M	18,68	24,33	75,33
	SD	1,85	1,68	7,85

Tabelle 7A: Wachstumsverlauf der Lämmer im Versuch 1 (in kg)

Tier- Nr.	0	7	14	21	28	35	Versuchstag				63	70	77
							42	49	56				
I													
1	21,8	21,7	23,1	23,8	24,5	25,3	26,1	27,0	27,8	28,5	29,1	29,8	
2	19,4	19,5	20,9	21,7	22,4	23,2	24,1	25,9	26,7	27,4	28,1	28,9	
3	18,1	18,2	19,8	20,7	21,6	22,5	23,5	24,3	25,2	26,2	27,6	28,7	
4	18,0	18,1	19,7	20,6	21,5	22,4	23,4	24,3	25,2	26,1	27,3	28,7	
5	16,2	16,3	17,8	18,7	19,6	20,7	21,9	23,2	24,5	25,7	26,9	27,1	
II													
6	20,5	20,1	21,6	22,5	23,6	24,7	25,4	26,1	27,0	27,9	28,7	29,6	
7	20,2	20,1	21,2	21,9	22,7	23,5	24,4	25,0	25,7	26,4	27,1	27,9	
8	18,9	19,0	20,3	21,2	22,1	23,0	23,9	24,6	25,3	26,1	26,9	27,8	
9	17,1	17,0	18,4	19,2	19,9	20,7	21,6	22,3	23,1	24,0	24,8	25,7	
10	16,9	16,8	18,2	18,9	19,7	20,6	21,5	22,4	23,3	24,2	25,1	26,4	
II													
11	21,7	21,2	22,9	23,6	24,0	24,7	25,5	26,2	26,9	27,6	28,2	28,8	
12	19,8	19,3	21,1	21,9	22,8	23,7	24,5	25,4	26,2	27,2	28,4	29,7	
13	18,5	18,3	19,5	20,1	21,8	22,5	23,1	23,6	24,1	24,6	25,1	25,7	
14	17,5	17,4	18,7	19,3	20,1	20,8	21,5	22,2	22,9	23,7	24,6	25,5	
15	16,3	16,3	17,2	17,9	18,6	19,3	20,0	21,5	22,1	22,5	23,0	23,6	
IV													
16	20,6	19,9	19,9	20,4	21,8	21,5	22,4	23,4	23,5	23,5	24,4	25,6	
17	20,1	19,8	19,9	20,3	20,5	21,0	21,7	22,5	23,4	24,1	24,8	25,4	
18	19,0	18,7	18,9	19,1	19,6	21,1	21,7	22,3	23,1	23,9	24,7	25,4	
19	18,0	17,1	17,3	17,5	18,1	18,6	19,3	20,0	20,7	21,4	22,2	23,1	
20	15,9	15,6	16,1	16,8	17,3	18,0	18,7	19,4	20,0	20,7	21,4	22,0	

Tabelle 8A: Futteraufwand und PER-Werte in Versuch 1

Gruppe	Tier Nr.	TM (kg/kg Zuw.)	OM (kg/kg Zuw.)	kStE je kg Zuw.	PER (kg/kg)
I	1	6,66	6,16	4,34	1,20
	2	5,61	5,20	3,67	1,42
	3	5,01	4,64	3,28	1,59
	4	4,95	4,58	3,24	1,61
	5	4,91	4,54	3,22	1,62
	M	5,43	5,02	3,55	1,49
	SD	0,75	0,69	0,48	0,18
II	6	5,94	5,51	3,74	1,48
	7	6,95	6,46	4,41	1,26
	8	6,08	5,64	3,84	1,45
	9	6,19	5,74	3,92	1,42
	10	5,73	5,32	3,63	1,53
	M	6,18	5,73	3,91	1,43
	SD	0,46	0,44	0,30	0,10
III	11	7,72	6,85	5,03	1,00
	12	5,60	4,97	3,65	1,38
	13	7,19	6,40	4,67	1,15
	14	6,60	5,86	4,30	1,21
	15	7,10	6,32	4,61	1,16
	M	6,84	6,08	4,45	1,18
	SD	0,80	0,71	0,52	0,14
IV	16	9,00	7,79	5,01	0,67
	17	9,17	7,95	5,08	0,66
	18	7,43	6,44	4,13	0,81
	19	8,80	7,63	4,88	0,69
	20	7,64	6,62	4,27	0,78
	M	8,41	7,29	4,68	0,72
	SD	0,73	0,70	0,44	0,07

Tabelle 9A: Einzelergebnisse der Harnstoff- und Gesamteiweiß- Gehalte des Blutplasmas in Versuch 1

Gruppe/ Tier Nr.	Harnstoff (mg/dl) Entnahmetag				Gesamt-Eiweiß (g/dl) Entnahmetag				
	0	24	48	72	0	24	48	72	
I	1	35,57	52,44	33,01	34,50	6,65	5,81	6,46	6,16
	2	45,86	49,78	37,82	36,94	6,77	6,61	6,29	6,03
	3	26,79	42,89	20,18	28,50	5,78	5,70	5,49	5,66
	4	33,00	45,33	32,73	25,69	6,63	6,19	5,74	5,66
	5	40,71	22,89	37,82	26,81	6,63	5,51	5,68	5,64
	M	36,39	42,67	32,31	30,49	6,49	5,96	5,93	5,83
	SD	7,29	11,67	7,22	4,96	0,40	0,44	0,42	0,25
II	6	39,97	29,22	29,27	34,75	5,64	5,04	5,83	5,81
	7	42,45	31,44	31,82	30,63	6,04	5,35	5,95	5,80
	8	26,47	30,44	32,64	33,25	6,59	6,00	6,19	5,83
	9	28,93	30,22	30,55	36,56	5,91	5,28	5,68	5,83
	10	29,79	30,67	30,55	34,50	6,06	6,76	6,95	6,27
	M	33,58	30,40	30,97	33,94	6,05	5,69	6,12	5,91
	SD	7,27	9,80	1,30	2,20	0,35	0,70	0,50	0,20
III	11	44,13	36,75	28,10	24,24	5,66	4,85	5,83	5,57
	12	47,88	39,50	25,25	33,18	5,81	4,86	5,59	5,34
	13	39,00	35,75	26,20	28,21	6,02	5,60	5,85	5,43
	14	34,75	39,75	25,25	22,05	5,47	5,72	5,76	5,62
	15	26,63	34,00	26,58	22,85	5,47	7,14	5,70	5,43
	M	38,48	37,15	26,28	26,11	5,69	5,63	5,75	5,48
	SD	8,29	2,47	1,18	4,61	0,24	0,93	0,11	0,11
IV	16	35,73	34,00	27,91	27,42	5,47	5,64	5,59	5,44
	17	42,68	35,25	27,91	25,03	7,48	6,95	6,86	6,47
	18	35,87	33,00	22,98	28,61	5,64	5,93	6,27	5,64
	19	35,32	33,50	30,00	30,80	6,27	5,76	5,51	5,21
	20	39,68	27,00	23,75	25,23	5,73	5,34	5,53	5,13
	M	37,89	32,55	26,51	27,42	6,12	5,92	5,95	5,58
	SD	3,25	3,21	3,01	2,42	0,82	0,61	0,60	0,54

Tabelle 10A: Einzelergebnisse der Glucose- und Gesamtlipid-Gehalte des Blutplasmas in Versuch 1

