

Aus dem Institut für Tierphysiologie und Tierernährung
der Georg-August-Universität Göttingen
und dem Institut für Tierernährung
der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig

Einfluss verschiedener Probiotika (*Bacillus cereus* u. *Saccharomyces cerevisiae*) auf den *in sacco* Abbau und die Verdaulichkeit bei Schafen sowie die Mast- und Schlachtleistung von Jungbullen

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Fakultät für Agrarwissenschaften
der Georg-August-Universität Göttingen

vorgelegt von
José Fernando Garza Cázares
aus Monterrey/ México

Göttingen/Braunschweig 2001

D 7

Referent: Prof. Dr. U. ter Meulen

Korreferent: Prof. Dr. G. Flachowsky

Tag der mündlichen Prüfung: 12. Juli 2001

Eine Melodie der Danksagung.

1 Jauchzt im Triumph Jehova zu, all der Erde!

2 Dient Jehova mit Freunden.

Kommt vor sein Angesicht mit Jubelruf.

3 Erkennt, dass Jehova Gott ist.

Er ist es, der uns gemacht hat, und nicht wir selbst.

Wir sind sein Volk und die Schafe seiner Weide.

4 Kommt in seine Tore mit Danksagung,

In seine Vorhöfe mit Lobpreis.

Dankt ihm, segnet seinen Namen.

5 Denn Jehova ist gut;

Seine liebende Güte währt auf unabsehbare Zeit

Und seine Treue für Generation um Generation.

PSALM 100: 1-5

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1 Einleitung	1
2 Literaturübersicht und Ableitung der Problemstellung	2
2.1 Probiotika	2
2.2 <i>Bacillus cereus</i>	3
2.2.1 Wirkungsweise von <i>Bacillus cereus</i>	4
2.2.2 Einfluss von <i>Bacillus cereus</i> auf die Pansenfermentation	6
2.2.3 Einfluss von <i>Bacillus cereus</i> auf die Verdaulichkeit der Roh Nährstoffe	6
2.2.4 Einfluss von <i>Bacillus cereus</i> auf die Leistung von Wiederkäuern	7
2.3 HEFE (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>)	11
2.3.1 Wirkungsweise von Hefekulturen	13
2.3.2 Einfluss von Hefekulturen auf die Pansenfermentation	17
2.3.3 Einfluss von Hefekulturen auf die Verdaulichkeit der Roh Nährstoffe	21
2.3.4 Einfluss von Hefekulturen (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) auf die Leistung von Wiederkäuern	25
2.4 Ableitung der Problemstellung	28
3 Überblick über die durchgeführten Untersuchungen	29
3.1 Versuchsplanung	29
3.2 Statistische Auswertung	30
4 Einfluss von <i>Bacillus cereus</i> und <i>Saccharomyces cerevisiae</i> auf den <i>in sacco</i> Trockensubstanzabbau verschiedener Futtermittel im Pansen von Hammeln (Versuch 1)	31
4.1 Material und Methoden	31
4.1.1 Versuchsaufbau	31
4.1.2 Probenvorbereitung	32
4.1.3 Tiermaterial, Haltung und Fütterung	32
4.1.4 Beschreibung der <i>in sacco</i> Versuchsmethodik	33
4.2 Ergebnisse	35
4.3 Diskussion	36

5	Einfluss von <i>Bacillus cereus</i> und <i>Saccharomyces cerevisiae</i> auf pansenphysiologische Parameter bei Hammeln (Versuch 2)	39
5.1	Material und Methode	39
5.1.1	Versuchsaufbau	39
5.1.2	Beschreibung der Methode	39
5.1.3	Chemische Analysenmethoden	39
5.1.3.1	pH-Wert	39
5.1.3.2	Bestimmung von Ammoniak-Stickstoff im Pansensaft	39
5.1.3.3	Bestimmung der flüchtigen Fettsäuren im Pansensaft	40
5.2	Ergebnisse	40
5.3	Diskussion	43
6	Einfluss von <i>Bacillus cereus</i> und <i>Saccharomyces cerevisiae</i> auf die Verdaulichkeit von Roh Nährstoffen bei Hammeln (Versuch 3)	47
6.1	Material und Methode	47
6.1.1	Versuchsaufbau	47
6.1.2	Tiermaterial, Haltung und Fütterung	47
6.1.3	Beschreibung der Versuchsmethodik	48
6.1.4	WEENDER Roh Nährstoffanalyse	49
6.2	Ergebnisse	49
6.2.1	Versuchsverlauf und Futteraufnahme der Tiere	49
6.2.2	Scheinbare Verdaulichkeit	50
6.3	Diskussion	51
7	Prüfung einer <i>Bacillus cereus</i>-Zulage auf Mast- und ausgewählten Schlachtleistungen von Jungbullen (Versuch 4)	53
7.1	Material und Methode	53
7.1.1	Versuchsaufbau	53
7.1.2	Tiermaterial und Haltung	53
7.1.3	Fütterung der Versuchstiere	54
7.1.4	Prüfung der Schlachtleistung	56
7.2	Versuchsergebnisse	56
7.2.1	Futteraufnahme	56
7.2.2	Lebendmassezunahme	58
7.2.3	Futteraufwand	59
7.2.4	Schlachtparameter	60
7.3	Diskussion	61

8	Prüfung einer <i>Saccharomyces cerevisiae</i> –Zulage auf Mast- und ausgewählten Schlachtparameter von Jungbullen (Versuch 5)	63
8.1	Material und Methode	63
8.1.1	Versuchsaufbau	63
8.1.2	Tiermaterial und Haltung	63
8.1.3	Fütterung der Versuchtiere	64
8.1.4	Prüfung der Schlachtleistung	65
8.2	Versuchsergebnisse	65
8.2.1	Futteraufnahme	65
8.2.2	Lebendmassezunahme	66
8.2.3	Futteraufwand	67
8.2.4	Schlachtparameter	68
8.3	Diskussion	69
9	Schlußfolgerungen	71
10	Zusammenfassung	73
11	Literaturverzeichnis	76
12	Anhang	89
	Danksagung	93
	Lebenslauf	95

Abkürzungsverzeichnis

ADF	Acid detergent fibre
C ₂	Essigsäure
C ₃	Propionsäure
<i>Bac. cereus</i>	<i>Bacillus cereus</i>
DFM	Direct Fed Microbials
FAL	Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft
FAO	Food and Agricultural Organization
FFS	Flüchtige Fettsäuren
FID	Flammenionisations-Detektor
g	Gramm
h	Stunde
HCl	Salzsäure
HgCl ₂	Quecksilberchlorid
H ₂ O ₂	Wasserstoffsuperoxid
KBE	Koloniebildende Einheiten
K ₂ CO ₃	Kaliumcarbonat
kg	Kilogramm
LM	Lebendmasse
LMZ	Lebendmassezunahme
m	Meter
ME	Metabolizable energy (umsetzbare Energie)
mg	Milligramm
MJ	Megajoule
ml	Milliliter
mm	Millimeter
mmol/l	Millimol pro liter
n	Stichprobenumfang
NfE	N-freie Extraktstoffe
NH ₃ -N	Ammoniak-Stickstoff
OS	Organische Substanz
P	Irrtumswahrscheinlichkeit
ppm	Parts per million

<i>Sacc. cerevisiae</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
T	Trockensubstanz
U*min	Umdrehungen pro Minute
VQ	Verdaulichkeitsquotient
XA	Rohasche
XF	Rohfaser
XL	Rohfett
XP	Rohprotein
XX	N-freie Extraktstoffe
↑	Zunahme
≈	Kein Effekt
↓	Abnahme

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 2.1: Relative Veränderungen der Leistungsparameter nach Einsatz verschiedener Bakterienarten in der Rindermast	9
Tabelle 2.2: Relative Veränderungen der Leistungsparameter nach Einsatz verschiedener Bakterienarten in der Kälberaufzucht und Mast	10
Tabelle 2.3: Rohnährstoffgehalt und Trockensubstanz einer handelsüblichen Hefekultur (Yea- Sacc ¹⁰²⁶)	12
Tabelle 2.4: Angaben zum Vitamin-Gehalt einer handelsüblichen Hefekultur (Yea- Sacc ¹⁰²⁶)	12
Tabelle 2.5: Zusammenstellung von Literaturbefunden zum Einfluss von Hefekulturen auf ausgewählte Pansenparameter	20
Tabelle 2.6: Einige Ergebnisse von Hefekulturen zur Verdaulichkeit der Nährstoffe	22
Tabelle 2.7: Zusammenstellung von Literaturbefunden zum Einfluss von Hefekulturen auf den <i>in sacco</i> T-Abbau verschiedener Futtermittel	23
Tabelle 2.8: Zusammenstellung von Literaturbefunden zum Einfluss von Hefekulturen auf verschiedene Leistungsparameter bei Wiederkäuern	27
Tabelle 3.1: Übersicht über die mit Probiotika durchgeführten Versuche	29
Tabelle 4.1: Versuchsplan des <i>in sacco</i> Versuches mit Hammeln (n=3)	31
Tabelle 4.2: Rohnährstoffgehalt des im <i>in sacco</i> Versuch an Hammeln inkubierten Futters	32
Tabelle 4.3: Rohnährstoffgehalt des im <i>in sacco</i> Versuch verfütterten Heus	32
Tabelle 4.4: Versuchsdesign des <i>in sacco</i> –Versuches zur Prüfung des T-Abbaues (Versuch 1)	33
Tabelle 4.5: <i>In sacco</i> -Trockensubstanzabbau der Futtermittel nach 48-stündiger Inkubation im Pansen von Hammeln in Abhängigkeit von der Probiotikazulage	35
Tabelle 5.1: pH-Wert und Ammoniakgehalt im Pansensaft (3 Stunden nach der Morgenfütterung) von fistulierten Hammeln (n=3) in Abhängigkeit der Probiotikazulage	41
Tabelle 5.2: Gesamtfettsäurenkonzentration sowie molare Anteile der flüchtigen Fettsäuren im Pansensaft (drei Stunden nach der Morgenfütterung) von fistulierten Hammeln (n=3) in Abhängigkeit von der Probiotikazulage	42
Tabelle 6.1: Versuchsplan der Verdauungsversuche mit Hammeln (n = 4)	47

	Seite
Tabelle 6.2: Rohrnährstoffgehalt der Rationskomponenten	48
Tabelle 6.3: Mittlere tägliche T-, OS- und Rohrnährstoffaufnahme der Hammel (n=4) aus Kraftfutter (20 %) und Maissilage (80 %)	49
Tabelle 6.4: Scheinbare Rohrnährstoffverdaulichkeit (%) der Ration bei Hammeln (n=4) in Abhängigkeit der <i>Bacillus cereus</i> - und <i>Saccharomyces cerevisiae</i> -Zulage	50
Tabelle 7.1: Versuchsplan für Mastbullenversuch mit <i>Bacillus cereus</i> -Zulage	54
Tabelle 7.2: Mittlere Trockensubstanz-, Rohrnährstoff- und Energiegehalte der eingesetzten Futtermittel	55
Tabelle 7.3: Futterplan für das verabreichte Kraftfutter (KF) ohne bzw. mit <i>Bacillus cereus</i> –Zulage	55
Tabelle 7.4: Futter-, Protein- und Energieaufnahme je Tier und Tag ohne bzw. mit <i>Bacillus cereus</i> –Zulage über die gesamten Mastperiode	57
Tabelle 7.5: Futter-, Protein- und Energieaufnahme je Tier und Tag ohne bzw. mit <i>Bacillus cereus</i> –Zulage in der Vor- und Endmast	58
Tabelle 7.6: Lebendmassezunahmen je Tier und Tag ohne bzw. mit <i>Bacillus cereus</i> -Zulage	59
Tabelle 7.7: Futter- (kg T/kg LMZ) bzw. Energieaufwand (MJ ME/kg LMZ) ohne bzw. mit <i>Bacillus cereus</i> -Zulage	60
Tabelle 7.8: Schlachtkriterien in Abhängigkeit einer <i>Bacillus cereus</i> -Zulage	61
Tabelle 8 1: Versuchsplan für Mastbullenversuch mit <i>Saccharomyces cerevisiae</i> -Zulage	63
Tabelle 8.2: Mittlere Trockensubstanz-, Rohrnährstoff- und Energiegehalte der eingesetzten Futtermittel	64
Tabelle 8.3: Futterplan für das verabreichte Kraftfutter ohne bzw. mit <i>Saccharomyces cerevisiae</i> -Zulage	64
Tabelle 8.4: Futter-, Protein- und Energieaufnahme je Tier und Tag ohne bzw. mit <i>Saccharomyces cerevisiae</i> -Zulage über die gesamte Mastperiode	65
Tabelle 8.5: Trockensubstanz- und Energieaufnahme je Tier und Tag ohne bzw. mit <i>Saccharomyces cerevisiae</i> -Zulage in der Vor- und Endmast	66
Tabelle 8.6: Lebendmassezunahmen je Tier und Tag ohne bzw. mit <i>Saccharomyces cerevisiae</i> –Zulage	67

Tabelle 8.7: Futter- (kg T/kg LMZ) bzw. Energieaufwand (MJ ME/kg LMZ) ohne bzw. mit <i>Saccharomyces cerevisiae</i> -Zulage	68
Tabelle 8.8: Schlachtparameter in Abhängigkeit einer <i>Saccharomyces cerevisiae</i> -Zulage	69

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abb. 2.1 Schematische Darstellung einer Bacillusspore	4
Abb. 2.2 Schematische Darstellung der Wirkung von Probiotika	5
Abb. 2.3 Elektronenmikroskopische Aufnahme einer Hefezelle (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>)	11
Abb. 2.4 Mögliche Wirkungen von Hefekulturen in der Tierproduktion	13
Abb. 2.5 Anregung von Mikroorganismen im Pansen durch Hefekulturen	15
Abb. 2.6 Mögliche Stoffwechselrolle von Hefekulturen auf die Peptide im Pansen	16
Abb. 2.7 Wirkungsweise von Hefekulturen im Pansen	17

Anhangsverzeichnis

	Seite
Anhang 1 Entwicklung der Rindfleischproduktion im Durchschnitt der Jahre 1980 bis 1989 bzw. 1990 bis 1997 für Industrie- und Entwicklungsländer	89
Anhang 2 Beschreibung der eingesetzten Probiotika	90
Anhang 3 Gerätebedingungen und Reagenzien zur Ammoniak- bzw. Fettsäurenmusterbestimmung im Pansensaft	91
Anhang 4 Zusammensetzung der Vitamin-Mineralmischung für Schafe	92
Anhang 5 Zusammensetzung der Kraftfuttermischungen	92

1 EINLEITUNG

Die Rindfleischerzeugung hat in der Weltproduktion eine wachsende Bedeutung, insbesondere in den Entwicklungsländern. Hierbei nimmt die Bullenmast die wichtigste Position ein. Die Rindfleischproduktion in den Entwicklungsländern stieg in den letzten 20 Jahren um ca. 30% (FAO statistics; <http://www.fao.org> 1999; siehe Anhang 1).

Eine Methode zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit in der Fleischproduktion von Wiederkäuern ist u.a. die Erhöhung des Futterwertes von zellwandreichen Futtermitteln, wie Leguminosen, Getreidestroh, Heu und Silage. Zur Verwirklichung dieses Ziels können verschiedene Fütterungssysteme und Futterherstellungsprozesse beitragen. In einigen Fällen wird durch Futterzusatzstoffe die Futterverwertung und somit das Leistungsniveau der landwirtschaftlichen Nutztiere verbessert.

Futterzusatzstoffe sind Substanzen, die die Leistungsfähigkeit landwirtschaftlicher Nutztiere erhöhen (SCHNEIDER, 1990), deshalb hat ihr Einsatz in der Tierernährung immer mehr an Bedeutung gewonnen. Zunächst verstärkt in der Geflügel- und Schweinemast verwandt, wird jedoch auch jetzt intensiv getestet, in wieweit Futterzusatzstoffe einen wirtschaftlichen Vorteil in der Bullenmast bringen.

Probiotika stellen eine attraktive Alternative zur Verwendung antibiotischer Zusatzstoffe dar. Sie enthalten in der Tierernährung vorwiegend lebende Mikroorganismen, die in die Darmflora eingreifen und die Besiedlung des Verdauungskanals beeinflussen. Sie werden als unbedenklich für Verbraucher, Landwirt und Tier eingestuft (NEWBOLD, 1996). Bei zunehmend kritischer Einschätzung der Verbraucher gegenüber Antibiotika und dem Verbot einiger antibiotischer Leistungsförderer, gewinnt der Einsatz von Probiotika in der Tierernährung zunehmend an Bedeutung (WAGNER und LANDFRIED, 1999). Zum Probiotikaeinsatz in der Rindermast liegen unterschiedliche Ergebnisse vor, auf die in der Literaturübersicht näher eingegangen wird. Um einen Beitrag zur Einschätzung der Wirkung eines Bakteriums (*Bacillus cereus*) und einer Hefe (*Saccharomyces cerevisiae*) bei Hammeln und Rindern zu leisten, wurden mehrere Versuche durchgeführt.