Gruppe Tier Nr.	Glucose (mg/dl) Entnahmetag					Gesamtlipide (mg/dl) Entnahmetag				
		0	24	48	72		0	24	48	72
I	1	75,19	60,03	67,65	78,20	297,82	183,80	256,62	270,86	
	2	72,18	62,63	77,21	81,80	277,13	217,34	267,24	278,50	
	3	86,47	62,63	76,47	80,85	255,81	182,30	253,41	280,43	
	4	81,20	67,09	70,59	84,21	274,86	218,40	266,82	273,54	
	5	72,93	59,48	68,38	81,20	301,15	242,26	254,50	280,73	
	M	77,59	62,37	72,06	81,25	281,35	208,72	259,72	276,81	
	SD	6,10	3,01	4,50	2,15	18,54	25,55	6,78	4,40	
II	6	80,45	63,73	68,38	82,05	295,52	194,32	253,84	278,34	
	7	79,70	63,73	72,79	78,94	244,83	180,70	270,20	273,24	
	8	69,92	67,12	71,31	82,17	291,83	221,64	255,34	267,90	
	9	62,41	64,51	64,71	78,94	286,46	183,46	264,92	280,70	
	10	62,41	72,58	61,76	75,17	284,06	176,94	260,40	260,91	
	M	70,98	66,33	67,79	79,45	280,54	191,41	260,94	272,22	
	SD	8,86	3,76	4,57	2,87	20,46	18,09	6,78	8,02	
III	11	94,74	70,82	78,68	83,23	267,92	189,90	266,62	270,20	
	12	78,20	68,14	75,00	83,46	229,84	175,28	277,20	256,92	
	13	80,45	68,14	77,21	84,96	269,03	201,86	263,41	273,30	
	14	80,45	78,38	67,65	81,24	305,80	245,64	276,80	280,14	
	15	77,44	59,01	67,65	80,98	206,91	186,13	224,50	260,70	
	M	82,26	68,90	73,24	82,77	255,90	199,76	261,71	268,25	
	SD	7,11	6,94	5,27	1,66	38,36	27,55	21,68	9,44	
IV	16	99,26	74,44	76,47	83,71	301,12	182,34	186,23	213,00	
	17	88,72	71,29	71,32	83,71	206,81	178,76	210,61	209,34	
	18	72,18	68,46	76,47	80,23	291,53	213,92	237,24	241,40	
	19	74,44	59,01	69,12	84,96	245,40	173,18	191,54	209,36	
	20	87,22	65,73	75,74	83,24	280,50	205,24	234,12	249,60	
	M	84,38	67,39	73,82	83,17	265,07	190,69	211,95	224,54	
	SD	11,10	6,12	3,39	1,76	38,79	17,82	23,51	19,41	

Tabelle 11A: Einzelergebnisse der Nitratanalyse (HPLC) des Blutplasmas in Versuch 1

Gruppe	Tier Nr.	Nitratkonzentration ($\mu\text{mol/l}$)			
		Entnahmetag			
		0	24	48	72
I	1	41,90	15,00	28,06	15,06
	2	42,42	14,52	12,58	11,24
	3	17,10	14,84	29,84	16,13
	4	44,68	10,81	11,94	10,65
	5	41,29	26,77	10,00	6,77
	M	37,48	16,39	18,48	12,08
	SD	11,46	6,06	9,62	3,86
II	6	45,48	19,19	5,48	14,68
	7	37,58	24,51	6,13	9,35
	8	29,35	13,71	16,29	24,52
	9	47,42	27,58	6,94	13,06
	10	49,19	27,26	6,29	17,42
	M	41,80	22,45	8,23	15,82
	SD	8,25	5,93	4,54	5,68
III	11	43,87	35,65	10,85	17,26
	12	41,13	25,00	12,90	17,74
	13	49,68	27,42	13,87	17,74
	14	63,87	21,45	14,52	16,29
	15	47,42	25,65	23,87	21,94
	M	49,13	26,97	15,19	18,19
	SD	8,85	5,16	5,05	2,18
IV	16	29,84	25,00	31,45	50,00
	17	20,65	17,42	20,16	17,90
	18	43,71	17,58	16,77	17,74
	19	36,77	27,10	23,06	20,65
	20	48,06	31,94	18,55	31,61
	M	35,81	23,70	22,00	27,58
	SD	10,94	6,11	5,77	13,76

Tabelle 12A: Einzelergebnisse der Pansensaftuntersuchung in Versuch 1

Tier Nr.	C:2 % Mol	C:3 % Mol	i-C:4 % Mol	C:4 % Mol	i-C:5 % Mol	C:5 % Mol	GFPS mmol/l	pH	NH ₃ mmol/l
I									
1	52,73	34,64	0,32	9,07	0,25	2,99	98,97	5,85	11,90
3	52,83	35,58	0,29	8,89	0,20	2,21	98,15	6,18	12,05
5	53,35	34,98	0,36	7,88	0,26	3,18	100,11	5,71	12,20
M	52,97	35,07	0,32	8,61	0,24	2,79	99,08	5,91	12,10
SD	0,33	0,48	0,36	0,64	0,03	0,51	0,98	0,24	0,15
II									
6	52,61	36,85	0,42	7,15	0,15	2,82	105,34	5,32	12,70
8	53,36	37,66	0,33	6,4	0,24	1,76	101,98	5,68	13,95
10	52,49	39,26	0,30	5,59	0,15	2,22	101,31	5,76	14,10
M	52,82	37,92	0,35	6,46	0,18	2,27	102,88	5,59	13,58
SD	0,47	1,23	0,06	0,80	0,05	0,53	2,16	0,23	0,77
III									
11	58,36	26,13	0,33	12,51	0,25	2,42	80,71	5,63	16,60
13	57,91	26,90	0,36	11,63	0,18	3,03	79,90	5,12	17,80
15	58,01	26,90	0,26	12,50	0,19	2,15	82,90	6,15	18,00
M	58,09	26,64	0,32	12,21	0,20	2,53	81,17	5,63	17,50
SD	0,24	0,45	0,05	0,51	0,04	0,45	1,55	0,52	0,79
IV									
16	61,26	26,22	0,37	10,84	0,46	0,84	119,74	5,84	28,65
18	61,92	24,71	0,64	11,00	0,77	1,13	116,51	5,85	27,99
20	62,39	25,34	0,46	10,36	0,67	0,78	115,30	6,18	27,05
M	61,86	25,42	0,49	10,73	0,63	0,92	117,18	5,96	27,90
SD	0,57	0,76	0,14	0,33	0,16	0,18	2,30	0,19	0,80

Tabelle 13A: Lebendmasse, tägliche Zunahme und Schlachtkörperbewertung der Lämmer in der Endmastperiode nach Versuch 1

Gruppe Tier Nr.	Anfangs- gewicht (kg)	End- gewicht (kg)	tägliche Zunahme (g)	Schlacht- gewicht (kg)	Schlacht- ausbeute (%)	Mast- dauer (Tag)
I 1	32,90	42,30	303,23	20,60	48,70	31
2	28,70	40,30	341,18	18,80	46,70	34
3	32,10	40,50	247,06	19,60	48,40	34
4	32,40	41,70	300,00	19,00	45,60	31
5	28,80	39,10	302,94	18,90	48,30	34
M	30,98	40,78	298,88	19,38	47,54	32,8
SD	2,06	1,25	33,58	0,75	1,34	1,6
II 6	32,00	41,20	296,77	19,60	47,60	31
7	30,80	40,20	276,47	18,40	45,80	34
8	31,00	40,10	267,65	20,30	50,60	34
9	28,10	40,00	383,87	19,20	48,00	31
10	29,20	39,50	302,94	17,80	45,10	34
M	30,22	40,20	303,76	19,06	47,42	32,8
SD	1,55	0,62	47,21	0,98	2,15	1,6
III 11	28,70	40,50	380,65	17,90	44,20	31
12	31,20	38,50	173,81	19,50	50,70	42
13	26,10	39,80	326,19	18,20	45,70	42
14	30,20	41,80	374,19	19,10	45,70	31
15	25,30	41,50	385,70	19,00	45,80	42
M	28,30	40,42	328,12	18,74	46,42	37,6
SD	2,55	1,34	89,47	0,67	2,48	6,0
IV 16	28,30	37,10	209,52	16,60	44,70	42
17	32,10	42,20	325,81	19,10	45,30	31
18	28,20	39,80	374,19	17,50	44,00	31
19	28,00	39,30	364,52	18,50	47,00	31
20	25,60	37,20	276,19	16,90	45,40	42
M	28,44	39,12	310,04	17,72	45,28	35,4
SD	2,33	2,11	68,16	1,06	1,11	6,0

Tabelle 14A: Einzelergebnisse der Pansen saftuntersuchung in der Endmastperiode nach Versuch 1