2 LITERATURÜBERSICHT UND ABLEITUNG DER PROBLEMSTELLUNG

2.1 Probiotika

Der Begriff “Probiotikum” wurde erstmals von LILLEY und STILLWELL im Jahre 1965 verwendet. Sie verstanden darunter von Mikroorganismen gebildete Substanzen, die andere Mikroorganismen beeinflussen können. PARKER (1974) gebrauchte den Begriff erstmals im Zusammenhang mit Futterzusatzstoffen. Seine Definition lautete: “Probiotika sind Organismen und Stoffe, die zur Aufrechterhaltung des intestinalen mikrobiellen Gleichgewichtes beitragen”. Diese Definition wurde bei FULLER (1989) auf lebende Mikroorganismen erweitert, die als Futterzusatzstoffe das Wirtstier durch Verbesserung des intestinalen mikrobiellen Gleichgewichtes günstig beeinflussen. Gegenwärtig wird der Begriff dahingehend verfeinert, dass Probiotika lebende Mikroorganismen sind, die nach Einnahme in bestimmten Mengen einige Vorteile für die Wirtsgesundheit sowie bei der Ernährung mit sich bringen (GUARNER und SCHAAFSMA, 1998). Gebräuchliche Synonyme sind die Begriffe: Bioregulatoren, Darmflorastabilisatoren oder “direct fed microbials” (DFM, nordamerikanisches Schrifttum).

Auch in der Humanernährung und Medizin eingesetzte Mikroorganismen werden meist als Probiotika bezeichnet, wobei darunter jedoch nicht nur -wie in der Tierernährung- lebende, sondern auch abgetötete Mikroorganismen verstanden werden.

Historisch betrachtet leisten Mikroorganismen schon seit Jahrtausenden dem Menschen in der Landwirtschaft und Ernährung gute Dienste. Die bekanntesten Beispiele dafür sind die Herstellung von Silage, Sauerkraut und Sauermilchprodukten, wie Joghurt, Quark und auch Kefir. Die systematische Erforschung der Probiotika beim Menschen begann bereits Anfang des Zwanzigsten Jahrhunderts. ELI METCHNIKOFF, ein russischer Biologe, der um 1900 am Pasteur-Institut in Paris arbeitete, studierte das Geheimnis der hohen Lebenserwartung der Kosaken in Bulgarien. Er führte das überdurchschnittlich hohe Alter der Kosaken auf folgende Ursache zurück: Allen gemein war ein hoher Konsum von fermentierten Milchprodukten. Den für die Fermentation maßgeblichen Mikroorganismus nannte er *Bacillus bulgaricus*, später *Lactobacillus bulgaricus*. Bereits in den zwanziger Jahren wurden diese Mikroorganismen beim Menschen eingesetzt, um Durchfälle und andere Darmkrankheiten zu bekämpfen. In den darauffolgenden Jahrzehnten wurde es relativ still um die Probiotika. Erst

in den sechziger- und siebziger Jahren des letzten Jahrhunderts hat sich die Human- und Tierernährung wieder auf die Probiotika besonnen.

Zu der Stoffgruppe der Probiotika zählen Bakterien (z.B. Milchsäurebakterien wie *Lactobacillus acidophilus* oder *Enterococcus faecium*, Bodenbakterien wie *Bacillus cereus*) und ganz bestimmte Pilze (z. B. *Aspergillus oryzae*), von denen die Hefen besondere Bedeutung erlangt haben (z. B. verschiedene Stämme der Hefe *Saccharomyces cerevisiae*) (FLACHOWSKY und DAENICKE, 1996).

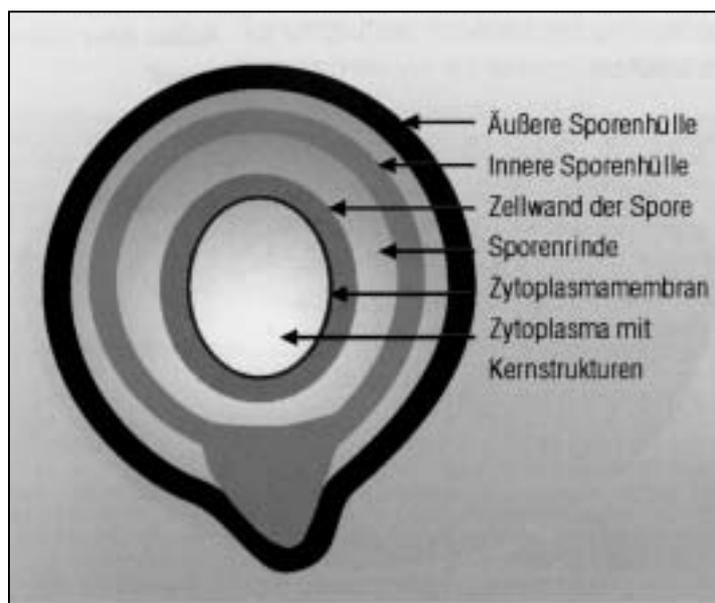
Die Probiotika haben bei Wiederkäuern die Leistungsparameter verbessert (PHILLIPS und VON TUNGELN, 1985). Die Wirksamkeit dieser Zusätze ist assoziiert mit ihren Fähigkeiten Pansenfunktionen, wie die Produktion flüchtiger Fettsäuren, die pH-Wert-Stabilisierung und die Reduktion der Milchsäureproduktion zu ändern (LODGE et al., 1996).

2.2 *Bacillus cereus*

B. cereus ist ein grampositiver Mikroorganismus und ein Endosporen bildendes Bakterium, die natürlicherweise im Boden vorkommen. *B. cereus* wurde zunächst aufgrund seiner pathogenen Eigenschaften bekannt und wird u.a. für das Diarrhoe- und das emetische Syndrom des Menschen verantwortlich gemacht. Auch bei Ophthalmiden, Meningitiden, Myonekrosen und Pneumonien wurde *B. cereus* nachgewiesen. Erkrankungen, die dem *B. cereus* zugeschrieben werden, sind Mastitiden, Aborte und Totgeburten bei Rind und Schaf. Es wird auch von probiotisch wirksamen *B. cereus*-Stämmen berichtet. So wurden apathogene Stämme beschrieben, die in Fütterungsversuchen bei Schweinen, Mastbullen, Schafen, Geflügel, Kaninchen, Nerzen und Fischen deutliche Verbesserungen in der Mastleistung brachten (GESSLER et al., 1995).

B. cereus ist als Probiotikum vor allem deshalb von Bedeutung, weil er zwei Eigenschaften in sich vereint: Die gute probiotische Wirksamkeit und die vergleichsweise große Tenazität der Sporen gegenüber Umwelteinflüssen. Diese Widerstandsfähigkeit gegenüber äußeren Einwirkungen wird insbesondere bei der Futtermittelproduktion geschätzt (SEIFERT und GESSLER, 1997) (Abb. 2.1).

Abb. 2.1. Schematische Darstellung einer Bacillusspore (BUSCH et al., 1999).



2.2.1 Wirkungsweise von *Bacillus cereus*

Über die Wirkungsweise sind im wesentlichen zwei zentrale Thesen abgeleitet worden: Das “antibiotische Prinzip” und die “competitive exclusion” (GEDEK, 1986; SISSONS, 1989). Das “antibiotische Prinzip” geht davon aus, dass die probiotisch wirksamen Bakterien Metaboliten synthetisieren, die eine starke Vermehrung der unerwünschten Bakterienarten verhindern. Damit erhalten die erwünschten (physiologischen) Keime die Möglichkeit, sich zu stabilisieren. Ob es sich dabei um Antibiotika oder um andere Substanzklassen, wie z. B. kurzkettige Fettsäuren, handelt, für die potentielle Krankheitserreger empfindlicher als apathogene Keime sind, ist unklar. Der Begriff der “competitive exclusion” bezeichnet die Keimkonkurrenz an der intestinalen Schleimhaut. Wird diese von der physiologischen Darmflora oder den probiotisch wirksamen Mikroorganismen besiedelt, haben z. B. enteropathogene *E. coli*-Stämme keine Möglichkeit, sich mit den Fimbrien am Darmepithel anzuheften. Die chemische Grundstruktur dieses Biofilms ist ein Gerüst aus Polypeptiden mit Oligosaccharid-Seitenketten. In dieser Struktur können sich auch die oral zugeführten probiotischen Bakterien befinden und kompetitiv die Anheftung anderer Keime an die Enterozyten verhindern. Probiotika-Keime setzen sich im Verdauungstrakt nicht langfristig fest. Um eine anhaltende Wirkung zu erzielen, müssen sie täglich zugeführt werden (Abb. 2.2).

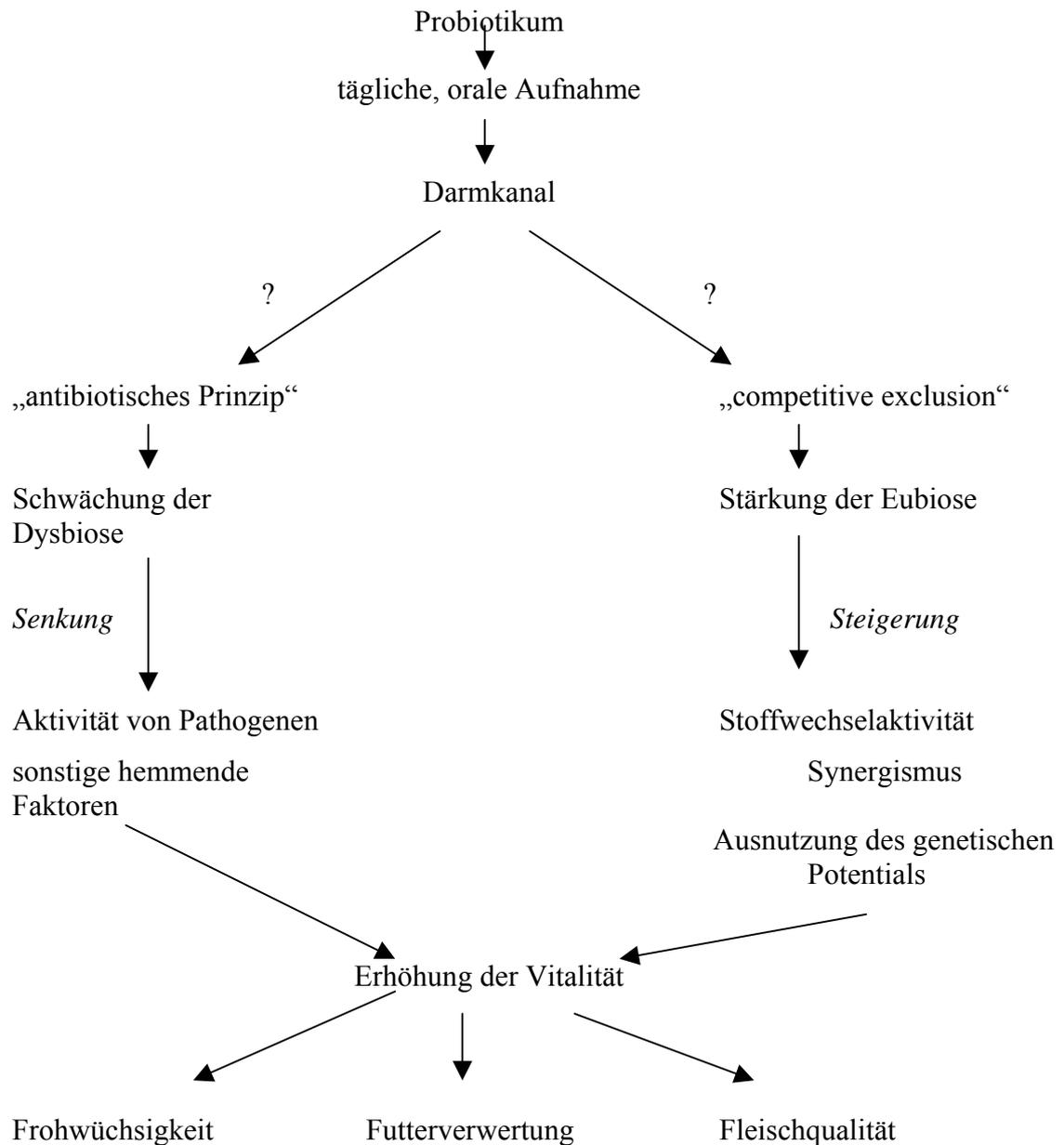


Abb. 2.2: Schematische Darstellung der Wirkung von Probiotika (GESSLER et al., 1995).

Der genaue Wirkungsmechanismus ist immer noch unklar. In der Literatur werden dem *Bacillus cereus* folgende Effekte zugeschrieben:

Hemmung der Vermehrung pathogener Bakterien durch die Produktion organischer Säuren (Senkung des pH-Wertes),

- Produktion von H₂O₂,
- Stimulierung des immunologischen System,
- Reduktion der Bildung toxischer Metaboliten des bakteriellen Proteinabbaus wie Ammoniak, Amine, Indole, Skatole und anderer sowie dadurch bedingt bessere Proteinausnutzung.

2.2.2 Einfluss von *Bacillus cereus* auf die Pansenfermentation

In der Literatur sind wenig Daten vorhanden, die die Wirkung von *B. cereus* auf Produkte der Pansenfermentation beschreiben. Die meisten Versuche befassten sich mit der Wirkung dieses Probiotikums auf den Darm (ELLINGER et al., 1978; GEDEK, 1986; JENNY et al., 1991; ROTH, et al., 1992).

BOLDT konnte keinen Effekt des Stammes Toyoi aus der Familie *B. cereus* auf die Parameter der Pansenfermentation bei Mastbullen feststellen. KOZAZA (1989) fand dagegen einen positiven Effekt im Pansen von Tieren die mit *B. cereus* gefüttert wurden, ohne über die Parameter im Detail zu berichten.

Daher besteht eines der Ziele diese Arbeit darin, die Wirkung eines *B. cereus*-Probiotikums auf die Parameter der Pansenfermentation zu untersuchen.

2.2.3 Einfluss von *Bacillus cereus* auf die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe

Ein anderer wichtiger Punkt ist die Auswirkung von *B. cereus* auf die Verdaulichkeit der Futtermittel. Die meisten Autoren vermuten, dass *B. cereus* ein günstiges Mileu für die Entwicklung der Darmflora erreicht, bei der die Verdaulichkeit von Futtermitteln verbessert wird und demzufolge die Leistung steigen kann. Im Verdauungstrakt erfolgt keine wesentliche Vermehrung, da die Bacillus-Arten als transienter Bestandteil der Flora den Verdauungskanal mit dem Nahrungsbrei durchwandern (AHRENS, 1990). Bei der Auskeimung wird die sporenspezifische Dipicolinsäure ausgeschieden (SCHLEGEL, 1992), welche eine stabilisierende Wirkung auf den pH-Wert des Darms hat (GEDEK, 1992). Durch die Absonderung von Enzymen, wie z. B. Proteasen, Lipasen und Amylasen, steigern auskeimende Bacillus-Sporen die Verdaulichkeit des Futters. Davon profitiert nicht nur der Wirt, sondern auch die im Verdauungstrakt ansässige Mikroflora (GEDEK, 1991,1992). Es erfolgt eine Verschiebung der Keime zugunsten der erwünschten Hauptflora, insbesondere der Milchsäurebakterien. AHRENS et al. (1992) weisen auf eine Reduktion des Ammoniakgehaltes im Verdauungskanal und des Blutharnstoffgehaltes hin, die von GEDEK (1992) auf eine verstärkte Umwandlung in Bakterienprotein zurückgeführt wird.

In der Literatur gibt es keine Ergebnisse von *B. cereus* auf die Futterverdaulichkeit. Deshalb sollte in der vorliegenden Arbeit der Einfluss von *B. cereus* auf die Verdaulichkeit der Roh Nährstoffe untersucht werden.

2.2.4 Einfluss von *Bacillus cereus* auf die Leistung von Wiederkäuern

LETTNER (1987) konnte mit dem Probiotikum Toyocerin, das Sporen des *Bacillus cereus*-Stammes Toyoi enthält, bei Mastkälbern die täglichen Zunahmen um 8,6 % steigern. Die Futterverwertung war um 7,4% verbessert. ROTH und KIRCHGESSNER (1988) erzielten mit *B. cereus*-toyoi in der Kälbermast signifikant höhere Tageszunahmen (7,1 %) und eine um 6,4% bessere Futterverwertung bei einer Dosierung von 100 mg/kg Kraftfutter, wobei ein gleichzeitig getesteter herkömmlicher Leistungsförderer mit antibakterieller Wirksamkeit keine weitere Leistungssteigerung erbrachte. Bei diesen Untersuchungen wurde die prozentuale Ausschachtung signifikant im Mittel um 2% erhöht und die Schlachtkörperqualität wurde als gut eingestuft. Ursache dürften vor allem die höheren Mastendgewichte der mit den Zusätzen behandelten Tiere gewesen sein. Es konnte eine Leistungsverbesserungen nicht erzielt werden, wenn die Dosierung bei 25 bzw. 50 mg/kg Futter lag.