Tier Nr.	C:2 % Mol	C:3 % Mol	I-C:4 % Mol	C:4 % Mol	I-C:5 % Mol	C:5 % Mol	GFFS mmol/l	pH	NH ₃ mmol/l
I									
1	54,69	34,26	0,65	14,15	0,56	3,70	87,65	6,60	9,64
2	44,52	38,56	0,39	12,24	0,39	3,89	89,90	5,98	7,52
3	44,77	44,39	0,36	9,33	0,41	3,73	99,57	5,88	7,98
M	44,99	39,07	0,47	11,91	0,45	3,77	92,37	6,15	8,38
SD	5,80	5,08	0,16	2,43	0,09	0,10	6,33	0,39	1,12
II									
4	40,74	34,70	1,09	4,66	1,29	1,86	63,89	6,97	6,86
5	48,65	44,20	0,46	4,56	0,46	1,64	69,86	6,52	7,99
6	41,02	37,86	0,66	8,91	0,83	3,94	62,31	6,68	9,28
M	40,93	38,92	0,74	6,04	0,86	2,48	65,35	6,72	8,04
SD	3,17	4,84	0,32	2,48	0,42	1,27	3,98	0,23	1,21
III									
7	46,54	41,68	0,46	7,69	0,49	3,16	62,81	6,70	6,80
8	43,01	43,82	0,47	9,22	0,51	2,97	72,59	6,82	6,98
9	50,00	41,02	0,42	6,92	0,40	1,23	69,18	7,00	6,24
M	46,52	42,17	0,45	7,94	0,47	2,45	68,19	6,84	6,67
SD	3,50	1,46	0,06	1,17	0,06	1,06	4,96	0,15	0,39
IV									
10	47,46	40,24	0,73	8,01	0,67	2,89	81,41	6,35	8,7
11	48,39	42,25	0,63	5,45	2,63	2,63	68,10	6,45	6,2
12	47,04	41,95	0,95	6,39	1,05	2,63	69,84	6,41	9,8
M	47,63	41,48	0,77	6,62	1,45	2,72	73,12	6,40	8,3
SD	0,69	1,08	0,16	1,30	1,04	0,15	7,24	0,05	1,8

Tabelle 15A: Analytisch ermittelte Detergentienfraktionen der in der Endmast verwendeten Kraftfuttermischungen (Versuch 1)

Mischung	NDF	NDFafr	ADF	ADFafr	ADL	Cell	HCell
			in % der TM				
Gruppe I	15,36	15,36	5,36	5,50	0,47	5,05	9,86
Gruppe II	16,89	16,89	5,07	5,11	0,66	4,65	11,78
Gruppe III	25,75	15,75	9,61	10,00	3,54	6,46	15,75
Gruppe IV	18,28	18,28	9,42	9,36	2,98	6,46	8,92

Tabelle 16A: Einzelergebnisse der Schlachtkörperbewertung in der Endmastperiode nach Versuch 1

Gruppe Tier Nr.	Keule (x 3)	Lende- Rücken (x 3)	Hals- Schult. (x 2)	Fettab- deckung (x 1)	Nieren- fett (x 1)	Handels- klasse	Gesamt Punkte
I 1	5	5	4	1	5	E _g I _s I _m I _m I _m	46
2	4	4	4	2	3		37
3	5	4	4	2	2		39
4	4	3	3	3	1		31
5	4	3	3	3	3		33
M	4,4	3,8	3,6	2,2	2,8		32,7
SD	0,6	0,8	0,6	0,8	1,5		5,9
II 6	4	4	2	4	4	I _g I _s E _m I _m I _m	36
7	3	3	5	3	2		33
8	5	5	4	3	2		43
9	5	4	3	3	3		36
10	4	4	2	2	3		33
M	4,2	4,0	3,2	3,0	2,8		36,2
SD	0,8	0,7	1,3	0,7	0,8		4,1
III 11	3	2	4	3	4	I _m I _s E _s I _s I _m	30
12	3	3	4	3	4		33
13	5	5	5	2	1		43
14	4	4	3	2	2		34
15	4	4	3	3	2		35
M	3,8	3,6	3,8	2,6	2,6		35,0
SD	0,8	1,1	0,8	0,6	1,3		4,9
IV 16	1	2	4	4	3	II _g I _p II _m II _m I _m	24
17	5	5	4	1	2		41
18	3	2	4	3	5		31
19	2	3	2	3	3		25
20	3	4	4	3	4		36
M	2,8	3,2	3,6	2,8	3,4		31,4
SD	1,5	1,3	0,9	1,1	1,1		7,2

Tabelle 17A: Rohrnährstoffe und Bruttoenergie der Futtermittel- und Kotanalyse im Verdauungsversuch mit Grünraps

Futter/ Kot	TM (FM)	OM	XP in %	XL der	XF TM	XX	XA	GE MJ/kgTM
FUTTER: Grünraps	12,31	81,57	24,78	5,20	11,54	40,05	18,43	17,10
Heu	89,61	88,02	11,92	4,16	23,94	48,00	11,99	17,48
KOT: Heu								
Tier Nr.1	51,45	76,11	13,49	6,84	24,06	33,47	23,89	17,17
Tier Nr.2	51,37	76,76	12,71	6,42	22,70	34,93	23,24	16,93
Tier Nr.3	51,57	76,03	12,88	6,81	22,16	34,18	23,97	16,78
Raps+Heu								
Tier Nr.4	59,54	67,13	14,09	7,26	18,11	27,67	32,87	15,52
Tier Nr.5	60,13	66,42	14,35	7,52	16,46	28,09	33,58	14,91
Tier Nr.6	59,64	65,91	15,16	7,38	16,20	27,17	34,09	15,15

Tabelle 18A: In vivo-Verdaulichkeit von Rohrnährstoffen, Bruttoenergie und Gerüstsubstanzen des im Differenzversuch verwendeten Heues

Heu	90,74	% TM		
Nährstoff/Energie	VQ (%)		in 1 kg TM (in g)	
Gerüstsubstanz	M	SD	Rohnährstoff	verd. Nährstoff
TM	64,51	0,65	1000,0	645,10
OM	69,21	0,48	880,2	609,19
XP	61,34	2,13	119,2	73,12
XL	42,89	2,76	41,6	17,84
XF	65,90	2,03	239,4	157,76
XX	74,71	0,21	480,0	358,61
XA	29,89	1,96	119,9	35,84
GE	65,53	0,97	17,48 MJ	11,46 MJ
NDF	62,74	1,99	441,6	277,06
NDFafr	66,35	0,81	436,6	289,68
ADF	50,65	0,65	299,3	151,60
ADFafr	60,35	0,58	279,8	168,86
ADL	0,00	0,00	37,9	0,00
Cell	72,62	0,17	241,6	175,45
HCell	77,04	3,22	156,8	120,80

Tabelle 19A: Verdaulichkeitsquotienten (%) aus dem Verdauungsversuch mit Grünraps (Differenzversuch)

Tier Nr.	Grünraps			Heu		
	4	5	6	1	2	3
TM	76,92	77,39	76,13	63,77	64,93	64,84
OM	83,92	84,74	84,02	68,67	69,42	69,55
XP	85,71	85,48	83,12	58,99	63,12	61,92
XL	65,00	63,25	62,75	40,44	45,88	42,36
XF	74,72	82,38	81,70	63,58	66,75	67,37
XX	88,26	88,09	88,33	74,73	74,49	74,90
XA	46,31	44,98	46,86	28,14	32,00	29,52
NDF	64,25	63,50	65,07	64,67	62,87	60,69
NDFafr	76,68	78,93	78,69	67,03	66,56	65,45
ADF	75,43	78,29	76,91	49,93	50,83	51,18
ADFafr	90,19	92,10	92,13	59,72	60,47	60,87
ADL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cell	92,57	92,87	94,53	72,45	72,79	72,62
HCell	0,0	0,0	0,0	80,06	77,41	73,66

Tabelle 20A: Rohrnährstoffe, Bruttoenergie der Futter- und Kotanalyse in Verdauungsversuch mit Gerste und Weizenstroh

Futter/ Kot	TM (FM)	OM	XP	XL	XF	XX	XA	GE MJ/kg TM
in % der TM								
FUTTER:								
Wz. Stroh	94,24	92,50	11,92	1,65	40,49	48,30	11,99	17,91
Gerste	87,19	97,50	9,68	2,50	5,09	80,23	2,50	18,26
Heu	89,61	78,87	10,68	3,73	21,45	43,01	10,74	17,48
KOT:								
Gerste+Heu								
Tier Nr.1	45,98	81,30	15,49	4,92	22,45	38,44	18,70	17,13
Tier Nr.2	36,55	81,81	15,16	4,51	21,94	40,20	18,19	17,02
Tier Nr.3	50,11	81,94	14,87	5,05	21,35	40,67	18,06	17,57
Stroh+Gerste								
Tier Nr.4	39,49	88,76	9,37	2,33	30,79	46,27	11,24	17,86
Tier Nr.5	40,35	87,96	9,10	2,55	32,19	44,12	12,04	17,44
Tier Nr.6	42,69	87,12	8,93	2,48	31,53	44,18	12,88	17,92