Die Arbeitsgruppen um GEDEK und ROTH untersuchten die probiotische Wirksamkeit des *B. cereus*-Stammes FH 1457 S an Kälbern (GEDEK et al., 1992, 1993; ROTH et al., 1992). Die Bakterien wurden als Sporen in den Konzentrationen 10^7 , 10^8 bzw. 10^9 /kg Milchaustauscher an Fleckviehkälber in 2 Mastperioden verfüttert. Die täglichen Zunahmen der Tiere konnten dadurch um 7,6%, 8,1% bzw. 6,1% signifikant gesteigert werden. Auch die Schlachtkörper der Versuchgruppen wiesen im Vergleich zur Kontrolle eine gering bessere Beschaffenheit auf. Die Reduzierung der Durchfallhäufigkeit, die von Probiotika erwartet wird, variierte stark zwischen den Gruppen. Die Häufigkeit lag in der Kontrollgruppe bei 11,9%. In den Versuchsgruppen stieg die Durchfallinzidenz mit der Sporenkonzentration im Futtermittel an. Sie betrug 8,3%, 11,1% bzw. 13,7% und lag somit in der Gruppe mit 10^9 Sporen 15% über der Kontrolle. KLEIN (1995) berichtete über zwei Fütterungsversuche mit Mastkälbern, in denen bei einer *B. cereus*-Zulage die täglichen Zunahmen um 3,9% bzw. 5,6% und die Futterverwertung um 2,2% bzw. 4,8% verbessert wurden. In einem Mastbullerversuch führte die *B. cereus*-Supplementierung im Ergänzungsfutter zu höheren Lebendmassezunahmen

(4,5%) und einer besseren Futtermittelverwertung (3,9%). WAGNER und LANDFRIED (1999) konnten durch den Einsatz von Toyocerin die Tageszunahmen von Jungmastbullen um 6,5% im Vergleich zu den Tieren der unsupplementierten Kontrollgruppe steigern. DAENICKE und FLACHOWSKY (1997) erzielten keine Vorteile beim Einsatz von Milchsäurebakterien des Stammes *Enterococcus faecium cernelle 68* in der Kälberaufzucht. Auch JENNY et al. (1991) fanden keinen signifikanten Effekt von *B. subtilis* bei der Kälbermast im Vergleich zur Kontrollgruppe. Die Ergebnisse der Leistungsparameter nach Einsatz von probiotischen Leistungsförderern in der Rindermast bzw. Kälberfütterung sind in den Tabellen 2.1 und 2.2 dargestellt.

Tabelle 2.1: Relative Veränderungen der Leistungsparameter nach Einsatz verschiedener Bakterien-Arten in der Rindermast

Probiotika	Dosis ¹⁾ (KBE) ²⁾	Tageszunahme (g/Tag)			Futteraufnahme (kg/Tag)			Autor
		Kontrollgruppe	Versuchsgruppe	Relativ (%)	Kontrollgruppe	Versuchsgruppe	Relativ (%)	
B. cereus-toyoi	k.A.	1019	1044	+2,5	7,32	7,26	-0,81	BOLDT, 1993
B. cereus-toyoi	1,2x10 ⁹ /Tag	1254	1318	+5,1	7,15	7,20	+0,7	DAENICKE u. LEBZIEN, 1994
B. cereus	1x10 ⁹ /kg	978	1022	+4,5	k.A. ³⁾	k.A.	k.A.	KLEIN, 1995
Streptococcus faecium SF68	26-36x10 ⁸ /Tag	1350	1433	+6,1	7,33	7,24	-1,22	DAENICKE et al., 1995
B. cereus-toyoi	1,2x10 ⁹ /Tag	1395	1485	+6,5	7,6	7,9	+3,9	WAGNER u. LANDFRIED, 1999

Signifikante Unterschiede im Vergleich zur Kontrollgruppe wurden nicht festgestellt (P>0,05).

1) im Kraftfutter bzw. Grünfutter

2) koloniebildende Einheiten

3) keine Angabe

Tabelle 2.2: Relative Veränderungen der Leistungsparameter nach Einsatz verschiedenen Bakterien-Arten in der Kälberaufzucht und Mast

Probiotika	Dosis ¹⁾ (KBE) ²⁾	Tageszunahme (g/Tag)			Futteraufnahme (kg/Tag)			Autor
		Kontrollgruppe	Versuchsgruppe	Relativ (%)	Kontrollgruppe	Versuchsgruppe	Relativ (%)	
Streptococcus faecium M74	5x10 ⁵ /g	1156	1229*	+6,3	1,96	1,96	-0,3	BURGSTALLER et al., 1983
Streptococcus faecium SF68	8,9x10 ⁵ /g	1340	1415	+5,6	2,00	2,05	+0,5	BURGSTALLER, et al., 1984
B. cereus-toyoi	1x10 ⁶ /g	958	1040	+8,6	1,71	1,58	-7,6	LETTNER, 1987
B. cereus-toyoi	2,5x10 ⁵ /g	1210	1206	-0,03	1,27	1,27	-0,3	ROTH u. KIRCHGESSNER, 1988
	5,0x10 ⁵ /g	1210	1203	-0,06	1,27	1,31	+2,6	
	10x10 ⁵ /g	1210	1257	+3,9	1,27	1,19	-6,8	
B. subtilis	1,24x10 ¹⁰ /g	430	490	+14,9	1,00	1,05	+5,0	JENNY et al., 1991
B. cereus	1x10 ⁴ /g	1191	1282*	+7,6	1,43	1,26*	-12,0	ROTH et al., 1992
	1x10 ⁵ /g	1191	1288*	+8,1	1,43	1,25*	-9,6	
	1x10 ⁶ /g	1191	1264	+6,1	1,43	1,30	-9,1	
B. cereus	1x10 ⁶ /g	1010	1057	+4,7	1,85	1,87	+0,8	KLEIN, 1995
B. cereus	1x10 ⁶ /g ³⁾ 0,5x10 ⁶ /g ⁴⁾	785	781	-0,5	2,12	2,14	+0,9	DAENICKE et al., 1998
Streptococcus faecium SF68	1x10 ⁶ /g ³⁾	767	717	-6,52	2,35	2,21	-6,0	DAENICKE u. FLACHOWSKY, 1997
	0,9x10 ⁶ /g ⁴⁾	881	870	-1,3	2,82	2,81	--	

*: signifikante Unterschiede im Vergleich mit der Kontrollgruppe (P<0,05).

1) im Kraftfutter bzw. Milchaustauscher

2) koloniebildende Einheiten

3) im Milchaustauscher

4) im Kraftfutter

2.3 HEFE (*Saccharomyces cerevisiae*)

Hefen sind Pilze, die Kohlenstoffquellen heterotroph verstoffwechseln. Sie benötigen organische Kohlenstoffverbindungen für ihren Metabolismus, wie z.B. Glucose, Galaktose, Mannose, Fructose, Glycerol, Saccharose, Raffinose, Succinatsäure. Von den 50.000 bekannten Pilzarten sind 500 als Hefen klassifiziert. Die bekanntesten sind *Saccharomyces cerevisiae* Stämme (Abb. 2.3).

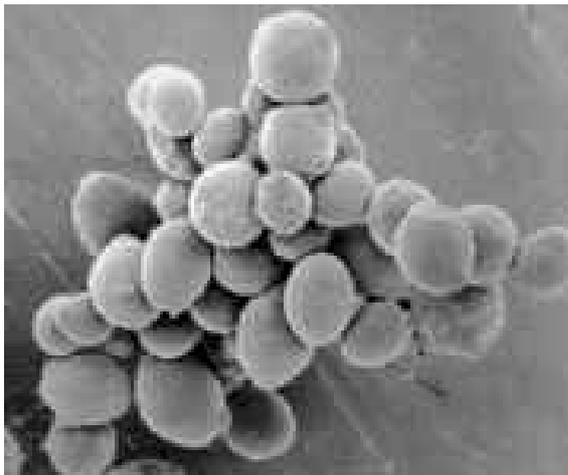


Abbildung 2.3: Elektronenmikroskopische Aufnahme einer Hefezelle (*Saccharomyces cerevisiae*, 8000 X; STONE, 1998).

Die Stämme der Hefe *Saccharomyces cerevisiae* werden vom Menschen für die Herstellung von Lebensmitteln, z. B. als Backhefe oder zur Produktion alkoholischer Getränke, eingesetzt (BERRY et al., 1987). Aus der Vielzahl der in der Natur vorkommenden Stämme von *S. cerevisiae* wurden verschiedene auf ihre Wirksamkeit im Verdauungstrakt untersucht und in Reinkultur weiter vermehrt. Hieraus wurden dann Produkte entwickelt, die sich aus lebensfähigen Hefezellen eines Reinkultur-Zuchtstammes und seines getrockneten Nährsubstrates zusammensetzen.

Durch ihre Stoffwechselaktivität unterscheiden sich die spezifischen Probiotika-Hefen von gewöhnlichen Brauereihefen, die als Einzelfuttermittel wegen ihres Nährstoffgehaltes in abgetöteter Form verfüttert werden (s. Tabelle 2.3).

Tabelle 2.3: Rohrnährstoffgehalt und Trockensubstanz einer handelsüblichen Hefekultur (Yea-Sacc¹⁰²⁶).

T %	89,2
Rohnährstoff	in % der Trockensubstanz ¹⁾
XA	9,4
XP	33,7
XL	6,7
XX	34,7
ADF	15,5

1) nach Alltech, Inc.

Hefekulturen sind traditionsgemäß als eine Quelle der Wachstumsfaktoren für Pansenmikroben in der Wiederkäuerernährung eingesetzt worden. Die Verwendung von *Saccharomyces cerevisiae* als Wachstumsförderer in der Wiederkäuerernährung hat eine lange Geschichte. In einer Veröffentlichung aus dem Jahre 1925 berichten ECKLES und WILLIAMS über den Einsatz der Hefe als Futterzusatz für Milchkühe. Die Brauereihefe wurde als Proteinquelle in Futtermitteln beim Wiederkäuer eingesetzt (STECKLEY et al., 1979; JOHNSON und REMILLARD, 1983; CARTER und PHILLIPS, 1994). Hefe ist als eine reiche Quelle von Vitaminen, Enzymen, Nährstoffen und anderen wichtigen Co-Faktoren bekannt (MARTIN und NISBET, 1992; NEWBOLD, 1995)(s. Tabelle 2.4).

Tabelle 2.4: Angaben zum Vitamin-Gehalt der handelsüblicher Hefekulturen (Yea- Sacc¹⁰²⁶).

Vitamin	Gehalt (ppm in Trockensubstanz) ¹⁾
Carotin	2,2
Vitamin D ₂	5,0
Vitamin E	30,0
Vitamin K	k.A. ²⁾
Biotin	1,0
Cholin	2645,5
Folsäure	6,0
Niacin	143,3
Pantothensäure	32,0
Thiamin	3,3
Pyridoxin	9,9
Vitamin B ₁₂	0,9

1) nach Alltech, Inc.

2) keine Angabe

Kommerziell verfügbar sind Hefeextrakte als Puder oder Pasten. In der Nahrungsmittelindustrie finden sie als Würzmittel und als Ausgangsstoffe für komplexe Nährstoffe Verwendung (REED und NAGODAWITHANA, 1991).

2.3.1 Wirkungsweise von Hefekulturen

Das Verständnis, dass Hefekulturzubereitungen den Wuchs und die Aktivitäten von Pansenmikroorganismen stimulieren können, hat viele Forscher dazu geführt, einige biochemische und physiologische Mechanismen zu untersuchen, die vielleicht die Stimulationsaktivitäten von Hefekulturergänzungen und einigen Hefen im Pansen erklären können. Überdies wird überlegt, ob die reproduzierbare Wirkung von Hefekulturen das Wachstum und die Anzahl von cellulose- und milchsäureverwertenden Bakterien stimuliert und Pansenanaerobier vor der schädlichen Wirkung des Sauerstoff schützt (MARTIN und NISBET, 1992; WALLACE und NEWBOLD, 1993; YOON und STERN, 1996). Hefen sind bekannt für ihre sauerstoffzehrende Wirkung in der Gärung und können deshalb das anaerobe Milieu im Pansen für die streng anaeroben Populationen verbessern (INGLEDEW, 1999; Abb. 2.4).

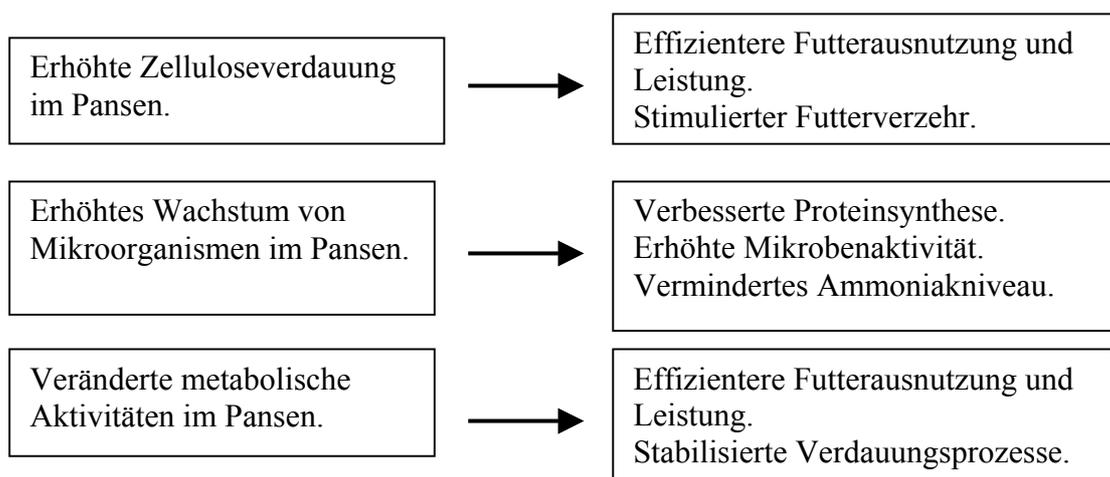


Abbildung 2.4: Mögliche Wirkungen von Hefekulturen in der Tierernährung (DAWSON, 1990; GEDEK, 1991).

Ein anderes Argument ist, dass Hefekulturen durch Beibehalten eines stabilen pH-Wertes die Umsetzungen im Pansen stabilisieren. Die cellulolytischen Pansenbakterien, die auf einen niedrigen pH-Wert extrem empfindlich reagieren, sollen gegenüber dem nachteiligen Einfluss von pH-Wert-Schwankungen weniger anfällig werden (KMET et al., 1993). Ihre präzise Form der Wirkung wird gegenwärtig nicht vollständig verstanden. Effekte werden bei der Fermentationsregulierung durch das Begrenzen der pH-Wert-Abnahme nach den Mahlzeiten und die Verringerung der Milchsäureproduktion im Pansen erwartet, wobei beide Bedingungen vorteilhaft für die Entwicklung der cellulolytischen Bakterien sind (JOUANY, 1994).

Hefekulturen wirkten nicht, wie vermutet wurde, als Puffer (RYAN, 1990). Die Wirkung auf den Pansen-pH-Wert scheint durch eine geringere Milchsäureproduktion nach der Fütterung verursacht zu werden. Da die Milchsäure eine stärkere Säure als die FFS ist, bewirkt sie eine tendenzielle pH-Wertsenkung in Pansen (WALLACE u. NEWBOLD, 1990).

Auf der anderen Seite sind Hefekulturenergänzungen auch mit verminderten Ammoniakkonzentrationen im Pansen assoziiert worden. Die Beseitigung der giftigen Effekte von Ammoniak könnte die Tierleistung erheblich beeinflussen. Reduzierte Ammoniak-Niveaus im Pansen scheinen das Ergebnis von erhöhter mikrobieller Proteinsynthese zu sein (EL HASSAN et al., 1992; ERASMUS et al., 1992).

NISBET und MARTIN (1991) waren die ersten, die vorschlugen, dass einige der stimulierenden Aktivitäten der Hefezubereitungen mit der Anwesenheit von Dicarbonsäuren in den wässrigen Extrakten von Hefekulturen zusammenhängen können. Dieser vorgeschlagene Mechanismus basiert auf der Beobachtung, dass Apfelsäure das Wachstum und die Aktivitäten von einer der milchsäureverwendenden Bakterienart -*Selenomona ruminatus*- im Pansen stimulieren kann. Ähnlich beobachtete ROSSI et al. (1995), dass Extrakte von den Hefekulturbereitungen das Wachstum des Bakterienstammes *Megasphaera elsdeni*, der Milchsäure im Pansen verwerten kann, erhöhen konnten. Hefekulturen haben auch Stoffwechselstimulierung von Wasserstoff bei acetogenischen Pansenbakterien gezeigt (CHAUCHEYRAS et al., 1995; Abb. 2.5).