Tabelle 21A: Analytisch ermittelte Detergentienfraktionen der Kotproben in den Verdauungsversuchen von Grünraps, Weizenstroh und Gerste

Kotproben	NDF	NDFafr	ADF in % der TM	ADFafr	ADL	Cell	HCell
Heu							
Tier Nr. 1	43,83	39,73	41,35	31,11	12,74	18,37	8,62
Tier Nr. 2	46,76	41,64	41,97	31,54	12,73	18,75	10,10
Tier Nr. 3	49,26	42,80	41,45	31,06	12,33	18,77	11,74
Grünraps+Heu							
Tier Nr. 4	41,93	31,92	33,40	20,71	7,40	12,81	11,21
Tier Nr. 5	42,73	31,26	32,40	20,10	7,35	12,82	11,16
Tier Nr. 6	40,88	30,56	32,20	19,53	7,34	11,83	8,03
Gerste+Heu							
Tier Nr. 1	45,01	41,71	27,67	21,96	7,23	14,72	19,75
Tier Nr. 2	42,15	41,34	27,67	22,62	7,08	15,53	18,72
Tier Nr. 3	42,94	42,94	27,16	22,15	6,61	15,21	19,99
Stroh+Gerste							
Tier Nr. 4	60,82	59,85	35,22	31,62	5,22	26,41	28,23
Tier Nr. 5	55,73	55,73	36,12	31,68	5,79	25,89	24,05
Tier Nr. 6	60,84	59,31	36,83	32,03	6,42	25,62	27,28

Tabelle 22A: Verdaulichkeitsquotienten (%) der Gerste und des Weizenstrohs aus dem Verdauungsversuch (Differenzversuch)

Tier Nr.	Gerste			Weizenstroh		
	1	2	3	4	5	6
TM	82,75	81,30	80,31	55,94	54,99	53,13
OM	84,30	82,85	81,96	57,85	57,57	56,48
XP	65,66	64,86	64,68	17,63	22,99	21,03
XL	84,67	88,99	77,39	35,87	24,26	24,51
XF	26,80	24,81	25,84	59,42	56,41	56,15
XX	90,35	88,69	87,92	54,21	56,35	54,74
XA	22,80	21,04	16,32	32,28	23,11	10,68
NDF	57,99	61,43	57,04	69,06	71,68	67,62
NDFafr	58,76	56,27	49,80	70,17	72,21	69,10
ADF	79,35	72,08	71,28	70,59	69,38	67,90
ADFafr	75,92	65,12	67,89	72,50	72,08	70,96
ADL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cell	69,56	57,93	57,90	74,89	75,07	74,66
HCell	50,61	50,08	45,62	65,80	72,32	65,58

Tabelle 23A: Einzelwerte der Pansensaft- und Blut-Untersuchungen in
Verdauungsversuch mit Grünraps

Pansensaft und Blutwerte	Vor der Fütterung		Nach der Fütterung	
	Tier Nr. Heu	Tier Nr. Raps+Heu	Tier Nr. Heu	Tier Nr. Raps+Heu
PH-Wert	1 7,62 2 7,39 3 7,41	4 7,35 5 7,61 6 7,63	1 7,07 2 6,77 3 6,74	4 6,66 5 6,58 6 6,50
NH ₃ -Gehalt (mmol/l)	1 7,06 2 7,68 3 7,38	4 9,84 5 8,26 6 9,88	1 11,16 2 11,88 3 11,38	4 28,05 5 26,58 6 28,30
Essigsäure (Mol %)	1 73,71 2 69,72 3 69,74	4 68,20 5 72,08 6 65,72	1 70,45 2 70,62 3 70,61	4 67,36 5 68,64 6 67,98
Propionsäure (Mol %)	1 13,29 2 14,87 3 16,06	4 15,98 5 13,40 6 15,40	1 19,07 2 18,82 3 17,47	4 19,60 5 19,25 6 19,33
Iso- Buttersäure (Mol %)	1 1,36 2 1,72 3 1,58	4 1,44 5 1,30 6 1,81	1 0,73 2 0,75 3 0,74	4 0,56 5 0,34 6 0,82
Buttersäure (Mol %)	1 8,48 2 10,22 3 9,91	4 11,55 5 10,29 6 13,79	1 7,69 2 7,58 3 9,12	4 10,76 5 10,37 6 9,98
Iso- Valeriansäure (Mol %)	1 2,52 2 2,57 3 2,01	4 1,91 5 2,28 6 2,60	1 0,86 2 0,85 3 0,72	4 0,81 5 0,61 6 0,98
Valeriansäure (Mol %)	1 0,61 2 0,89 3 0,71	4 0,93 5 0,65 6 0,95	1 1,19 2 1,38 3 1,34	4 0,92 5 0,78 6 0,92
Gesamt-FFS (mmol/l)	1 50,13 2 53,12 3 53,97	4 50,73 5 47,15 6 48,01	1 83,65 2 86,24 3 85,33	4 108,89 5 105,39 6 110,63
Harnstoff (mg/dl)	1 26,47 2 24,12 3 24,71	4 38,04 5 34,51 6 40,39	1 25,61 2 26,16 3 25,06	4 38,60 5 33,66 6 41,71
Gesamteiweiß (g/dl)	1 6,1 2 6,35 3 6,23	4 6,58 5 6,67 6 6,56	1 6,21 2 6,06 3 5,99	4 6,31 5 6,88 6 6,31
Glucose (mg/dl)	1 73,20 2 63,90 3 67,50	4 75,70 5 75,60 6 80,10	1 70,50 2 65,70 3 73,80	4 75,80 5 76,70 6 76,13
Gesamtlipide (mg/dl)	1 289,9 2 268,9 3 277,9	4 310,7 5 284,1 6 306,7	1 271,9 2 279,9 3 281,9	4 288,8 5 287,0 6 284,2

Tabelle 24A: Die Nährstoff- und Bruttoenergiegehalte des Klee gras-Gemenges während der Monate Oktober bis Mitte Dezember 1991

Probe Datum	TM (FM)	OM	XP in % der	XL TM	XF	XX	XA	HCLuA	GE MJ/kgTM
25.10	11,52	74,34	24,65	3,73	17,71	33,25	20,66	7,58	15,60
28.10	11,38	85,03	25,48	3,60	17,93	37,60	14,97	2,10	17,66
31.10	11,28	80,01	22,34	3,64	18,35	35,68	19,99	7,80	15,89
3.11	12,66	79,45	21,56	3,79	16,67	37,43	20,55	9,80	15,60
7.11	12,91	80,81	21,84	4,42	17,82	36,73	19,19	7,28	16,63
10.11	12,09	84,61	23,90	4,72	18,45	37,54	15,39	3,74	17,46
13.11	13,71	78,49	22,32	3,28	15,97	36,92	21,51	9,53	15,00
17.11	13,98	77,55	21,74	4,15	15,81	35,85	22,45	10,10	14,46
20.11	13,07	80,80	23,87	3,98	16,07	36,88	19,20	7,80	15,86
23.11	13,40	79,35	19,78	3,58	15,90	40,09	20,65	8,20	14,25
26.11	13,05	79,55	22,45	3,91	16,86	36,33	20,45	8,10	15,68
29.11	14,29	77,92	20,29	3,71	16,79	37,13	22,08	9,98	16,09
1.12	14,91	79,33	20,52	3,96	16,16	38,69	20,67	9,10	15,96
4.12	14,67	78,41	23,04	3,95	16,09	35,33	21,59	9,40	15,16
7.12	15,52	78,50	21,78	3,80	15,85	37,07	21,50	9,20	15,75
10.12	15,99	80,91	24,83	4,00	16,14	35,94	19,09	7,10	15,82
13.12	17,84	78,20	21,58	3,36	15,98	37,28	21,80	10,00	15,76
16.12	17,18	79,48	20,66	3,32	16,24	39,26	20,52	8,80	15,47
19.12	17,71	85,31	21,80	3,90	15,70	43,91	14,69	3,11	16,75
22.12	17,86	81,92	20,38	3,58	16,01	41,95	18,04	6,80	16,23
M	14,25	80,25	22,24	3,82	16,63	37,56	19,75	7,78	15,85
SD	2,17	2,32	1,62	0,35	0,91	2,3	2,32	2,32	0,84

Tabelle 25A: Analytisch ermittelte Detergentienfraktionen der in Versuch 2 verwendeten Futtermittel

Futtermittel	NDF	NDFafr	ADF	ADFafr	ADL	Cell	HCell
in % der TM							
Einzelfutter:							
Klee gras	37,22	32,92	26,69	22,59	2,27	20,33	10,33
Heu	54,17	53,81	27,02	25,13	2,86	23,03	28,68
Mischungen:							
Gruppe-I	19,19	19,11	5,65	5,98	1,08	4,91	13,13
Gruppe-II	26,95	26,95	10,15	9,84	3,03	6,20	17,11
Gruppe-III	18,96	18,84	4,56	5,20	1,20	4,10	13,64

Tabelle 26A: Einzelwerte der Mengen- und Spurenelementgehalte in Klee gras
Gemeinde während der Monate Oktober bis Mitte Dezember 199
in Versuch 1

Probe Datum	Mengenelemente (g/kg TM)					Spurenelemente (mg/kg TM)			
	Ca	P	Na	K	Mg	Zn	Fe	Cu	Mn
25.10	16,2	3,98	5,81	23,6	2,81	54,5	3204	12,0	109,1
28.10	15,3	4,17	3,69	24,0	2,65	52,5	780	19,0	104,6
31.10	13,5	4,69	5,16	28,3	2,48	54,1	3649	13,2	175,1
3.11	11,9	4,53	3,68	28,6	2,85	59,5	5252	11,5	185,3
7.11	13,6	4,81	4,73	28,4	2,69	50,5	3505	11,1	117,8
10.11	8,7	5,47	1,39	39,8	2,15	42,2	1268	11,5	70,4
13.11	9,3	4,82	1,26	36,1	2,42	51,7	6355	12,4	231,9
17.11	10,9	4,70	1,65	32,5	2,66	50,6	6274	11,4	221,1
20.11	6,4	4,90	1,57	35,3	2,33	44,6	5491	12,7	197,3
23.11	9,2	4,28	2,84	30,6	2,85	49,8	7010	11,9	222,5
26.11	8,7	4,56	3,50	33,9	2,67	47,8	4477	10,8	145,8
29.11	8,7	5,12	3,96	33,7	2,84	48,2	4450	12,4	143,5
1.12	7,5	4,42	1,97	32,2	2,37	55,7	5257	12,4	146,6
4.12	7,8	4,52	3,92	29,4	2,87	57,9	6568	13,5	204,3
7.12	8,2	4,16	3,05	28,3	2,52	43,9	5253	9,4	142,6
10.12	11,3	4,28	6,28	26,1	3,05	46,7	3836	12,1	105,7
13.12	10,3	4,34	2,83	26,1	3,05	52,6	6086	12,9	202,6
16.12	9,9	3,90	4,39	22,4	3,06	65,7	6878	12,3	205,8
19.12	9,0	4,15	5,97	25,7	2,71	45,6	2081	10,8	76,9
22.12	8,4	3,85	3,58	23,7	2,36	47,4	4956	10,6	162,2
M	10,3	4,48	3,58	29,4	2,66	51,1	4632	11,8	158,5
SD	2,6	0,42	1,54	4,75	0,25	5,8	1804	1,0	49,9

Tabelle 27A: Verzehr an TM, OM, XP (g/Tag) und StE über das Gesamtfutter während des Versuches 2 (W = Weiblich, M = Männlich)

Gruppe	Tier Nr.	TM- Aufnahme	OM- Aufnahme	XP- Aufnahme	StE- Aufnahme
I					
W	1	901,48	825,50	142,30	653,22
W	2	901,98	826,00	142,40	653,66
W	3	903,31	827,16	142,60	654,67
M	4	901,48	825,50	142,30	653,18
M	5	900,56	824,83	142,15	652,55
M	6	902,53	826,66	142,48	654,11
	M	901,89	825,94	142,37	653,57
	SD	0,95	0,85	0,16	0,75
II					
W	7	911,33	829,67	143,45	640,63
W	8	925,15	842,33	145,60	650,28
W	9	929,98	846,66	146,40	653,95
M	10	921,00	838,50	145,20	648,94
M	11	920,00	837,33	145,08	648,58
M	12	911,83	830,33	143,99	643,89
	M	919,88	837,47	144,95	647,71
	SD	7,33	6,65	1,08	4,74
III					
W	13	947,46	809,94	149,80	661,64
W	14	940,63	804,18	148,75	657,02
W	15	930,30	793,59	147,63	648,88
M	16	933,60	791,41	151,60	646,38
M	17	941,80	803,97	150,33	659,28
M	18	932,30	791,62	151,19	645,70
	M	937,68	799,12	149,88	654,64
	SD	6,61	7,90	1,50	6,66

Tabelle 28A: Lebendmasse der Tiere (in kg) bei Beginn und Ende sowie tägliche Zunahme (in g) in Versuch 2 und in Endmast (W = Weiblich, M = Männlich)

Gruppe und Geschl.	Tier Nr.	Anfangsgewicht (kg)	Endgewicht (kg)		Zunahme (g/Tag)	
			60.Tag	81.Tag	60.Tag	81.Tag
I						
W	1	24,60	36,50	-	198,33	-
W	2	19,20	32,90	37,80	228,33	229,63
W	3	18,40	32,80	36,90	240,00	228,40
M	4	23,30	38,90	45,60	260,00	275,31
M	5	19,00	34,70	-	261,67	-
M	6	18,50	32,10	-	226,67	-
	M	20,50	34,65	40,10	235,83	244,45
	SD	2,72	2,63	4,78	23,73	26,74
II						
W	7	22,00	33,70	-	195,00	-
W	8	21,20	34,70	37,50	225,00	201,24
W	9	18,70	33,80	39,20	251,67	253,09
M	10	24,10	36,40	-	205,00	-
M	11	20,20	36,10	41,90	265,00	267,90
M	12	17,80	32,50	-	245,00	-
	M	20,67	34,53	39,53	231,11	240,74
	SD	2,29	1,51	2,22	27,52	35,00
III						
W	13	23,50	33,90	-	173,33	-
W	14	21,00	31,20	-	170,00	-
W	15	19,10	30,50	-	190,00	-
M	16	23,00	36,60	-	226,67	-
M	17	21,80	31,10	-	155,00	-
M	18	18,10	29,40	-	188,33	-
	M	21,08	32,12	-	183,89	-
	SD	2,14	2,65	-	24,60	-

Tabelle 29A: Wachstumsverlauf der Lämmer in Versuch 2 (Lebendmasse in kg)

Gruppe Tier	Versuchstag									
	0	7	14	21	28	35	42	49	56	60
I										
W 1	24,6	25,8	27,1	28,4	29,7	31,1	32,6	34,1	35,3	36,5
W 2	19,2	20,3	21,8	23,3	24,8	26,3	27,8	29,5	31,6	32,9
W 3	18,4	19,9	21,3	22,9	24,4	25,9	27,6	29,1	30,5	32,8
M 4	23,3	24,7	26,5	28,6	30,4	32,1	33,9	35,5	37,1	38,9
M 5	19,0	20,3	21,8	23,4	25,1	27,0	29,0	30,7	32,5	34,7
M 6	18,5	19,9	21,6	23,2	25,0	26,7	28,4	29,6	31,6	32,1
II										
W 7	22,0	23,4	24,7	26,3	27,7	29,2	30,6	31,6	32,6	33,7
W 8	21,2	22,3	23,8	25,3	27,0	28,6	30,1	31,7	32,9	34,7
W 9	18,7	19,9	21,7	23,4	25,1	26,9	28,6	30,3	32,1	33,8
M 10	24,1	25,5	26,9	28,4	29,9	31,5	32,9	34,2	35,2	36,4
M 11	20,2	21,7	23,2	25,0	26,7	28,5	30,3	32,2	34,2	36,1
M 12	17,8	19,2	21,0	22,7	24,4	26,1	27,8	29,5	31,1	32,5
III										
W 13	23,5	24,5	25,8	27,2	28,4	29,6	30,9	31,9	32,8	33,9
W 14	21,0	22,2	23,1	24,2	25,4	26,5	28,0	29,2	30,1	31,2
W 15	19,1	20,4	21,7	22,9	24,2	25,4	26,7	27,9	29,2	30,5
M 16	23,0	24,2	25,5	26,8	28,3	29,8	31,4	33,1	35,0	36,6
M 17	21,8	22,8	24,1	25,2	26,3	27,4	28,6	29,6	30,4	31,1
M 18	18,1	19,2	20,5	21,9	23,4	24,8	26,0	27,2	28,2	29,4