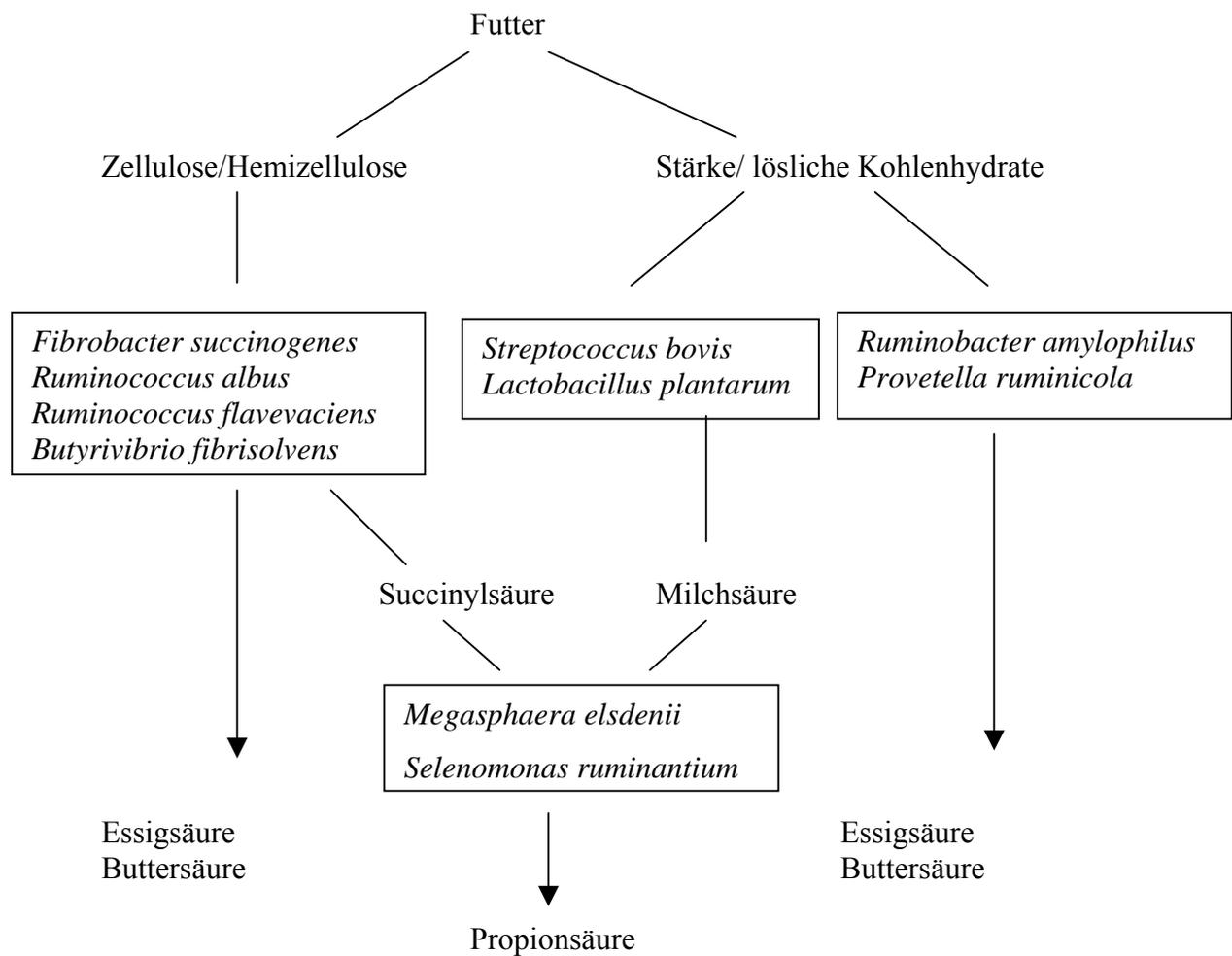


Abbildung 2.5: Anregung von Mikroorganismen im Pansen durch Hefekulturen (GIRARD, 1996).

GIRARD und DAWSON (1994) haben eine Anzahl von kleinen stimulierenden Peptiden in *Saccharomyces cerevisiae* identifiziert, welche das Wachstum von *Ruminococcus albus* stimulieren können und von bestimmten Hefestämmen abstammen scheinen. Obwohl es nicht möglich ist, diesen Peptiden eine bestimmte Stoffwechselrolle zuzuordnen, glauben die Autoren, dass die Peptide als sogenannte metabolische „Trigger“ oder Induktoren beim Auslösen des Übergangs von einer stationären Phase zum exponentiellen Wachstum dienen. Jedoch hängt die Art der Anregung vermutlich von der Art der Ernährung und den physiologischen Bedingungen im Pansen ab. (Abb. 2.6).

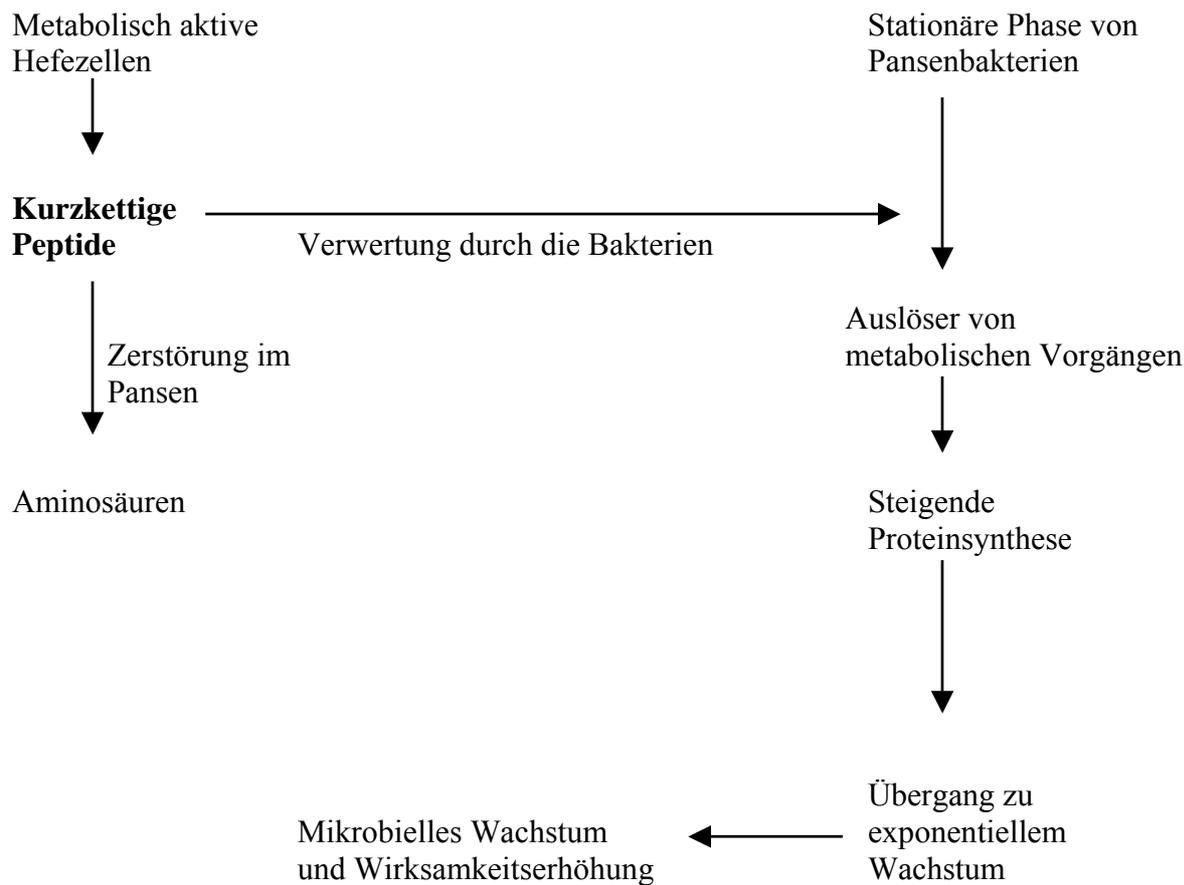


Abbildung 2.6: Mögliche Wirkung der Hefekulturen auf die Peptide im Pansen (DAWSON und GIRARD, 1997).

Die Wechselwirkung zwischen metabolisch aktiven Hefezellen und der Mikrobenbesiedlung im Pansen ist kompliziert, sie scheint jedoch eine Schlüsselrolle für die Effekte der Hefekulturen beim Wiederkäuer zu spielen (DAWSON und GIRARD, 1997).

Die eigentliche Wirkungsweise der Hefe-Kulturen im Pansen ist nicht vollkommen geklärt. Verschiedene Forschergruppen berichteten, dass Hefe-Kulturen verschiedene Wirkungen im Pansen verursachen können, wie z.B. pH-Wert-Erhöhung, geänderte FFS-Konzentrationen, abnehmende Methan-Produktion, zunehmende Anzahl cellulolytischer Bakterien und eine größere Geschwindigkeit der Faserverdauung im Pansen (DAWSON und NEWMAN, 1987; HARRISON et al., 1988; WIEDMEIER et al., 1987; WILLIAMS et al., 1991; Abb. 2.7).

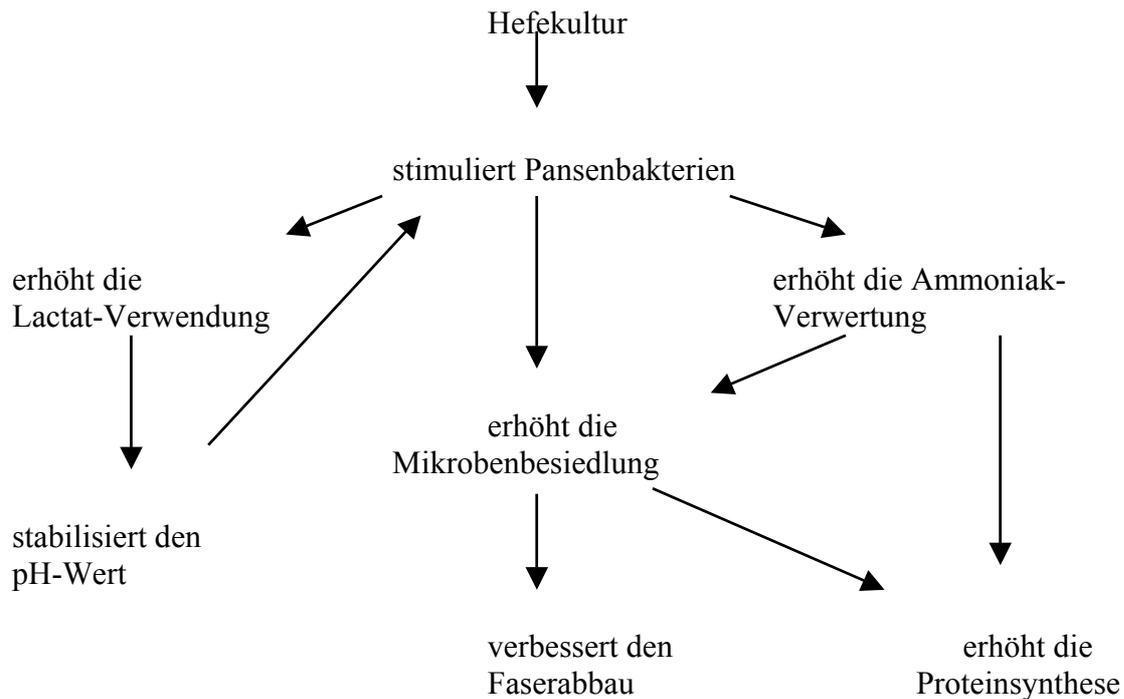


Abbildung 2.7: Wirkungsweise von Hefekulturen im Pansen (DAWSON, 1992).

Die Forschungen werden auf diesem Gebiet fortgesetzt, um bestimmte Mechanismen, mit denen Hefekulturen die Pansenfunktionen beeinflussen und um die Bedingungen, unter welchen Hefeergänzungen Vorteile bringen können, vorauszusagen.

2.3.2 Einfluss von Hefekulturen auf die Pansenfermentation

Saccharomyces cerevisiae hat gezeigt, dass das Wachstum und die Aktivitäten von bestimmten Pansenbakterien *in-vivo* und *in-vitro* stimuliert werden. Diese stimulierenden Aktivitäten können für den gesamten Effekt der Hefekulturergänzungen bei Wiederkäuern bedeutsam sein (DAWSON et al., 1990). Die vorteilhaften Wirkungen von Hefekulturen sind assoziiert mit den Fähigkeiten, Pansenfunktionen und Konzentrationen von anaeroben und cellulolytischen Bakterien im Pansen zu ändern (CALLAWAY und MARTIN, 1997). Die Wirkungen von Hefekulturen *in-vivo* auf die Konzentrationen der anaeroben und cellulolytischen Bakterien schwankten von keiner Zunahme (NEWBOLD et al., 1995) bis zur achtfachen Zunahme (DAWSON et al., 1990; EL HASSAN et al., 1992). Ähnliche Ergebnisse wurden ermittelt bei Hefekulturergänzungen in RUSITEC-Kulturen (NEWMAN und DAWSON 1987; NEWMAN et al., 1991; DAWSON et al., 1990).

Eine der häufigsten Beobachtungen, verbunden mit der Verwendung von Hefekulturen in Wiederkäuern und RUSITEC-Fermentern, ist die Verminderung von Ammoniakkonzentrationen gewesen (HARRISON et al., 1988; NEWBOLD et al., 1990; WILLIAMS und NEWBOLD, 1990; EDWARDS, 1991). In Tierversuchen ist über Ammoniakkonzentrationsabnahmen um 20% bis 52 % berichtet worden, während in den RUSITEC-Kulturen von einer Abnahme um 7 % bis 12 % berichtet worden ist. EL HASSAN et al. (1992, 1996) fanden heraus, dass die Ammoniakkonzentrationen im Pansen von Kälbern bei Hefeergänzung bis 52 % vermindert waren und sie vermuteten, dass die Ammoniakverwendung für die bakterielle Proteinsynthese erhöht wurde. Die reduzierten Ammoniakwerte im Pansen assoziieren nicht mit einer Abnahme des Proteinabbau bzw. der Desaminierung und scheinen mit der Zunahme der steigenden Ammoniakverwertung durch Mikroorganismen im Verdauungstrakt zusammenzuhängen (WILLIAMS und NEWBOLD, 1990).

ERASMUS et al. (1992) zeigten, dass Hefekulturerergänzungen den mikrobiellen Proteinfluss vom Pansen vergrößern können und die relative Aminosäurekonzentration im Mikrobenprotein, das den Pansen verlässt, günstig verändern. Einige der vorteilhaften Wirkungen können durch die Ergänzung mit Hefeproteinen erklärt werden, da Hefekulturen gute Proteinquellen sind (ca. 34 % XP in der T; s. Tabelle 2.3). Da nur 0,1 % Hefe dem Futter zugesetzt werden, sind vorteilhafte Effekte nicht von den Effekten des Hefeproteins, sondern von anderen Faktoren abhängig (DAWSON, 1992). In einigen Versuchen, bei denen Hefekulturerergänzungen zugesetzt wurden, gab es keinen Effekt auf die Ammoniakkonzentration im Pansen, obwohl in anderen Versuchen berichtet wurde, dass eine Zunahme der Ammoniakkonzentration im Pansen nachzuweisen war. EDWARDS et al., (1990) und FIEMS et al., (1993) berichteten, dass in ihren Versuchen Hefekulturerergänzungen die Ammoniakkonzentration im Pansen in der Bullenmast nicht beeinflussen konnte. MALONEY, (1989) fand heraus, dass bei Tieren, die mit hohen Faserrationen gefüttert wurden, die Hefekulturen keinen Einfluss auf die Ammoniakkonzentration im Pansen hatten. Dagegen konnte er bei Fütterung von niedrigen Faserrationen eine Abnahme des Ammoniakgehalts feststellen.

Eine wichtige Wirkung von Hefekulturen in Rationen mit hohen Konzentratanteilen ist die Fähigkeit, die Pansen-Milchsäurekonzentration zu verringern und den pH-Wert zu stabilisieren. WILLIAMS et al. (1991) demonstrierten bei Benutzung von

Hefekulturenergänzungen niedrigere Milchsäurekonzentrationen im Pansen von jungen Ochsen, die mit Heu und Gerste gefüttert wurden. In weiteren Versuchen haben NISBET und MARTIN (1991) gezeigt, dass der Extrakt von Hefekulturen die Milchsäureverwertung durch einige Pansenbakterienstämme stimulieren kann. EDWARDS (1991) hat ebenfalls demonstriert, dass es eine höhere Konzentrationen von milchsäureverwertenden Bakterien im Pansen von kraftfutterreich gefütterten Bullen gab, wenn Hefekulturen ergänzt wurden. Diese Ergebnisse zeigen, dass Hefekulturen sowohl das Wachstum als auch die Fähigkeit von milchsäureverwertenden Bakterien, Milchsäure in Propionat umzuwandeln, stimulieren können (GIRARD und DAWSON, 1995). ZINN und BORQUEZ (1993), OLSON et al., (1994) und ZINN et al., (1999) berichteten, dass die Hefekulturen nicht den pH-Wert im Pansen von jungen Bullen bzw. Mastbullen beeinflussten.

Hefekulturen verbessern die Produktion von Propionat und das Verhältnis von Acetat zu Propionat im Pansen bzw. in RUSITEC-Kulturen bei Verabreichung von Silage oder Grünfütterationen (HARRISON et al., 1988; MARTIN et al., 1989; DAWSON et al., 1990; WILLIAMS und NEWBOLD, 1990). Sie senken die Methanproduktion im Verdauungstrakt und könnten eine verbesserte zusätzliche Energieversorgung für das Tier bedeuten (WILLIAMS und NEWBOLD, 1990). Im Gegensatz dazu haben andere Versuche einen Anstieg oder unwesentliche Veränderungen des Acetat-Propionatverhältnisses im Pansen demonstriert, wenn Stroh oder hohe Konzentrationen an Wiederkäuer gefüttert werden (WIEDMEIER et al., 1987; EDWARDS, 1991). ADAMS et al. (1981) beobachteten eine Abnahme von FFS-Konzentrationen im Pansen der Tiere, die Hefekulturen mit dem Futter erhielten. MALCOM und KIESLING (1990) fanden nach Hefezusatz eine Abnahme von Propionat, Isobutyrat und Valerat sowie eine bedeutende Verminderung des Buttersäure-Niveaus. Nach CHIQUETTE (1995) haben die Hefekulturen keinen Effekt auf die molaren Anteile einzelner FFS, wenn eine höhere Faserration bzw. eine höhere Konzentration eingesetzt wurde. HARRISON et al. (1988) beobachteten, dass Hefekulturenergänzung im Futter bei Milchkühen den pH-Wert, das Acetat:Propionat-Verhältnis und die Ammoniakkonzentration im Pansen verringerte, die Isosäuren jedoch erhöhte. Einige Ergebnisse von den Effekten der Hefekulturen auf die Pansenfermentation sind in Tabelle 2.5 zusammenfassend dargestellt, die meisten sind statistisch nicht signifikant.