Tabelle 30A: Futter- und Energieaufwand sowie PER-Werte in Versuch 2 (W = Weiblich, M = Männlich)

Gruppe/ Tier/ Geschl.		TM (kg/kg Zuw.)		OM (kg/kg Zuw.)		kStE je kg Zuw.		PER (kg/kg)	
		Versuchstag							
		60	81	60	81	60	81	60	81
I									
W	1	4,55	-	4,16	-	3,29	-	1,39	-
W	2	3,95	4,17	3,62	3,82	2,86	3,04	1,60	1,52
W	3	3,76	4,18	3,45	3,82	2,73	3,04	1,68	1,52
M	4	3,47	3,55	3,18	3,25	2,51	2,59	1,83	1,79
M	5	3,44	-	3,15	-	2,49	-	1,84	-
M	6	3,98	-	3,65	-	2,89	-	1,59	-
	M	3,86	3,97	3,54	3,63	2,80	2,89	1,66	1,61
	SD	0,41	0,36	0,37	0,33	0,30	0,26	0,17	0,16
II									
W	7	4,67	-	4,26	-	3,29	-	1,36	-
W	8	4,11	4,83	3,74	4,40	2,89	3,41	1,55	1,31
W	9	3,70	3,97	3,36	3,61	2,60	2,81	1,72	1,59
M	10	4,49	-	4,09	-	3,17	-	1,41	-
M	11	3,47	3,73	3,16	3,39	2,45	2,64	1,83	1,70
M	12	3,72	-	3,39	-	2,63	-	1,70	-
	M	4,03	4,18	3,67	3,80	2,84	2,95	1,59	1,53
	SD	0,48	0,58	0,44	0,53	0,34	0,41	0,19	0,20
III									
W	13	5,47	-	4,94	-	3,91	-	1,16	-
W	14	5,53	-	5,00	-	3,96	-	1,14	-
W	15	4,90	-	4,42	-	3,50	-	1,29	-
W	16	4,12	-	3,72	-	2,93	-	1,50	-
M	17	6,07	-	5,49	-	4,34	-	1,03	-
M	18	4,95	-	4,47	-	3,52	-	1,25	-
	M	5,17	-	4,67	-	3,69	-	1,23	-
	SD	0,67	-	0,61	-	0,49	-	0,16	-

Tabelle 31A: Einzelergebnisse der Harnstoff- und Gesamteiweiß-Gehalte des Blutplasmas in Versuch 2

Gruppe Tier Nr.	Harnstoff (mg/dl) Entnahmetag				Gesamteiweiß (g/dl) Entnahmetag			
	0	24	48	72	0	24	48	72
I								
1	22,67	22,98	52,62	40,82	6,75	5,59	5,97	5,70
2	28,64	26,14	66,00	45,00	6,46	5,26	6,12	5,95
3	31,06	36,32	58,15	39,87	6,27	6,23	6,38	6,78
4	25,06	36,32	60,69	39,49	6,38	6,16	5,91	5,95
5	25,74	37,54	47,08	40,44	6,69	5,89	6,08	6,40
6	30,34	55,61	51,92	38,35	5,83	5,40	6,06	6,14
M	26,63	35,82	56,08	40,75	6,40	5,76	6,09	6,15
SD	3,26	11,43	6,84	2,20	0,33	0,40	0,16	0,39
II								
7	27,26	47,25	58,66	43,86	6,04	5,28	6,37	6,33
8	24,70	30,72	54,46	58,97	7,37	5,70	5,74	6,27
9	28,17	38,44	62,48	61,55	6,88	6,95	6,71	6,27
10	28,35	41,50	51,40	45,93	6,38	5,83	5,40	5,81
11	23,96	42,14	47,77	36,41	6,88	6,92	7,11	6,84
12	27,40	54,43	50,26	53,38	6,04	6,37	6,75	6,46
M	26,19	42,41	54,17	50,02	6,60	6,18	6,35	6,33
SD	1,96	8,02	5,54	9,64	0,54	0,68	0,66	0,33
III								
13	24,21	23,33	45,46	39,11	6,19	6,35	5,43	5,49
14	27,44	28,95	48,92	37,60	5,97	6,27	6,04	6,04
15	28,17	31,75	48,00	38,17	6,40	6,12	5,51	6,08
16	22,67	29,12	46,15	32,07	6,76	7,24	6,54	6,61
17	30,55	31,93	34,94	22,76	6,40	5,59	5,43	5,68
18	29,82	25,61	31,15	23,40	6,08	5,95	5,42	5,47
M	27,14	28,45	42,44	32,19	6,30	6,25	5,73	5,90
SD	3,12	3,41	7,48	7,08	0,28	0,55	0,47	0,44

Tabelle 32A: Einzelergebnisse der Glucose- und Gesamtlipid-Gehalte des Blutplasmas in Versuch 2

Gruppe Tier Nr.	Glucose (mg/dl) Entnahmetag				Gesamt-Lipide (mg/dl) Entnahmetag			
	0	24	48	72	0	24	48	72
I								
1	63,83	68,79	87,59	77,46	240,23	208,78	219,76	259,84
2	68,31	71,63	74,47	82,39	230,39	184,93	198,54	239,09
3	61,83	73,05	85,11	76,06	216,91	209,21	238,39	250,71
4	63,38	66,67	82,98	76,06	279,41	186,52	214,54	248,00
5	63,89	74,47	80,85	88,73	265,93	192,65	198,18	246,71
6	61,97	68,09	77,30	83,66	241,42	207,10	228,54	238,04
M	63,86	70,45	81,38	80,73	245,72	198,20	216,33	247,07
SD	2,36	3,06	4,89	5,09	23,05	11,45	16,10	8,03
II								
7	61,27	73,05	68,79	72,54	254,31	181,58	237,14	260,35
8	61,18	73,76	89,36	84,51	301,47	224,55	188,04	238,18
9	60,70	74,47	63,83	76,76	218,14	186,81	200,89	247,37
10	69,01	84,40	77,30	65,49	304,56	232,98	198,57	247,37
11	59,16	74,47	73,34	80,99	262,26	176,76	190,54	236,70
12	62,49	70,21	73,76	82,39	223,24	182,76	195,00	132,70
M	62,30	75,06	74,40	77,11	260,66	197,57	201,70	243,78
SD	3,46	4,84	8,68	7,12	40,00	24,52	18,01	10,65
III								
13	60,84	72,20	80,85	81,61	218,14	196,24	189,50	207,02
14	63,38	67,38	78,72	79,58	283,09	191,76	204,46	216,07
15	62,54	71,63	73,05	73,24	218,14	178,32	188,35	229,83
16	63,38	69,50	73,75	69,71	235,29	219,53	204,82	271,05
17	58,46	77,20	80,85	79,58	285,39	214,16	197,86	264,91
18	58,92	70,21	73,34	78,17	260,12	179,25	198,21	234,04
M	61,25	71,35	76,76	76,98	250,03	196,59	197,20	237,15
SD	2,20	3,33	3,79	4,54	30,65	17,34	7,07	25,83

Tabelle 33A: Einzelergebnisse der Triglyceridgehalte des Blutplasmas in Versuch 2

Gruppe	Tier Nr.	Triglyceridkonzentration (mg/dl)			
		0	20	40	60
I	1	17,14	21,65	26,86	16,44
	2	16,42	14,03	16,03	17,44
	3	15,65	19,84	24,96	18,03
	4	18,23	14,43	15,83	18,44
	5	24,65	18,84	15,63	18,84
	6	21,85	16,43	17,12	20,06
	M	18,99	17,53	19,41	19,20
	SD	3,52	3,07	5,10	3,46
II	7	17,63	19,02	19,34	20,44
	8	18,03	18,42	19,64	24,03
	9	16,43	22,43	20,14	25,43
	10	17,42	24,85	18,14	22,64
	11	18,03	21,02	24,33	27,06
	12	17,60	21,37	20,11	23,37
	M	17,59	21,37	20,11	23,37
	SD	0,63	2,38	2,17	2,64
III	13	18,63	20,65	15,83	15,65
	14	14,03	15,26	17,04	22,05
	15	16,07	17,82	16,42	22,65
	16	18,65	15,23	15,82	16,84
	17	15,85	21,25	17,64	15,03
	18	16,45	18,04	16,23	18,07
	M	16,45	18,04	16,23	18,07
	SD	1,56	2,56	0,89	3,37