Eine große Anzahl von Autoren haben die Effekte der Hefekulturen auf die Pansen-Parameter überprüft. Die Ergebnisse sind extrem variabel. Deswegen sollten die Untersuchungen

fortgesetzt werden, um die Wirkungsweise von Hefekulturen auf die Pansenfermentation aufzuklären und die gegensätzlichen bzw. widersprüchlichen Ergebnisse zu erläutern.

Tabelle 2.5: Zusammenstellung von Literaturbefunden zum Einfluss von Hefekulturen auf ausgewählte Pansenparameter.

Parameter	Tierart	Autoren
PH-Wert ↑	Junge Bullen, Schafe, Büffel Kälber, Kühe	FIEMS et al., 1993; KUMAR et al., 1994; NEWBOLD et al., 1990; NEWBOLD et al., 1995; SOMMART et al., 1993; ROA et al., 1997
PH-Wert ≈	Kühe, Bullen	ADAMS et al., 1981; DAWSON et al., 1990; EL HASSAN et al., 1992; ERASMUS et al., 1992; FIEMS et al., 1995; KAMPF et al., 1997; MIRANDA et al., 1996; LODGE et al., 1996; MALCOLM u. KIESLING, 1990; MATHIEU et al., 1996; MUTSVANGWA et al., 1992; PUTNAM et al., 1997; QUIGLEY et al., 1992; YOON u. STERN, 1996; OLSON et al., 1994
PH-Wert ↓	Schafe, Bullen, Kühe	ARCOS-GARCIA et al., 2000; EDWARDS et al., 1990; HARRISON et al., 1988; PIVA et al., 1993; ZINN et al., 1999
NH ₃ -N ↑	Schafe, Kühe, Kälber	ARCOS-GARCIA et al., 2000; FIEMS et al., 1993; FONDEVILLA et al., 1990; JOUANY et al., 1998; MATHIEU et al., 1996; MIRANDA et al., 1996; PUTNAM et al., 1997; QUIGLEY et al., 1992; SOMMART et al., 1993; ROA et al., 1997; YOON u. STERN 1996
NH ₃ -N ≈	Junge Bullen	EDWARDS et al., 1990; MALCOM u. KIESLING, 1990; OELLERMANN et al., 1990
NH ₃ -N ↓	Schafe, Kühe, Bullen, Büffel	ADAMS et al., 1981; ERASMUS et al., 1992; HARRISON et al., 1988; EL HASSAN et al., 1992; KUMAR et al., 1994; MUTSVANGWA et al., 1992; NEWBOLD et al., 1995; PIVA et al., 1993
FFS ¹⁾ ↑	Kühe, Schafe, Bullen, Büffel Kälber	AHRENS et al., 1993; ARCOS-GARCIA et al., 2000; DAWSON et al., 1990; EDWARDS et al., 1990; HARRISON et al., 1988; KUMAR et al., 1994; MATHIEU et al., 1996; MUTSVANGWA et al., 1992; NEWBOLD et al., 1990; PIVA et al., 1993; SOMMART et al., 1993; ROA et al., 1997
FFS ≈	Schafe, Bullen	FIEMS et al., 1993; KAMPF et al., 1997; PLATA et al., 1994; ZINN et al., 1999
FFS ↓	Kühe, Bullen, Kälber	ADAMS et al., 1981; CHIQUETTE 1995; FIEMS et al., 1995; HINMAN et al., 1998; LODGE et al., 1996; PUTNAM et al., 1997; QUIGLEY et al., 1992; YOON u. STERN 1996;

↑ Zunahme, ≈ kein Effekt, ↓ Abnahme

¹⁾ Gesamtkonzentration an flüchtigen Fettsäuren

2.3.3 Einfluss von Hefekulturen auf die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe

Einige Studien haben über eine Steigerung der Trockensubstanzaufnahme bei Wiederkäuern berichtet, wenn die Rationen mit Hefekulturen supplementiert worden waren (HARRIS und LOBO, 1988; WILLIAMS et al., 1991; WHOLT et al., 1991, 1998). Der exakte Mechanismus, durch den die Hefekulturen die Futteraufnahme erhöhen, ist noch unklar, jedoch scheint die Wirkung der Hefekulturen mit der Futterverdaulichkeit zusammenzuhängen. WIEDMEIER et al. (1987) fanden heraus, dass Hefekulturen die Trockensubstanz- und Hemizellulose-Verdaulichkeit im ganzen Verdauungstrakt anregen können. In Tieren, die mit Hefekulturenergänzung gefüttert wurden, nahm die Passagerate im Pansen zu. Eine Zunahme der Faser-Verdauung wurde nicht beobachtet (WIEDMEIER et al., 1987). HARRISON et al. (1988) und ARAMBEL und KENT (1990) fanden keine Wirkung auf die Verdaulichkeit der Nährstoffe. GOMEZ-ALARCON et al. (1990) fanden heraus, dass *Aspergillus oryzae*- und Hefekulturen den Faserabbau vom Pansen zum Dünndarm anregen. Zunehmende Pansenverdauung auf Kosten von Dünndarmverdauung würde keine nachweisbare Wirkung auf den gesamten Verdauungstrakt haben, könnte aber die Passagerate erhöhen, dabei die Trockensubstanzaufnahme anregen und somit die Bereitstellung von Mikrobenverdauungsprodukten für die Darmabsorption verbessern. WILLIAMS et al. (1991) wiesen nach, dass Hefekulturen die Heuverdauung im Pansen von Tieren, die mit Heu und Gerste gefüttert wurden, beschleunigen. Kein Effekt wurde beobachtet, wenn die Konzentrate der Fütterung entzogen wurden. Wie vorher erwähnt, können Hefekulturen helfen den pH-Wert im Pansen der Tiere zu stabilisieren, die mit Konzentrat gefüttert worden sind. Die Aktivität cellulolytischer Bakterien im Pansen und damit zusammenhängend die Faserverdauung sind gegen pH-Wert-Änderungen im Pansen sehr empfindlich (STEWART, 1977). Um bei Rationen mit hohen Konzentratanteilen die Mikrobenaktivität anzuregen, wurden Hefekulturenergänzungen vorgenommen. So wurde der Faserabbau im Pansen erhöht. WIEDMEIER et al. (1987) fand heraus, dass durch Hefekulturen im Futter eine Erhöhung des Trockensubstanz- und Faserabbaus durch cellulolytische Bakterien im Pansen auftrat. Vorläufige Ergebnisse deuten darauf hin, dass Hefekulturen das Wachstum von cellulolytischen Bakterien *in vitro* stimulieren könnten (DAWSON et al., 1990). Andere *in vivo* Studien, die mit Hefekulturen durchgeführt wurden, zeigten keinen Einfluss (MIR und MIR, 1994). OELLERMANN et al. (1990), FIEMS et al. (1993) und ZINN et al. (1999) berichteten, dass es keinen Effekt auf die Verdaulichkeit der Nährstoffe bei Bullen gab, deren Rationen mit Hefekulturen supplementiert wurden. Auch AVENDAÑO et al. (1995),

KEMALYAN et al. (1996) und HADIJIPANAYIOTOU et al. (1997) dokumentierten, dass Hefekulturergänzung keinen Effekt auf die Verdaulichkeit der Nährstoffe bei Schafen und Ziegen ausübte.

Bei *in sacco* Untersuchungen wurde ermittelt, dass Hefekulturen die Beschleuniger des Trockensubstanzabbaus im Pansen sein können. Es konnte aber keine Steigerung des Faserabbaus beobachtet werde (CHADEMANA und OFFER 1990; WILLIAMS et al., 1991; NEWBOLD et al., 1995; CALLAWAY und MARTIN 1997). CHADEMANA und OFFER (1990) wiesen nach, dass eine Hefekulturergänzung den Trockensubstanzabbau bei verschiedenen Grundfutter-Konzentrat-Verhältnissen anregte, aber keinen Effekt auf den Faserabbau nach 48 Stunden Inkubationszeit hatte. FLACHOWSKY et al. (1992) stellten eine Abnahme des Trockensubstanzabbaus bei 48 h *in sacco* Inkubation bei Hammeln fest. Diese wurden mit Hefekulturenergänzung im Vergleich zu unsupplementierten Tieren gefüttert. Gegensätzliche Ergebnisse zeigten ARCOS-GARCIA et al. (2000), hier verbesserten Hefekulturen bei 48 h *in sacco* Inkubation den Trockensubstanzabbau bei Hammeln. Diese Befunde stehen in Übereinstimmung mit Daten von ANGELES, et al. (1995) und MENDOZA et al. (1995).

Die Ergebnisse der Verdaulichkeit der Nährstoffe und der *in sacco* T-Abbau nach Einsatz von Hefekulturen bei unterschiedlichen Tierarten sind in den Tabellen 2.6 und 2.7 zusammenfassend dargestellt. Diese unterschiedlichen Befunde waren auch Anlass für die eigenen Untersuchungen.

Tabelle 2.6: Der Einfluß von Hefekulturen auf die Verdaulichkeit der Nährstoffe

	Tierart	Autoren
Verdaulichkeit ↑	Kühe, Bullen	JOUANY et al., 1998; SOMMART et al., 1993; YOON u. STERN, 1996
Verdaulichkeit ≈	Junge Bullen, Schafe, Kühe	ADAMS et al., 1981; ARCOS-GARCIA et al., 2000; CHIQUETTE, 1995; ERASMUS et al., 1992; FIEMS et al., 1993; HINMAN et al., 1998; KAMALAYAN et al., 1996; PUTNAM et al., 1997; REYES-BALCAZAR et al., 1996; WILLIAMS et al., 1987; WHOLT et al., 1991; ZINN et al., 1999; CABRERA et al., 2000
Verdaulichkeit ↓	Kühe, Bullen	ARAMBEL u. KENT 1990; HARRISON et al., 1988; MUTSVANGWA et al., 1992

Tabelle 2.7: Zusammenstellung von Literaturbefunden zum Einfluss von Hefekulturen auf den *in sacco* T-Abbau verschiedener Futtermittel

Autoren	Dosierung (g je Tag)	Diät	Tierart	Futter (inkubiert)	Inkubation- zeit (Stunden)	T-Abbau (% der Einwaage)	
						Kontrolle	+Hefe- kulturen
AHRENS et al., 1993	10	15% Weizenheu, 25% Gras- Silage, 20% Maissilage, 40% Gerste	Kühe	Heu Grassilage Maissilage	24	33,4 45,9 28,2	27,6 49,2 27,0
ARCOS-GARCIA et al., 2000	3	50% Zuckerrohrspitzen, 21% Milokorn, 15% Weizenkleie, 12% Melasse, 2% Harnstoff	Schafe	Zuckerrohrspitzen	48	39,6	42,7
CHADEMANA und OFFER, 1990	4	Grundfutter : Konzentrat 90 : 10 65 : 35 40 : 60	Schafe	Heu	48	48,9 55,9 61,0	44,8 55,2 62,4
CHIQUETTE, 1995	10	60% gequetschte-Gerste 40% Timotheheu	Kühe	Timotheheu	72	54,1	51,4
ERASMUS et al., 1992	10	25% Weizenstroh, 10% Luzerneheu, 53% Korn, 5% Fischmehl, 7% Melasse	Kühe	Weizenstroh	48	32,7	31,4
FLACHOWSKY et al., 1992	1	Grundfutter : Konzentrat 70 : 30 30 : 70	Schafe	Weizenstroh	48	41,4 36,5	38,7 30,7
HADJIPANAYIOTOU et al., 1997	12	72% Konzentrat, 12% Luzerneheu, 16% Gerstenstroh	Ziege	Gerstenstroh, Luzerneheu	48	81,1 74,7	79,6 74,0

Tabelle 2.7: (Fortsetzung) Zusammenstellung von Literaturbefunden zum Einfluss von Hefekulturen auf den *in sacco* T-Abbau verschiedener Futtermittel

Autoren	Dosierung (g je Tag)	Diät	Tierart	Futter (inkubiert)	Inkubation- zeit (Stunden)	T-Abbau (% der Einwaage)	
						Kontrolle	+Hefe- kulturen
JOUANY et al., 1998	0,5	45% Timotheheu, 45% Gerste, 10% Soja-Extraktionsschrot	Schafe	Tymotheheu	48	41,85	41,83
MIRANDA et al., 1996	10	Grundfutter : Konzentrat 40 : 60 60 : 40	Färsen	Luzerneheu	48	50,5 56,9	53,7 59,8
NEWBOLD et al., 1996	4	60% Gerste, 40% Heu	Schafe	Heu	48	51,2	53,7
ROA et al., 1997	10	40% Luzerne 60% Konzentrat	Kühe	Luzerneheu	48	64,61	65,64
		20% Luzerne 20% Corn-Cob-Mix 60 % Konzentrat				66,45	66,99
		20% Luzerne 20% Kaffee-Schalen 60% Konzentrat				64,56	66,99
WILLIAMS et al., 1991	10	Grundfutter : Konzentrat 50 : 50	Kühe	Heu	12	28,9	31,0
					48	58,8	53,5
		40 : 60			12	25,1	30,0
					48	49,2	47,9

2.3.4 Einfluss von Hefekulturen (*Saccharomyces cerevisiae*) auf die Leistung von Wiederkäuern

Kälber und Schafe, die mit dem Futter eine geringe Menge Hefekulturen (weniger als 0,5%) verabreicht bekamen, verbesserten Futteraufnahme und Lebendmassezunahme. Die Tiere wurden auch durch den Zusatz der Hefekulturen ruhiger (HUGHES 1987; JORDAN und JOHNSTON 1990). PHILLIPS und VON TUNGELN (1985) beobachteten bei Kälbern eine positive Entwicklung in der Lebendmassezunahme und Futterverwertung durch Zusatz von Hefekulturen. ADAMS et al. (1981) fanden heraus, dass durch Hefekulturergänzung die Futteraufnahme bei wachsenden Kälbern verbessert wird, und HUGHES (1987), KIEMANI (1990) und McLEOD et al. (1991) dokumentierten einen Anstieg in der Lebendmassezunahme bei Rindern, wenn eine Hefekultur dem Futter zugesetzt wurde. Die Untersuchungen von DRENNAN (1990) zeigten eine um 6,8% höhere Lebendmassezunahme und eine um 5,1% verbesserte Futterverwertung in der Bullenmast, wenn täglich 10 g Hefekultur über die Grassilage verabreicht wird. ADAMS et al. (1981) beschrieb eine höhere Futteraufnahme, wenn 1,85% Hefe im Futter enthalten war, jedoch veränderte sich die Futterverwertung nicht. Bei wachsenden Bullen und Schafen erzielten WILLIAMS und NEWBOLD (1990) einen Anstieg der Futterverwertung und Leistungsfähigkeit, wenn Hefekulturen zugefügt wurden. Bei Kälbern war eine Steigerung der Futteraufnahme zu beobachten und bei Milchkühen eine erhöhte Milchproduktion. FIEMS (1994) berichtete, dass Hefekulturenzusätze zum Futter zu 9,5% höherer Lebendmassezunahme bei Kälbern, 7,8% höherer Lebendmassezunahme bei wachsenden Rindern und 3,9% höherer Milchleistung bei laktierenden Kühen bewirkte. Eine höhere Erzeugung von Milch oder Milchfett resultierte aus der Aufnahme von lebenden Hefekulturen in der Nahrung von Milchkühen (WILLIAMS et al., 1991; WOHLT et al., 1991). KAMPF und FLACHOWSKY (1997) beobachteten eine Erhöhung der Milchproduktion, wenn Hefekulturen in einer Menge von 12 g pro Tag verabreicht wurden, jedoch fanden sie keine Beeinflussung in bezug auf Milchinhaltstoffe, -qualität sowie Fruchtbarkeit. WIEDMEIER et al. (1987) beschreiben ein Nichtbeeinflussung der Verdaulichkeit von Rohprotein und Zellwandbestandteilen durch Hefekulturzusatz bei trockenstehenden Kühen. Hefekulturzusatz bewirkte nicht immer eine höhere Leistung bei der Milchproduktion, jedoch konnte man bei der Futteraufnahme eine Steigerung erkennen (ROBINSON, 1997; ROBINSON und GARRET, 1999; SWARTZ et al., 1994). Dies ist sehr wichtig für Hochleistungskühe bei negativer Energiebilanz. Die Untersuchungsergebnisse von KAMALAMMA et al. (1996), HADJIPANAYIOTOU et al.

(1997), AVENDAÑO et al. (1995) und PLATA et al. (1994) lassen keinen Rückschluß zu, ob Hefezusätze helfen, Fütterungsfehler bei Milchkühen, Ziegen, Schafen und Kälbern auszugleichen. CABRERA et al. (2000) konnten nachweisen, dass durch 10 g Hefeergänzung je Tag bei Weidetieren die Leistungen nicht erhöht waren. ANDERSEN et al. (1992) und FIEMS et al. (1995) beobachteten in einem Bullenmastversuch, mit Hefekulturen bei unterschiedlicher Rationsgestaltung, keinen signifikanten Effekt. MIR und MIR (1994) fanden keine signifikante Wirkung in der Kälbermast, wenn Hefekulturen der Luzernesilageration zugesetzt wurden.

Tabelle 2.8 informiert über Versuchsergebnisse mit Hefezusatz bei Wiederkäuern, die meist aber nicht signifikant sind ($P > 0,05$).

Tabelle 2.8: Zusammenstellung von Literaturbefunden zum Einfluss von Hefekulturen auf verschiedene Leistungsparameter bei Wiederkäuern.

Leistungseffekt	Tierart	Autoren
Trockensubstanzaufnahme ↑	Bullen, Kühe, Junge Bullen, Kälber, Schafe	ADAMS et al., 1981; ADAMS et al., 1995; AVENDAÑO et al., 1995; CABRERA et al., 2000; DANN et al., 2000; EDWARDS et al., 1990; HUGES, 1987; MIR u. MIR, 1994; MUTSVANGWA et al., 1992; PIVA et al., 1993; PLATA et al., 1994; PULLAR et al., 1999; ROBINSON, 1997; ROBINSON u. GARET, 1999; SODER u. HOLDEN, 1999
Trockensubstanzaufnahme ≈	Kühe, Bullen, Schafe	ARAMBEL u. KENT, 1990; BIRKELO u. BERG, 1994; COLE et al., 1992; FIEMS et al., 1995; HINMAN et al., 1998; KAMALAMMA et al., 1996; KEMALYAN et al., 1996; PARRA u. DICOSTANZO, 1992; SOMMART et al., 1993; WILLIAMS et al., 1987; ZINN et al., 1999
Trockensubstanzaufnahme ↓	Bullen, Kühe, Kälber, Schafe	CHIQUETTE 1995; DAENICKE et al., 1997; HARRIS et al., 1992; QUIGLEY et al., 1992; WOHLT et al., 1991; YOON u. STERN, 1996
Lebendmassezunahme ↑	Junge Bullen, Kälber	ADAMS et al., 1981; ALONZO et al., 1993; DAENICKE et al., 1997; DRENNAN 1990; HINMAN et al., 1998; HUGES, 1987; MIR u. MIR, 1994; MUTSVANGWA et al., 1992; PARRA u. DICOSTANZO, 1992; PULLAR et al., 1999
Lebendmassezunahme ≈	Schafe, Kälber, Bullen	AVENDAÑO et al., 1995; COLE et al., 1992; EDWARDS et al., 1990; EL HASSAN et al., 1992; FIEMS et al., 1995; HORN, 1984; QUIGLEY et al., 1992; REYES-BALCAZAR et al., 1996; SOMMART et al., 1993; ZINN et al., 1999
Lebendmassezunahme ↓	Bullen	CABRERA et al., 2000; BIRKELO u. BERG, 1994
Futteraufwand ↓	Junge Bullen, Kälber	ADAMS et al., 1981; DAENICKE et al., 1997; McLEOD et al., 1991; MUTSVANGWA et al., 1992; PARRA u. DICOSTANZO, 1992; PULLAR et al., 1999
Futteraufwand ↑	Bullen	BIRKELO u. BERG, 1994
Milchproduktion ↑	Kühe	ADAMS et al., 1995; DANN et al., 2000; PIVA et al., 1993; ROBINSON u. GARRET, 1999; SODER u. HOLDEN, 1999
Milchproduktion ≈	Ziegen, Schafe, Kühe	CHIQUETTE, 1995; HADJIPANAYIOTOU et al., 1997; KAMALAMMA et al., 1996; KAMPF u. FLACHOWSKY, 1997; SWARTZ et al., 1994
Milchproduktion ↓	Kühe	ARAMBEL u. KENT, 1990

↑ Zunahme, ≈ kein Effekt, ↓ Abnahme

2.4 Ableitung der Problemstellung

Unter Berücksichtigung der in den Abschnitte 2.2 und 2.3 dargestellten Ergebnisse des Literatururteils und der sich daraus resultierenden Probleme, wurden für die eigenen Untersuchungen folgende Aufgabenschwerpunkte abgeleitet:

Im Hinblick auf die in der Literaturübersicht beschriebenen Effekte von Probiotika auf verschiedene physiologische Parameter bei Wiederkäuern, wie z.B. Stabilisierung des Pansenmilieus und der Zunahme der ruminalen Verdaulichkeit, liegt der erste Schwerpunkt der Arbeit auf der *in situ* Untersuchung, den Behandlungseffekten durch kommerzielle Probiotika (*Bacillus cereus* IP 5832 PACIFLOR¹ und *Saccharomyces cerevisiae* des Stammes 1026 Yea-Sacc1026²) und auf der T-Abbaubarkeit unterschiedlicher Futtermittel sowie den physiologischen Veränderungen (pH-Wert, Ammoniak und flüchtige Fettsäuren) im Pansen.

Der zweite Schwerpunkt der Arbeit beinhaltet die Untersuchung des Einflusses der Probiotika auf die Nährstoffverdaulichkeit. Zu *B. cereus* liegen bisher kaum Ergebnisse vor, für *Saccharomyces cerevisiae* gibt es widersprüchlichen Befunde.

Der dritte Schwerpunkt der Arbeit ist die Verfütterung von Probiotika (*Bacillus cereus* bzw. *Saccharomyces cerevisiae*) an Mastbullen, um den Einfluss auf die Tierleistungen zu untersuchen. Eine große Anzahl von Autoren haben die Effekte der *B. cereus* bzw. *Saccharomyces cerevisiae* auf die Tierleistungen überprüft. Die Ergebnisse waren jedoch extrem variabel.

¹ Hersteller: Intervet, Wiesbaden, Deutschland.

² Hersteller: Alltech, Nicholasville, Kentucky, U.S.A.

3 ÜBERBLICK ÜBER DIE DURCHGEFÜHRTEN UNTERSUCHUNGEN

3.1 Versuchsplanung

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit kamen die Probiotika *Bacillus cereus* (PACIFLOR) und *Saccharomyces cerevisiae* (Yea-Sacc¹⁰²⁶) zum Einsatz (Anhang 2). Nach Angaben der Hersteller enthält das Probiotikum PACIFLOR Sporen des Stammes *Bacillus cereus* IP 5832 (10^{10} KBE/g) und das Probiotikum Yea Sacc¹⁰²⁶ stellt eine Hefekultur des Stammes *Saccharomyces cerevisiae*¹⁰²⁶ (10^8 KBE/g) dar.

In einem *in sacco* Versuch wurden die Abbaubarkeit der Trockensubstanz (Versuch 1) verschiedener Futtermittel und zeitgleich mit diesen Versuchstieren ausgewählte Pansenparameter (Versuch 2) in Abhängigkeit von der gestaffelten Zulage der Probiotika geprüft. Im Versuch 3 erfolgte die Bestimmung der scheinbaren Verdaulichkeit der Roh Nährstoffe ohne bzw. mit beiden Probiotika. Diese Versuche wurden mit Hammeln durchgeführt. Weiterhin gelangten die Probiotika in zwei Fütterungsversuchen mit insgesamt 126 Mastbullen bei unterschiedlicher Versuchsdauer (Versuche 4 und 5) zur Prüfung.

In die Versuchsauswertung wurden Futteraufnahme und Lebendmassezunahme, die Schlachtausbeute und der Fettgehalt des Schlachtkörpers einbezogen. In Tabelle 3.1 sind die durchgeführten Versuche zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 3.1: Übersicht über die mit Probiotika durchgeführten Versuche

Versuchsansatz	Versuchstiere	Versuchstiere Anzahl (n)	Versuchsdauer (Tage)
<u>Versuch 1:</u> <i>In sacco</i> T- Abbau (48 h)			
<u>Versuch 2:</u> Pansenparameter	Hammel	3	94
<u>Versuch 3:</u> Verdauungsversuch	Hammel	4	87
<u>Versuch 4:</u> Fütterungs- und Schlacht- Versuch mit <i>Bacillus cereus</i>	Bullen	62	380
<u>Versuch 5:</u> Fütterungs- und Schlacht- Versuch mit <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Bullen	64	380

Alle Versuche wurden im Institut für Tierernährung bzw. in der Versuchsstation der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) in Braunschweig durchgeführt.

In den Abschnitten 4 bis 8 werden sowohl die angewandten Versuchsmethoden als auch die Ergebnisse der verschiedenen Versuche dargestellt.

3.2 Statistische Auswertung

Aus den ermittelten Einzelwerten der erhobenen Parameter sind jeweils ausreißerkorrigierte Gruppenmittelwerte sowie dazugehörige Standardabweichungen und Varianzen errechnet worden. Der Test auf Ausreißer erfolgte unter Zuhilfenahme bestimmter Testgrößen für die jeweilige Gruppengröße mit spezifischen Signifikanzschranken (DIXON, 1953).

Alle im Versuchszeitraum erhobenen Daten sind einer statistischen Überprüfung mit Hilfe des Statistik-Programmpaketes SAS (SAS Institute Inc., 1988) unterzogen worden. Dabei wurden Mittelwertvergleiche zwischen den unterschiedlichen Gruppen unter Anwendung des DUNCAN-Test durchgeführt. Als Signifikanzniveau wurde in den Berechnungen eine Irrtumswahrscheinlichkeit von maximal 5 % ($P < 0,05$) angenommen.

4 EINFLUSS VON *Bacillus cereus* und *Saccharomyces cerevisiae* AUF DEN *in sacco* TROCKENSUBSTANZABBAU VERSCHIEDENER FUTTERMITTEL IM PANSEN VON HAMMELN (VERSUCH 1)

4.1 Material und Methoden

4.1.1 Versuchsaufbau

Ziel dieses Versuches war es, in einem *in sacco* Versuch mit drei pansenfistulierten Hammeln, den Einfluss der Probiotika auf den Abbau der Trockensubstanz (T) 4 verschiedener Futtermittel (Weizenstroh, Luzerne, Maissilage der Sorte Marietta und der Sorte Costella) zu ermitteln. Dafür wurden die Futtermittel über 48 h in den Pansen der Schafe inkubiert. Die Probiotika wurden in zwei Dosierungsstufen verabreicht und eine Kontrollperiode ohne Probiotika vor- bzw. nachgeschaltet (Tabelle 4.1).

Tabelle 4.1: Versuchsplan des *in sacco* Versuches mit Hammeln (n=3).

Parameter	Gruppen					
	Kontrolle 1	<i>Bacillus cereus</i>		<i>Saccharomyces cerevisiae</i>		Kontrolle 2
		1	2	1	2	
Dosierung je kg T	—	30 mg	60 mg	1,37 g	2,74 g	—
je Tier und Tag	—	21 mg	42 mg	0,96 g	1,92 g	—
KBE/Tier und Tag		21×10^9	42×10^9	$0,96 \times 10^8$	$1,9 \times 10^8$	
Versuchs- Dauer (Tage)	19	19	9	19	9	19

¹⁾KBE= koloniebildende Einheiten

4.1.2 Probenvorbereitung

Von den bei ca. 60°C luftgetrockneten und anschließend mit einer Analysenmühle (RETSCH) über ein 3 mm Sieb gemahlten Futterproben wurde der Trockensubstanzgehalt bestimmt. Die Rohrnährstoffzusammensetzung der Futtermittel ist in Tabelle 4.2 dargestellt.

Die Probiotika wurden in den in Tabelle 4.1 genannten Konzentrationen einer Vitamin-Mineralstoffmischung beigemischt, von der jedes Tier 30 g je Tag erhielt.

Tabelle 4.2: Rohrnährstoffgehalt des im *in sacco* Versuch an Hammeln inkubierten Futters.

Futtermittel	T (%)	OS	XP	XL	XF	XX
		in % der Trockensubstanz				
Weizenstroh	97,1	95,5	3,8	1,1	50,6	40,0
Maissilage-Costella	97,1	96,3	7,3	3,2	20,0	65,8
Maissilage-Marietta	96,9	96,0	7,9	2,3	24,1	61,7
Luzerne	97,0	89,5	24,3	3,7	22,4	39,1

4.1.3 Tiermaterial, Haltung und Fütterung

Für die *in sacco* Trockensubstanzabbaumessungen standen 3 am dorsalen Pansensack fistulierte (Fisteldurchmesser 35 mm) dreijährige Hammel der Rasse „Deutsches Schwarzköpfiges Fleischschaf“ zur Verfügung. Zur Zeit der Untersuchungen wogen die Tiere etwa 80 kg. Die Tiere wurden einzeln in Stoffwechselkäfigen gehalten. Täglich um 7.00 Uhr und 14.30 Uhr erfolgte die Fütterung. Trinkwasser stand den Hammeln zur freien Verfügung. Die Versuchstiere erhielten jeweils 800 g Heu (87,5% T, Tabelle: 4.3) und 30 g einer Vitamin-Mineralstoffmischung (Anhang 4).

Tabelle 4.3: Rohrnährstoffgehalt des im *in sacco* Versuch verfütterten Heus.

T (%)	OS	XP	XL	XF	XX
	In % der Trockensubstanz				
87,5	90,1	12,9	1,9	27,1	48,2

Die entsprechenden Mengen an *Bacillus cereus* bzw. *Saccharomyces cerevisiae* wurden der Vitamin-Mineralstoffmischung beigemischt (Tabelle 4.4). Von der jeweiligen Vormischung wurden 30 g auf Rundfilter eingewogen und mit Tesafilm verschlossen. Entsprechend dem Versuchsplan wurden 30 g der Vitamin-Mineralstoffmischung ohne bzw. mit dem jeweiligen Probiotikum den Tieren einmal am Tag (7.30 Uhr) über die Pansenfistel eingegeben.

Jeder Versuchsininkubation ging nach Umstellung des Probiotikums bzw. der Dosis eine 17- bzw. 7-tägige Adaptationsphase voraus. Für die Inkubation der Nylonbeutel (48 h Abbaumessungen) wurden zwei Tage benötigt (Tabelle 4.4).

Tabelle 4.4: Versuchsdesign des *in sacco* -Versuches zur Prüfung des T-Abbaues (Versuch 1).

Versuchsgruppe	Mischung	Zeitraum (Tage)
Kontrolle 1	30 g Vitamin-Mineralstoffmischung	19
<i>Bac. Cereus</i> 30 mg/kg T	21 mg <i>Bacillus cereus</i> (21×10^9 KBE) in 30 g Vitamin-Mineralstoffmischung	19
<i>Bac. Cereus</i> 60 mg/kg T	42 mg <i>Bacillus cereus</i> (42×10^9 KBE) in 30 g Vitamin-Mineralstoffmischung	9
<i>Sacc. Cerevisiae</i> 1,37 g/kg T	0,96 g <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ($0,96 \times 10^8$ KBE) in 30 g Vitamin-Mineralstoffmischung	19
<i>Sacc. Cerevisiae</i> 2,74 g/kg T	1,92 g <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ($1,9 \times 10^8$ KBE) in 30 g Vitamin-Mineralstoffmischung	9
Kontrolle 2	30 g Vitamin-Mineralstoffmischung	19

4.1.4 Beschreibung der *in sacco* Versuchsmethodik

Die *in sacco* Trockensubstanzabbaumessungen der Futtermittel wurden in Anlehnung an FLACHOWSKY et al. (1992), AHRENS et al. (1993) und ARCOS-GARCIA et al. (2000) durchgeführt. Dabei wurden die mit der zu prüfenden Futtermittelprobe gefüllten Nylonbeutel über die Pansenfistel direkt in den Pansen eingehängt. Die verwendeten Nylonbeutel (Bar Diamond, Inc., Idaho) mit den Abmessungen von 5,0 cm x 13,0 cm hatten eine Porengröße von 53 μm (± 10). In jeden Beutel wurden etwa 1,5 g Probenmaterial (T) eingewogen, das entspricht ca. 10 – 15 mg Substanz pro cm^2 freier Beuteloberfläche.

Von jedem Futter wurde bei der Einwaage die Trockensubstanz bestimmt. Die Nylonbeutel wurden durch Kabelbinder (Kunststoff) verschlossen. Nach dem Befestigen an Stäben

(jeweils 2 Parallelen) wurden die Proben für einen Zeitraum von 48 h im Pansen der Tiere inkubiert. Die Parallelen wurden immer an unterschiedlichen Positionen versetzt an den Stäben angebracht. Die Abbaubarkeit der T und OS nach 48 h Inkubationszeit im Pansen sind am aussagekräftigsten, da sie der Verweildauerzeit der faserartigen Futtermitteln im Pansen von 48 h am nächsten kommen.

Nach der Entnahme aus dem Pansen wurden die mit dem Inkubationsrückstand gefüllten Nylonbeutel sofort mit kaltem Wasser abgespült und in einer Waschmaschine (standardisiertes Programm, Foron VA 861 electronic) 15 Minuten kalt gewaschen. Anschließend folgte eine 48 h Trocknung bei 60 °C, die Rückwaage der Beutel und die Trockensubstanzbestimmung des Inhaltes. Aus der T-Einwaage und der T-Rückwaage der jeweiligen Futtermittel konnte der Trockensubstanzverlust bestimmt werden. Zur Ermittlung der Auswaschverluste (zukünftig als 0 Stunden bezeichnet) wurden mit jedem Futtermittel gefüllte Beutel ohne vorherige Inkubation im Pansen entsprechend obiger Beschreibung behandelt.

Nach Entnahme der Inkubationsrückstände aus den Beuteln wurde die Trockenmasse nach den Vorschriften der VDLUFA (1976) bestimmt.

Der Trockensubstanzverlust (in %) zu einer bestimmten Inkubationszeit errechnete sich nach folgender Formel:

$$\text{Verlust (\%)} = \frac{\text{Probeneinwaage (g)} - \text{Probenrückwaage (g)}}{\text{Probeneinwaage (g)}} \times 100$$

Parameter in der Gleichung:

Probeneinwaage = gemahlene Futter

Probenrückwaage = Inkubationsrückstand

4.2 Ergebnisse

In den weiteren Ausführungen wird der „aus den Nylonbags“ verschwundene Anteil der Nährstoffe als *in sacco* „Abbau“ definiert

Der T-Abbau der in den Pansen inkubierten Futtermittel (Weizenstroh, Luzerne, Maissilage der Sorten Marietta bzw. Costella) sollte darüber Aufschluss geben, inwieweit sich die

geprüften Probiotika bzw. deren Dosierung auswirken. Die Ergebnisse auf den ruminalen *in sacco* Trockensubstanzabbau nach 48 h Inkubationszeit sind in der Tabelle 4.5 dargestellt. Die Auswaschverluste sind unabhängig von den Probiotikasupplementen.