Tabelle 34A: Einzelergebnisse der Pansensaftuntersuchung in Versuch 2 (pH Wert und NH_3 -Konzentration, vor und 2,5 h nach dem Fütterungsbeginn)

Gruppe	Tier	pH-Wert		NH_3 -Konzentration (mmol/l)	
		Vor der Fütterung	Nach der Fütterung	Vor der Fütterung	Nach der Fütterung
I	1	7,61	5,87	9,48	12,25
	2	7,44	6,13	9,38	12,78
	3	7,72	5,85	7,99	12,28
	4	7,15	5,91	8,38	13,48
	5	7,77	5,99	9,28	12,48
	6	7,70	5,98	8,08	12,98
	M	7,53	5,96	8,93	12,71
	SD	0,23	0,10	0,70	0,47
II	7	7,56	5,96	7,49	9,08
	8	7,45	5,88	7,98	8,95
	9	7,23	5,98	8,98	10,81
	10	7,50	6,02	8,99	9,79
	11	7,80	6,05	8,16	10,45
	12	7,86	6,12	9,34	10,95
	M	7,57	6,00	8,49	10,00
	SD	0,23	0,08	0,72	0,87
III	13	7,53	5,8	6,68	18,97
	14	7,62	5,95	6,78	19,17
	15	7,39	5,94	5,86	19,47
	16	7,48	6,06	5,89	22,46
	17	6,81	6,38	6,34	20,16
	18	7,77	6,82	6,39	19,05
	M	7,43	6,17	6,32	19,88
	SD	0,33	0,37	0,39	1,34

Tabelle 35A: Einzelergebnisse der Pansensaftuntersuchung in Versuch 2 (Vor der Fütterung)

Gruppe Tier	C:2 % Mol	C:3 % Mol	I-C:4 % Mol	C:4 % Mol	I-C:5 % Mol	C:5 % Mol	Gesamt-FFS (mmol/l)
I							
1	62,73	25,28	1,97	4,88	1,74	3,41	44,91
2	62,81	22,53	1,93	7,30	1,89	3,53	45,02
3	63,15	21,64	1,64	6,74	1,73	5,20	46,73
4	56,59	23,91	2,65	9,46	2,26	5,14	50,76
5	65,94	22,75	1,49	4,59	1,56	3,67	49,07
6	59,69	28,04	2,47	3,97	0,89	4,92	52,47
M	61,82	24,03	2,03	6,16	1,68	4,31	48,16
SD	3,24	2,33	0,46	2,07	0,45	0,86	3,12
II							
7	65,56	23,64	1,91	4,15	1,08	3,63	43,34
8	63,80	20,62	2,61	6,68	1,99	4,30	50,27
9	66,48	22,36	1,74	4,91	1,50	3,03	48,92
10	62,40	22,56	1,60	6,75	2,05	4,66	41,57
11	60,15	24,94	1,51	6,37	1,70	5,34	44,99
12	61,45	26,09	1,06	5,73	1,26	4,41	46,62
M	63,3	23,37	1,74	5,77	1,60	4,23	45,95
SD	2,43	1,96	0,51	1,05	0,39	0,81	3,32
III							
13	57,25	24,02	1,70	10,08	2,03	4,91	52,22
14	59,04	20,16	1,73	14,74	1,69	2,64	55,20
15	57,04	23,80	1,12	13,31	1,09	3,63	55,04
16	59,63	18,30	1,41	16,71	1,17	2,77	62,70
17	56,87	20,44	0,92	18,12	1,03	2,61	63,31
18	60,37	20,24	1,04	13,62	1,51	3,21	51,72
M	58,37	21,16	1,32	14,43	1,42	3,30	55,70
SD	1,50	2,27	0,35	2,82	0,39	0,88	5,09

Tabelle 36A: Einzelergebnisse für flüchtige Fettsäuren im Pansensaft in Versuch 2 (2,5 h nach dem Fütterungsbeginn)

Parameter	Tier Nr.	Gruppe I	Tier Nr.	Gruppe II	Tier Nr.	Gruppe III
C:2 % Mol	1	58,35	7	60,89	13	58,07
	2	61,65	8	60,28	14	58,67
	3	62,39	9	64,22	15	57,28
	4	65,89	10	62,40	16	59,37
	5	61,30	11	66,23	17	65,32
	6	60,41	12	68,18	18	64,30
C:3 % Mol	1	20,72	7	16,42	13	15,85
	2	14,52	8	16,37	14	19,54
	3	16,22	9	14,05	15	17,23
	4	11,98	10	15,06	16	18,92
	5	19,62	11	15,36	17	16,55
	6	17,53	12	12,02	18	15,97
I-C:4 % Mol	1	0,57	7	1,42	13	1,20
	2	0,74	8	1,37	14	1,35
	3	0,36	9	1,10	15	1,33
	4	1,15	10	0,97	16	1,15
	5	0,72	11	0,90	17	1,44
	6	1,34	12	0,79	18	1,27
C:4 % Mol	1	16,28	7	16,34	13	18,34
	2	19,71	8	16,82	14	18,08
	3	17,46	9	16,44	15	18,98
	4	17,07	10	16,07	16	17,84
	5	13,67	11	13,89	17	14,44
	6	15,47	12	14,94	18	14,55
I-C:5 % Mol	1	0,09	7	0,53	13	0,38
	2	0,55	8	0,71	14	0,46
	3	0,23	9	0,63	15	0,70
	4	0,54	10	0,53	16	0,69
	5	0,39	11	0,54	17	0,52
	6	0,28	12	0,49	18	0,60
C:5 % Mol	1	3,99	7	4,40	13	6,16
	2	2,84	8	4,44	14	1,91
	3	3,33	9	3,56	15	4,49
	4	3,38	10	4,97	16	2,04
	5	4,30	11	3,05	17	1,54
	6	4,76	12	3,59	18	3,31
Gesamt FFS mmol/l	1	136,18	7	119,58	13	135,02
	2	124,80	8	116,71	14	136,64
	3	134,45	9	130,76	15	127,96
	4	135,41	10	129,78	16	131,99
	5	139,30	11	117,07	17	132,78
	6	138,86	12	119,56	18	118,22

Tabelle 37A: Einzelergebnisse der Schlachtkörperbewertung am Ende des Versuchs 2 (60. Tag) sowie nach der Ausmast (81. Tag)

Tier Nr Gruppe	Schlacht- gewicht (kg)		Schlacht- ausbeute (%)		Kotelett- fläche (cm ²)		Nieren- fett (g)	
	Schlachttermin							
	60	81	60	81	60	81	60	81
I								
1	17,50	-	47,95	-	15,16	-	484	-
2	-	19,20	-	50,79	-	16,96	-	605
3	-	18,80	-	50,95	-	15,28	-	352
4	-	22,40	-	49,12	-	17,86	-	280
5	15,90	-	45,82	-	13,85	-	276	-
6	15,70	-	48,91	-	13,45	-	336	-
M	16,37	20,13	47,56	50,29	14,15	16,70	365	412
SD	0,99	1,97	1,58	1,01	0,89	1,31	107	170
II								
7	16,30	-	48,37	-	14,81	-	289	-
8	-	19,10	-	50,93	-	16,58	-	528
9	-	18,90	-	48,21	-	16,26	-	230
10	17,70	-	48,63	-	15,68	-	386	-
11	-	20,50	-	48,93	-	17,66	-	196
12	15,10	-	46,46	-	14,41	-	337	-
M	16,37	19,50	47,82	49,36	14,97	16,83	340	318
SD	1,30	0,87	1,19	1,41	0,65	1,41	44	183
III								
13	16,30	-	48,08	-	14,72	-	416	-
14	15,50	-	49,68	-	14,13	-	284	-
15	13,90	-	45,57	-	12,15	-	251	-
16	17,40	-	47,54	-	15,28	-	364	-
17	14,80	-	47,59	-	13,10	-	232	-
18	13,30	-	45,24	-	12,05	-	183	-
M	15,20	-	47,28	-	13,97	-	288	-
SD	1,52	-	1,65	-	1,38	-	87	-

Tabelle 38A: Einzelergebnisse der Schlachtkörperbewertung am Ende des Versuchs 2 (60. Tag) sowie nach der Ausmast (81. Tag)