Tabelle 4.5: *In sacco*-Trockensubstanzabbau der Futtermittel nach 48 h Inkubation im Pansen von Hammeln in Abhängigkeit von der Probiotikazulage.

Futtermittel	Auswaschverlust	Gruppen					
		Kontrolle 1	<i>Bacillus cereus</i>		<i>Sacc. cerevisiae</i>		Kontrolle 2
			21 mg/Tag	42 mg/Tag	0,96 g/Tag	1,92 g/Tag	
	0 Stunden ¹⁾	T-Abbau (%) nach 48 h Inkubation					
Weizenstroh	13,7 ±0,39	57,3 ^{bc} ±0,81	60,4 ^a ±1,71	59,3 ^{ab} ±2,48	58,8 ^{abc} ±1,67	56,6 ^c ±2,1	60,2 ^a ±1,36
Luzerne	42,4 ±1,01	81,2 ±1,45	81,5 ±0,21	83,6 ±0,67	82,0 ±0,94	81,4 ±1,53	83,1 ±4,50
Maissilage Costella	55,7 ±1,04	84,8 ±0,83	85,4 ±0,67	84,3 ±1,64	84,7 ±1,83	84,6 ±1,21	84,8 ±1,25
Maissilage Marietta	54,3 ±0,74	81,2 ±0,67	81,5 ±0,98	80,3 ±2,02	81,4 ±1,01	80,6 ±0,88	80,8 ±1,81

¹⁾Auswaschverluste in %

Ungleiche Buchstaben in einer Zeile kennzeichnen signifikante Differenzen (P<0,05)

Der *in sacco* T-Abbau von Luzerne und beide Maissilage wurden durch die Zulagen an *Bacillus cereus* und *Saccharomyces cerevisiae* nicht signifikant beeinflusst.

Der Trockensubstanzabbau von Weizenstroh war nach *Bacillus cereus*-Einsatz im Vergleich zur Kontrolle 1 erhöht. Die Differenz zur Kontrolle 1 war nur beim Einsatz der niedrigen Dosis (21 mg/Tag) signifikant (P≤ 0,05), im Vergleich zur Kontrolle 2 bestanden keine Unterschiede.

Die mit 1,92 g/Tier und Tag *Saccharomyces cerevisiae* ergänzte Versuchsgruppe wies mit 56,6 % den geringsten Trockensubstanzabbau von Weizenstroh auf. Insgesamt scheinen die Probiotika keinen signifikanten Einfluss auf den Trockensubstanzabbau auszuüben.

4.3 Diskussion

Beim *in sacco*-Trockensubstanz-,„abbau“ handelt es sich genau genommen um einen Trockensubstanz-,„verlust“ aus den Beuteln, ohne dass zwischen mikrobiellem Abbau und reiner Auswaschung unterschieden wird. Er ist ein Maß für die nicht durch mikrobiellen Abbau bedingten Verluste und gibt die „Auswaschverluste“ ohne vorherige Inkubation wieder. Es zeigte sich, dass diese allein schon zwischen ca. 14% und 56% der Einwaage betragen.

Der *in sacco* Trockensubstanzabbau war nach 48 h Inkubation von *Bacillus cereus* bzw. *Saccharomyces cerevisiae* nicht signifikant verändert. Lediglich die geringere *Bacillus cereus* -Dosierung (21 mg/Tier und Tag) zeigte gegenüber Kontrolle 1 bei Weizenstroh einen höheren Trockensubstanzabbau ($P \leq 0,05$). In der Literatur gibt es keine Hinweise über den *in vitro* bzw. *in sacco* Trockensubstanzabbau bei Wiederkäuern in Abhängigkeit von einer *Bacillus cereus* -Ergänzung.

Die Hinweise aus der Literatur zum Einsatz von *Saccharomyces cerevisiae* auf den *in sacco* Abbau von Futtermitteln sind differenziert. AYALA et al. (1992) fanden eine deutliche ($P < 0,05$) Zunahme der *in sacco* Trockensubstanzabbaubarkeit, wenn Hefekulturen dem Futter zugesetzt wurden. Zu ähnlichen Befunden kamen FONDEVILLA et al. (1990), wenn mit Hefekulturen supplementiertes Weizenstroh an Hammel gefüttert wurde. MIRANDA et al. (1996) fanden bei Färsen, dass der *in sacco* Faserabbau bei Luzerne- und Gerstenfütterung (40% Luzerne und 40% Gerste bzw. 60% Luzerne und 20% Gerste) nach einer Ergänzung mit Hefekulturen bei einer 48 h Inkubationszeit zunimmt. Auch andere Autoren (FALLON und HARTE, 1987; GALLOWAY et al., 1991) haben gezeigt, dass Hefekulturen die Abbaubarkeit von Zellwandbestandteilen verbessern können. Als Grund hierfür wird ein vermehrtes Wachstum von cellulolytischen Pansenbakterien vermutet (DAWSON, 1992). Im Gegensatz dazu berichteten NEWBOLD et al. (1995), dass bei Hammeln die mit 50% Konzentrat gefüttert wurden, der *in sacco* Trockensubstanzabbau von Heu und Stroh bei 48 h Inkubationszeit von Hefekulturen nicht beeinflusst wurde. HADJIPANAYIOUTOU et al.

(1997) ermittelten, dass es keine Unterschiede im *in sacco* Trockensubstanzabbau verschiedener Futtermittel (Sojabohnenmehl, Gerstenschrot, Gerstenstroh, Gerstenheu und Luzerneheu) im Pansen von Ziegen gab, die mit 50% Konzentrat, 25% Stroh und 25% Luzerneheu gefüttert und mit Hefekulturen supplementiert wurden. Auch FLACHOWSKY et al. (1992) berichten, dass Hefekulturerergänzungen keinen Einfluss auf den *in sacco* Trockensubstanzabbau unterschiedlicher Futtermittel (Weizenstroh, ammoniakbehandeltes Weizenstroh und Weidegras) haben. Die Hammel wurden sowohl mit höheren Konzentrat- als auch mit variierenden Strohanteilen in der Ration gefüttert. ARCOS-GARCIA et al. (2000) ermittelten keine signifikante Beeinflussung des *in sacco* Trockensubstanzabbaus durch Hefekulturerergänzung bei Hammeln, die mit Zuckerrohrspitzen gefüttert wurden.

WILLIAMS (1989) stellt Untersuchungen vor, in denen der *in sacco* Trockensubstanzabbau bei Heu durch eine Hefekulturenergänzung zunimmt. Dieses gilt nur bei 12- und 24-stündiger Inkubation und nicht bei 36- und 48 h Inkubation. Auch CHADEMANA und OFFER (1990) stellten fest, dass ein signifikanter Einfluss nur bei einer 24-stündigen, nicht aber bei einer 48 h Inkubationszeit vorliegt (s. Tabelle 2.7).

Diese Ergebnisse sind auch mit den Befunden aus *in vitro* Versuchen vergleichbar, wo der Trockensubstanzabbau durch Hefekulturerergänzung nicht beeinflusst wurde. CARRO et al. (1992) fanden heraus, dass eine Zusatz von Hefekulturen den *in vitro* Abbau nach 48 h Inkubation senkte, wenn 50% Stroh und 50% Konzentrate in der Diät waren. Bei einer konzentratreichen Diät (70% Konzentrat) führte eine Ergänzung mit Hefekulturen zu einem erheblich höheren Trockensubstanzabbau. Ähnliche Ergebnisse berichten HARRISON et al. (1988), die die *in vitro* Abbaubarkeit von Zellulose in der Pansenflüssigkeit von Kühen, die mit Hefekulturerergänzung gefüttert wurden, ermittelten. Andere Autoren stimmen zu, dass es bei 48 h Inkubation keine Unterschiede gibt, wenn die Abbaubarkeit zwischen den Behandlungs- und Kontroll-Gruppen mittels Rusitec-System bzw. *in vitro* verglichen wird (WILLIAMS, 1988; CHADEMANA und OFFER, 1990; CALLAWAY und MARTIN, 1997).

Vorhergehende Versuche haben gezeigt, dass die belebende/fördernde Wirkung von Hefekulturen auf den Trockensubstanzabbau mit einer Verkürzung der „Lag“ Phase im Pansen (Phase des Bakterienwachstum in der keine Vermehrung stattfindet) einhergeht, die zu einer höheren Ausgangsverdauungsrate führt. Jedoch wurde die durch die Pansenmikroorganismen

verdaute gesamte Fasermenge nicht erhöht (CHADEMANA und OFFER, 1990; DAWSON, 1990; WILLIAMS et al. 1991).

Die nicht eindeutigen Ergebnisse beim Einsatz von Hefekulturen könnten durch die unterschiedlichen Futtermittel in den Versuchsanstellungen bedingt sein. So konnten ROA et al. (1997) zeigen, dass die Futterqualität die Intensität der Hefekulturen auf den Trockensubstanzabbau beeinflusst. Mit Qualitätsfuttermitteln können nach ROA et al. (1997) Vorteile durch Hefeeinsatz erzielt werden.

Aus den vorliegenden Versuchsergebnissen kann - unter Beachtung der gegebenen Bedingungen - abgeleitet werden, dass die geprüften Probiotika PACIFLOR und Yea Sacc¹⁰²⁶ mit den Wirksubstanzen *Bacillus cereus* bzw. *Saccharomyces cerevisiae* bei mit Heu gefütterten Hammeln keinen signifikanten Einfluss auf den Trockensubstanzabbau im Pansen ausübten.

5 EINFLUSS VON *Bacillus cereus* UND *Saccharomyces cerevisiae* AUF PANSENPHYSIOLOGISCHE PARAMETER BEI HAMMELN (VERSUCH 2)

5.1 Material und Methode

5.1.1 Versuchsaufbau

Die pansenphysiologischen Parameter wurden zeitgleich zur Fragestellung des Versuches 1 mit dem in Tabelle 4.1 vorgestellten Versuchsdesign und Tiermaterial ermittelt.

Dafür wurden am jeweils letzten Tag der sechs Inkubationsperioden drei Stunden nach Beginn der ersten Mahlzeit von allen Versuchstieren Pansensaftproben zur Charakterisierung des Pansenmilieus entnommen.

5.1.2 Beschreibung der Methode

Der Pansensaft wurde per fistulam mit Hilfe einer Sonde aus dem ventralen Pansensack gewonnen. Sofort nach der Entnahme wurde der pH-Wert (Glaselektrode) der Probe bestimmt und der Ammoniak-N-Gehalt ($\text{NH}_3\text{-N}$) analysiert. Die flüchtigen Fettsäuren wurden gaschromatographisch (Hewlett Packard 5580 mit FID) über eine Säule mit 15 % Dioctylsebacinat und Sebacinsäure als stationärer Phase auf 60/100 mesh Kieselgur bestimmt. Diese Untersuchung erfolgte in Anlehnung an die von GEISSLER et al. (1976) beschriebene Methode.

5.1.3 Chemische Analysenmethoden

5.1.3.1 pH-Wert

Der pH-Wert im Pansensaft wurde mit einem pH-Meter (Digital pH Meter, pH525, WTW) nach zuvor erfolgter Eichung des Gerätes bestimmt.

5.1.3.2 Bestimmung von Ammoniak-Stickstoff im Pansensaft

Der Ammoniak-Stickstoffgehalt (NH₃-N) im Pansensaft erfolgte nach einer modifizierten Conway-Methode (VOIGT und STEEGER, 1967) mit Hilfe eines Mikrodiffusionsgerätes. Die Proben wurden zuerst bei 3000 U × min⁻¹ fünf Minuten zentrifugiert und 1 ml des Überstandes jeweils in die Becher des Mikrodiffusionsgerätes pipettiert.

Diese unterschichtete man dann vorsichtig mit 1 ml K₂CO₃. In die Kolben der Gefäße wurden 4 ml Borsäure pipettiert (Gerätebedingungen Anhang 3). Der in den Proben enthaltene NH₃-N wurde durch die Kaliumkarbonatlösung ausgetrieben, in der Borsäurevorlage aufgefangen und dann mit 0,01 normaler HCl titriert (Blindwert = ohne Probe). Nach der folgenden Formel lässt sich der Ammoniak-Stickstoffgehalt (NH₃-N) in der Probe berechnen:

$$\text{mg NH}_3\text{-N} / 100 \text{ ml} = (\text{ml } 0,01\text{n HCl (titriert)} - \text{Blindwert}) \times 14$$

5.1.3.3 Bestimmung der flüchtigen Fettsäuren im Pansensaft

Zur Bestimmung der flüchtigen Fettsäuren (FFS) diente die drei Stunden nach der Morgenfütterung gezogene Pansensaftprobe. Vom Überstand des zentrifugierten Pansensaftes wurden 10 ml entnommen und mit 1,5 ml 25%-iger Meta-Phosphorsäurelösung (zur Eiweißausfällung) und 0,5 ml konzentrierter Ameisensäure versetzt. Anschließend wurde 20 min bei 5000 U × min⁻¹ zentrifugiert. Dem Überstand wurde 1 Tropfen gesättigte HgCl₂-Lösung (für längere Haltbarkeit) zugegeben. Bis zur gaschromatographischen Untersuchung (Gerätebedingungen Anhang 3) lagerten die Analysesubstanzen im Tiefkühlschrank.

5.2 Ergebnisse

Die zur Charakterisierung des Pansenmilieus bei den Hammeln erfassten Parameter, pH-Wert und die Konzentration an Ammoniak-Stickstoff (NH₃-N) sind in Tabelle 5.1 und die flüchtigen Fettsäuren sind in Tabelle 5.2 zusammengefasst. Die Werte wurden drei Stunden nach Beginn der Morgenfütterung ermittelt.

Tabelle 5.1: pH-Wert und Ammoniakgehalt im Pansensaft (3 Stunden nach der Morgenfütterung) von fistulierten Hammeln (n=3) in Abhängigkeit der Probiotikazulage.

Parameter	Gruppe					
	Kontrolle 1	<i>Bacillus cereus</i>		<i>Saccharomyces cerevisiae</i>		Kontrolle 2
		21 mg/Tier und Tag	42 mg/Tier und Tag	0,96 g/Tier und Tag	1,92 g/Tier und Tag	
pH-Werte	6,46 ^{ab1} ±0,23	6,50 ^{ab} ±0,06	6,46 ^{ab} ±0,07	6,61 ^a ±0,07	6,41 ^{ab} ±0,03	6,35 ^b ±0,13
NH ₃ -N-Werte (mg/100ml)	9,12 ^b ±3,58	7,50 ^b ±1,82	15,90 ^a ±0,86	10,50 ^b ±3,88	12,29 ^{ab} ±1,02	12,25 ^{ab} ±2,26

¹⁾ Ungleiche Buchstaben in einer Zeile kennzeichnen signifikante Differenz (P<0,05).

Aus den Ergebnissen lassen sich keine eindeutigen Effekte der Probiotika ableiten. Die pH-Werte liegen bei niedriger *Saccharomyces cerevisiae* Dosierung (0,96 g/Tier und Tag) mit 6,61 gegenüber allen Gruppen am höchsten, sind aber lediglich im Vergleich zur Kontroll-Gruppe 2 signifikant (P<0,05).

Die niedrigste NH₃-N-Konzentration (7,50 mg/100 ml) wurde bei der geringen *Bacillus cereus*-Dosierung von 21 mg/Tier und Tag gemessen und sie war gegenüber der hohen *Saccharomyces cerevisiae*-Dosierung von 1,92 g/Tier und Tag signifikant (P<0,05). Mit durchschnittlich 15,90 mg/100 ml Pansensaft war die NH₃-N-Konzentration bei *Bacillus cereus* Dosierung von 42 mg/Tier und Tag am höchsten (gegenüber Kontrolle 1, *Bacillus cereus* 21 mg/Tier und Tag und *Saccharomyces cerevisiae* 0,96 g/Tier und Tag; P<0,05). Die Konzentrationen der flüchtigen Fettsäuren im Pansensaft drei Stunden nach dem Fütterungsbeginn können Tabelle 5.2 entnommen werden.

Tabelle 5.2: Gesamtfettsäurenkonzentration sowie molare Anteile der flüchtigen Fettsäuren im Pansensaft (drei Stunden nach der Morgenfütterung) von fistulierten Hammeln (n=3) in Abhängigkeit von der Probiotikazulage.

Parameter	Gruppe					
	Kontrolle 1	<i>Bacillus cereus</i>		<i>Saccharomyces cerevisiae</i>		Kontrolle 2
		21 mg/Tier und Tag	42 mg/Tier und Tag	0,96 g/Tier und Tag	1,92 g/Tier und Tag	
Gesamtkonzentration an flüchtigen Fettsäuren (mmol/l)						
	82,4 ^{ab1)} ±21,4	63,4 ^b ±6,6	82,2 ^{ab} ±2,8	72,7 ^b ±3,2	99,7 ^a ±2,7	79,9 ^{ab} ±9,0
Flüchtige Fettsäuren (molare Anteile, %)						
Essigsäure	67,1 ^b ±1,8	68,2 ^{ab} ±0,6	67,7 ^{ab} ±0,5	67,0 ^b ±0,2	69,3 ^a ±1,0	67,8 ^{ab} ±1,0
Propionsäure	21,1 ^a ±2,4	19,8 ^{ab} ±0,2	19,9 ^{ab} ±0,6	21,0 ^a ±0,5	20,5 ^{ab} ±0,3	18,8 ^b ±1,0
Iso-Buttersäure	0,7 ^{bc} ±0,2	0,9 ^a ±0,1	1,0 ^a ±0,1	0,9 ^{ab} ±0,1	0,6 ^c ±0,1	0,8 ^{ab} ±0,1
Buttersäure	8,1 ^b ±0,6	9,2 ^a ±0,5	8,3 ^b ±0,6	8,2 ^b ±0,4	7,5 ^b ±0,5	10,0 ^a ±0,1
Iso-Valeriansäure	0,9 ^{ab} ±0,3	1,0 ^{ab} ±0,3	1,2 ^a ±0,1	1,1 ^{ab} ±0,2	0,6 ^b ±0,2	1,2 ^a ±0,2
Valeriansäure	2,1 ^a ±0,2	0,9 ^c ±0,1	1,9 ^a ±0,1	2,0 ^a ±0,1	1,5 ^b ±0,2	1,5 ^b ±0,1
Iso-säure ²⁾	1,6 ^{ab} ±0,5	1,9 ^a ±0,3	2,1 ^a ±0,2	1,9 ^a ±0,3	1,3 ^b ±0,3	2,0 ^a ±0,2
C ₂ :C ₃ - Verhältnis	3,19:1,0	3,44:1,0	3,41:1,0	3,20:1,0	3,39:1,0	3,61:1,0

¹⁾Ungleiche Buchstaben in einer Zeile kennzeichnen signifikante Differenz (P<0,05).

²⁾Iso-Buttersäure plus Iso-Valeriansäure

Die Gesamtkonzentration an flüchtigen Fettsäuren spiegelt nur bedingt den pH-Wert (Tabelle 5.1) wieder. Signifikante Unterschiede (P≤0,05) bestanden lediglich zwischen der Gruppe mit der hohen Konzentration an *Saccharomyces cerevisiae* (99,7 mmol/l) und den mit *Saccharomyces cerevisiae* (72,7 mmol/l) bzw. *Bacillus cereus* (63,4 mmol/l) niedrig dosierten Gruppen (s. Tabelle 5.2).

Sowohl das Muster der flüchtigen Fettsäuren als auch das Essig- : Propionsäure-Verhältnis lassen keinen gerichteten Einfluss der Probiotika erkennen.

Dieses uneinheitliche Bild zeigt sich auch bei Betrachtung der einzelnen Fettsäuren, wobei selbst signifikante Effekte keinen Zusammenhang zu den Behandlungen erkennen lassen.

Die unterschiedlichen Befunde beider Kontrollgruppen erschweren die Interpretation der Ergebnisse. Während z. B. das Essig- : Propionsäure-Verhältnis bei Kontrolle 1 am engsten ist (3,19 : 1), war es bei Kontrolle 2 am weitesten (3,61 : 1; s. Tabelle 5.2).

5.3 Diskussion

Im Versuch wurden fistulierte Hammel mit einer Heuration, der *Bacillus cereus* und *Saccharomyces cerevisiae* in unterschiedlichen Dosierungen beigemischt, versorgt. Der Einsatz von *Bacillus cereus* hatte keinen Effekt auf den Pansen-pH-Wert (s. Tabelle 5.1), wie dies auch von anderen Autoren nach Ergänzung mit *Bacillus cereus toyoi* (TOYOCERIN) von BOLDT (1993) berichtet wird.

Beim Einsatz von 0,96 g *Saccharomyces cerevisiae* je Tier und Tag lag der pH-Wert (6,61) gegenüber den Kontrollen (K1: 6,46 und K2: 6,35; s. Tabelle 5.1) etwas höher. Im Unterschied dazu, berichten HARRISON et al. (1988), dass die pH-Werte im Pansen niedriger lagen, wenn die Tiere mit dem Futter eine Hefekulturergänzung erhielten. Andere Untersuchungen zeigten keinen oder nur einen geringen Einfluss auf den pH-Wert im Pansen, wenn Hefekulturen zugesetzt wurden (ADAMS et al., 1981; WIEDMEIER et al., 1987; FLACHOWSKY et al., 1992; KAMPF et al., 1997).

WILLIAMS et al. (1991) berichten nach Hefekultureinsatz von einer Stabilisierung des pH-Wertes im Pansen. STEWART (1977) vermutet, dass durch Hefeeinsatz die Aktivität der cellulolytischen Bakterien verbessert wird.

Häufig wurde nach dem Einsatz von Hefekulturen über eine Zunahme der Pansenmikrobenzahlen berichtet (EL HASSAN et al. 1996). Durch Zusatz von Hefekulturen konnte die Gärung (HARRISON et al., 1988; WIEDMEIER et al., 1987) und das mikrobielle Wachstum im Pansen stimuliert werden (CHADEMANA und OFFER, 1990). Eine Erhöhung

und Stabilisierung des pH-Wertes nach dem Verfüttern von Rationen, denen Hefekulturen zugesetzt worden waren, hatten einen positiven Einfluss auf die cellulolytische Aktivität der Pansenbakterien (ISTASSE und ØRSKOV, 1983; WILLIAMS, 1988). Dies zeigte sich vor allem in einer verbesserten Faserverdauung, die zu einer Zunahme der Trockensubstanzaufnahme und damit zu einer Steigerung der tierischen Leistung führen kann (ROBINSON und GARRET, 1999). Es ist noch unklar, ob dieser pH-Wert-Anstieg auf die Konzentration an cellulolytischen Bakterien im Pansen einen Einfluss hat (DAWSON et al., 1990).

Der Anstieg des pH-Wertes bei Tieren, die Hefekulturen erhielten, wurde teilweise mit einer Verminderung der Milchsäure-Konzentration erklärt (FONDEVILA et al., 1990; NEWBOLD et al., 1990). So fanden AHRENS et al. (1993) amylolytische Bakterien, die Milchsäure verwerten können, im Pansen bei Kühen, die mit Hefekulturen versetztes Futter erhielten. Nach NISBET und MARTIN (1991) soll eine Ergänzung der Ration mit Hefekulturen auch die Milchsäureverwertung durch Milchsäurebakterien im Pansen stimulieren.

Im vorliegenden Versuch hatte jedoch der Einsatz von Hefekulturen kaum einen Einfluss auf den pH-Wert, was mit den Ergebnissen von NEWBOLD et al. (1995) übereinstimmt (s. Tabelle 2.5).

Nur in wenigen Versuchen wurde der Effekt einer *Bacillus cereus*-Ergänzung auf die Pansenparameter geprüft. Als Endprodukt des mikrobiellen Abbaus von Futterprotein und Ausgangssubstanz für die mikrobiellen Proteinsynthese im Pansen spielt Ammoniak eine wichtige Rolle im ruminalem Eiweißstoffwechsel (HUNGATE, 1966). Im Vergleich zur Kontrollgruppe (K1) wurde die Ammoniakkonzentration im Pansen bei niedriger *Bacillus cereus*-Dosis (21 mg/Tier und Tag) nicht signifikant reduziert (9,12 : 7,50 mg/100 ml), während die hohe Dosis (42 mg/Tier und Tag) zu einem signifikanten Anstieg der Ammoniakkonzentration auf 15,90 mg/100 ml im Pansensaft führte (s. Tabelle 5.2). In Versuchen von BOLDT (1993) mit *Bacillus cereus* war kein Einfluss auf die Ammoniakkonzentration im Pansen zu beobachten.

Werden Effekte auf den Ammoniakgehalt festgestellt, so werden diese häufig mit einer Stimulierung proteolytischer Bakterien in Verbindung gebracht (ARCOS-GARCIA et al., 2000).

Im vorliegenden Versuch, wurden durch *Saccharomyces cerevisiae* -Zulagen die Ammoniakkonzentration im Pansen nicht signifikant beeinflusst, was mit den Ergebnissen von EDWARDS et al. (1990), FONDEVILA et al. (1990) und OELLERMAN et al. (1990) übereinstimmt (s. Tabelle 2.5).

Eine geringere Ammoniakkonzentrationen im Pansen von Kühen, die Hefekulturen erhielten, kann nach HARRISON et al. (1988) auch auf eine Steigerung der mikrobiellen Proteinsynthese und somit einen erhöhten Ammoniakverbrauch zurückzuführen sein.

In der ausgewerteten Literatur werden unterschiedliche Effekte von Hefekulturen und von *Bacillus cereus* auf die Konzentration an flüchtigen Fettsäuren im Pansensaft beschrieben.

Tendenziell führten im vorliegenden Versuch die niedrigen Konzentrationen mit *Bacillus cereus* (21 mg/Tier und Tag) bzw. *Saccharomyces cerevisiae* (0,96 g/Tier und Tag) gegenüber den Kontroll-Varianten zu einem leichten Abfall der Gesamtfettsäurenkonzentration und die hohe Dosierung mit *Saccharomyces cerevisiae* (1,92 g/Tier und Tag) zu einem Anstieg (Tabelle 5.2).

Die meisten Autoren konnten keine oder nur geringe Effekte beim Einsatz von Hefekulturen auf die Gesamtfettsäurenkonzentration im Pansen in *in vitro*- (MARTIN und NISBET, 1989; DAWSON et al., 1990; PIVA et al., 1993) bzw. in *in vivo*-Versuchen beobachten (ADAMS et al., 1981; DAWSON und NEWMAN, 1987; CHADEMANA und OFFER, 1990; FLACHOWSKY et al., 1992). KUMAR et al. (1994) berichten jedoch über eine Zunahme der Konzentration an flüchtigen Fettsäuren, wenn Büffel eine Ration erhielten, die mit Hefekulturen ergänzt wurde (s. Tabelle 2.5).

Zusätze von *Bacillus cereus* hatten bei Versuchen von BOLDT (1993) keinen Einfluss auf die Fettsäurenkonzentration im Pansen von Bullen.

Das Essig-: Propionsäureverhältnis als eine wichtige Kenngröße der Pansenfermentation lag in den Gruppen mit Probiotikazulage zwischen den Werten der beiden Kontrollgruppen. Während Essigsäure eine wichtige Ausgangssubstanz für die Milchfettsynthese ist, stellt

Propionsäure ein maßgebliches Substrat für die Gluconeogenese dar. Bei ihrer Bildung treten weniger Fermentationsverluste auf.

Der Einfluss von Hefezulagen auf das Fermentationsmuster im Pansen wurde häufig untersucht (WALLACE und NEWBOLD, 1992; NEWBOLD, 1995). Die Ergebnisse sind aber zum Teil noch widersprüchlich. So erhöhten Hefekulturen in Versuchen von HARRISON et al. (1988), MARTIN et al. (1989), DAWSON et al. (1990) und NEWBOLD et al. (1990) den Propionatanteil auf Kosten des Essigsäureanteils im Pansen. ARAMBEL et al. (1987), WIEDMEIER et al. (1987) und KUMAR et al. (1994) beobachteten dagegen genau das Gegenteil. Auch über Unterschiede bezüglich der Anteile der übrigen flüchtigen Fettsäuren wird berichtet (KUMAR et al., 1994). So fanden HARRISON et al. (1988) nach Hefeergänzung auch einen Anstieg des Anteils an Iso-Fettsäuren.

Im vorliegenden Versuch zeigte dagegen der Einsatz der hohen Hefedosis einen Abfall des Anteils an Iso-Säuren (Tabelle 5.2).

WALLACE und NEWBOLD (1992) führen die unterschiedlichen Ergebnisse nach dem Einsatz von Hefekulturen, über die auch KUMAR et al. (1994) berichten, darauf zurück, dass die Hefekulturen nicht direkt in die Pansenfermentation eingreifen, sondern Dichte und Zusammensetzung der Mikrobenpopulation beeinflussen. Verschiedene Autoren kommen deshalb zu dem Schluss, dass die Ergänzung von Rationen mit Hefekulturen ohne nennenswerte Vorteile für Wiederkäuer ist. PIVA et al. (1993) begründen die widersprüchlichen Versuchsergebnisse mit Unterschieden in der Zeit der Probennahme aus dem Pansen, der Zusammensetzung der Ration und in der Höhe der Trockensubstanzaufnahme.

6 EINFLUSS VON *Bacillus cereus* UND *Saccharomyces cerevisiae* AUF DIE VERDAULICHKEIT VON ROHNÄHRSTOFFEN BEI HAMMELN (VERSUCH 3)

6.1 Material und Methode

6.1.1 Versuchsaufbau

Zur Prüfung des Einflusses von *Bacillus cereus* und *Saccharomyces cerevisiae* auf die Verdaulichkeit der Rohrnährstoffe wurden drei Verdauungsversuche mit Hammeln durchgeführt. Der erste Versuchsdurchgang diente der Kontrolle, im zweiten bzw. dritten Abschnitt wurden 28,0 mg *Bacillus cereus*/Tier und Tag bzw. 1,40 g *Saccharomyces cerevisiae*/Tier und Tag supplementiert.

Die Versuche dauerten insgesamt 87 Tage, wobei jeweils eine 21-tägige Vorperiode der Adaptation diente. In der sich daran anschließenden achttägigen Hauptperiode erfolgte die Kotsammlung. Den Versuchsplan gibt die Tabelle 6.1 wieder.

Tabelle 6.1: Versuchsplan der Verdauungsversuche mit Hammeln (n = 4).

Versuche	Kontrolle ¹⁾		<i>Bacillus cereus</i> 28 mg/Tier und Tag		<i>Saccharomyces cerevisiae</i> 1,40 g/ Tier und Tag	
	Vor- Periode	Kot- Sammlung	Vor- Periode	Kot- Sammlung	Vor- Periode	Kot- Sammlung
Dauer (Tage)	21	8	21	8	21	8
Probiotika- gabe	— ¹⁾		100 mg/kg Kraftfutter		5 g/kg Kraftfutter	

¹⁾ ohne Probiotikum

6.1.2 Tiermaterial, Haltung und Fütterung

Zur Ermittlung des Einflusses von *Bacillus cereus* und *Saccharomyces cerevisiae* auf die scheinbare Verdaulichkeit der Rohrnährstoffe wurden vier Hammel der Rasse „Deutsches Schwarzköpfiges Fleischschaf“ verwendet. Die Tiere waren etwa 2 Jahre alt und wogen zu Beginn 70,0 ±0,5 kg. Am Ende des Versuches hatten die Tiere eine durchschnittliche Lebendmasse von 82,0 ±1,14 kg. Die Versuchstiere waren während der Messungen in

Stoffwechselkäfigen untergebracht. Die restriktive Fütterung erfolgte täglich um 6.30 Uhr und 14.30 Uhr. Trinkwasser stand den Tieren *ad libitum* zur Verfügung. Die Ration bestand jeweils aus 80% Maissilage (962 g T/Tag) und 20% Kraftfutter (247 g T/Tag; siehe auch Anhang 5), um den Richtlinien des AfB (1991), nach denen ein Rohproteingehalt von 12 % in der Ration gewährleistet sein soll, Rechnung zu tragen, sowie 30 g Mineralmischung (Tabelle 6.2 und Anhang 4). Die Probiotika wurden über das Kraftfutter verabreicht, von *Bacillus cereus* wurden 100 mg/kg Kraftfutter und von *Saccharomyces cerevisiae* 5 g/kg Kraftfutter eingemischt.

Tabelle 6.2: Roh Nährstoffgehalt der Rationskomponenten.

Futtermittel	T	OS	XP	XL	XF	XX
	(%)	in % der Trockensubstanz				
Maissilage	32,0 ±0,8	96,0 ±0,1	7,4 ±0,3	2,7 ±0,2	19,9 ±0,4	66,0 ±0,1
Kraftfutter ¹⁾	88,1 ±0,6	90,7 ±0,1	34,6 ±1,3	2,0 ±0,4	5,1 ±0,1	49,0 ±1,1

¹⁾ Zusammensetzung s. Anhang 5

6.1.3 Beschreibung der Versuchsmethodik

Die Durchführung der Verdauungsversuche wurde methodisch den „Leitlinien für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Roh Nährstoffen an Wiederkäuern“ des Ausschusses für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (AfB 1991) angepasst.

Während der 8-tägigen Sammelperiode wurde der gesamte Kot nach Beendigung jeder Mahlzeit aus dem hinter dem Tier befindlichen Sammelkasten entnommen und bis zur weiteren Aufarbeitung tiefgefroren (-20°C) gelagert. Zur Aufarbeitung wurde die gesammelte Kotmenge gewogen und anschließend gründlich in einem Kutter durchmischt. In einem Teil dieser Mischprobe wurde der Stickstoff (KJELDAHL) bestimmt. Anschließend erfolgte die Trocknung des Kotes bei 60°C. Später wurde der Kot mit einer Analysenmühle auf 1 mm vermahlen und der chemischen Analysen (WEENDER-Roh Nährstoffanalyse) zugeführt.

Die Verdaulichkeit (VQ %) der Inhaltsstoffe der Ration leitet sich aus folgender Formel ab:

$$VQ (\%) = \frac{\text{Nährstoff im Futter (g/d)} - \text{Nährstoff im Kot (g/d)}}{\text{Nährstoff im Futter (g/d)}} \times 100$$

6.1.4 WEENDER Rohnährstoffanalyse

Im Labor des Institutes für Tierernährung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft in Braunschweig wurde mittels der WEENDER-ANALYSE (Methodenbuch III der LUFA, Vorschriften 4.1.1, 5.1.2, 6.1.4, 8.1, 1976) die Rohnährstoffgehalte der einzelnen Futtermittel- und Kotproben bestimmt.

6.2 Ergebnisse

6.2.1 Versuchsverlauf und Futteraufnahme der Tiere

Die während der