Gruppe Tier Nr.	Keule (x 3)	Lende Rück. (x 3)	Schulter Hals (x 2)	Fett- abde. (x 1)	Nieren- fett (x 1)	Handels- klasse	Gesamt- Punkte
60.Tag							
I							
W 1	5	5	5	3	2	E _s	45
M 5	4	4	4	3	3	I _s	38
M 6	3	3	3	3	3	II _s	29
M	4,0	4,0	4,0	3,0	2,3		
SD	1,0	1,0	1,0	0,0	0,6		
II							
W 7	4	4	4	4	4	I _m	38
M 10	5	5	5	4	2	E _m	46
M 12	3	3	3	3	2	II _s	29
M	4,0	4,0	4,0	3,3	2,3		
SD	1,0	1,0	1,0	0,6	0,6		
III							
W 13	5	5	4	3	1	I _s	42
W 14	4	4	3	4	3	I _m	37
W 15	3	3	3	2	3	II _s	29
M 16	5	4	4	3	2	I _s	40
M 17	4	3	3	4	2	II _s	33
M 18	2	2	2	4	3	III _m	23
M	3,8	3,5	3,2	3,3	2,3		
SD	1,2	1,1	0,8	0,8	0,8		
81.Tag							
I							
W 2	5	5	3	4	2	E _m	42
W 3	4	4	3	2	3	I _s	35
M 4	4	5	5	4	2	E _s	43
M	4,3	4,7	3,7	3,3	2,3		
SD	0,6	0,6	1,2	1,2	0,6		
II							
W 8	4	4	4	3	4	I _s	39
W 9	4	4	4	3	4	I _m	39
M 11	4	4	3	3	2	I _s	35
M	4,0	4,0	3,7	3,0	3,3		
SD	0,0	0,0	0,6	0,0	1,2		

Tabelle 39A: Rohnährstoffe und Bruttoenergie der Futtermittel- und Kotanalyse im Verdauungsversuch mit Klee gras-Gemenge

Futter/ Kot	TM (FM)	OM	XP in %	XL der	XF TM	XX	XA	GE MJ/kgTM
FUTTER:								
Gemenge	13,13	81,77	20,94	3,66	16,38	50,79	18,23	16,12
Heu	90,74	91,08	11,81	2,88	25,50	50,98	8,92	17,65
KOT:								
Gemenge+Heu								
Tier Nr.1	58,60	63,91	11,89	2,94	18,93	30,15	36,09	14,05
Tier Nr.2	56,68	63,14	11,96	2,86	18,08	30,24	36,85	13,98
Tier Nr.3	58,67	63,88	11,51	2,78	18,37	31,22	36,12	13,84
Heu								
Tier Nr.4	49,25	82,76	11,09	2,64	26,19	42,84	17,24	17,69
Tier Nr.5	46,93	81,25	11,72	2,66	25,66	41,21	18,75	17,49
Tier Nr.6	46,81	81,16	12,20	2,71	25,59	40,66	18,85	16,87

Tabelle 40A: Analytisch ermittelte Detergentienfraktionen der Kotproben im Verdauungsversuch mit Klee gras-Gemenge

Kotproben	NDF	NDFafr	ADF	ADFafr	ADL	Cell	HCell
in % der TM							
Gemenge+Heu							
Tier Nr. 1	47,10	37,15	42,25	26,68	12,20	14,08	10,47
Tier Nr. 2	46,11	35,04	41,35	24,64	11,68	13,58	10,40
Tier Nr. 3	47,77	36,47	40,47	25,62	11,64	13,97	10,85
Heu							
Tier Nr. 4	61,10	56,98	45,66	38,19	14,55	23,64	18,79
Tier Nr. 5	57,97	53,93	42,08	36,65	13,92	23,00	17,28
Tier Nr. 6	55,50	53,53	40,41	35,70	13,50	22,39	17,83

Tabelle 41A: Verdaulichkeitsquotienten (%) aus dem Verdauungsversuch mit Klee gras-Gemenge (Differenzversuch)

Nährstoffe	Klee gras Tier Nr.			Heu Tier Nr.		
	1	2	3	4	5	6
TM	68,64	67,77	68,35	61,71	61,19	59,26
OM	78,03	78,10	77,85	65,21	65,38	63,70
XP	76,10	75,36	77,43	64,07	61,51	57,94
XL	64,17	65,18	67,38	64,85	63,41	61,56
XF	68,49	71,66	70,87	60,67	60,96	59,11
XX	83,18	82,49	81,20	67,77	68,58	67,46
XA	0,0	0,0	0,0	26,06	18,39	13,90
NDF	59,11	60,15	57,28	56,81	58,61	58,26
NDFafr	74,09	78,31	75,41	59,46	61,11	59,47
ADF	35,05	36,41	39,99	35,29	39,56	39,06
ADFafr	68,65	75,15	72,03	41,80	43,40	42,12
ADL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cell	88,36	89,73	88,56	60,71	61,26	60,40
HCell	86,28	85,82	82,92	74,92	76,61	74,66

DANKSAGUNG

Herrn Prof. Dr. Pallaut danke ich für die Überlassung des Themas und für die Diskussions- und Hilfsbereitschaft während der Durchführung dieser Arbeit sowie für die wertvollen Anregungen bei der Anfertigung des Manuskriptes.

Herrn Prof. Dr. Weigand gilt mein Dank für die freundliche Übernahme des Koreferates.

Sehr zu Dank verpflichtet bin ich Herrn Prof. Dr. Walz für die freundliche Hilfe und seinen fachlichen Rat bei der praktischen Durchführung der Versuche sowie für die vielseitige Unterstützung und zahlreichen, konstruktiven Anregungen.

Ebenso gilt mein Dank Herrn Dr. Gerald Rimbach und Frau Dr. Erika Most und Frau Nicola Prüstel, die mich durch freundschaftlichen Gedankenaustausch und durch ihre Mitarbeit bei den Analysen tatkräftig unterstützten.

Für die freundliche Mithilfe bei der praktischen Durchführung der Versuche und bei den zahlreichen Analysen möchte ich mich herzlich bei Herrn Erich Müller, Herrn Erich Becker, Herrn Helmut Henzel, Frau Martina Schneider und Frau Frauke Frank bedanken.

Ferner möchte ich bei Herrn Prof. Dr. Marquard für die Glucosinolatanalyse, bei Herrn Dr. med. vet. Geishauser für die Anfertigung der Schlundsonde und bei Herrn Dr. Hiendleder für die Schlachtkörperbewertung bedanken.

Mein Dank gilt auch allen nicht namentlich genannten Mitarbeitern des Institut für Tierernährung für die tatkräftige Unterstützung und die gute Zusammenarbeit.

Abschließend bedanke ich mich bei der landwirtschaftlichen Fakultät der Ege-Universität Izmir/Türkei für die finanzielle Unterstützung.

LEBENS LAUF

Name: Ahmet ALCICEK

Familienstand: verheiratet seit 1990 mit Esin Alcicek, ein Kind

1963 Geboren am 12. Juni in Kircali als Sohn des Mustafa Alcicek und seiner Ehegattin Sabriye Alcicek

1971-1976 Besuch der Grundschule in Izmir

1976-1979 Besuch der Mittelschule in Izmir

1979-1982 Besuch und Abschluß des Atatürk Gymnasiums in Izmir

1982-1986 Studium der Agrarwissenschaften in der Fachrichtung Tierproduktion an der Ege-Universität Izmir, Abschluß zum Diplom-Agraringenieur und Berufung als wissenschaftlicher Assistent zum Institut für Tierernährung und Futtermittelkunde an der landwirtschaftlichen Fakultät der Ege-Universität Izmir

1986-1988 "Master of Science" Studium in der Fachrichtung Tierernährung und Futtermittelkunde an der landwirtschaftlichen Fakultät Izmir mit erfolgreichem Abschluß

1988-1989 Studium zur Promotion in der Fachrichtung Tierernährung und Futtermittelkunde an der landwirtschaftlichen Fakultät Izmir

1989-1990 Besuch eines einjährigen Sprachkurses am Goethe-Institut in Mannheim mit erfolgreich abgelegten Prüfungen

1990 Seit April Doktorand am Institut für Tierernährung im Rahmen der Partnerschaft zwischen der Justus-Liebig-Universität Giessen und der Ege-Universität Izmir/Türkei

1994 Ab März wissenschaftlicher Assistent am Institut für Tierernährung und Futtermittelkunde der landwirtschaftlichen Fakultät der Ege-Universität Izmir/Türkei

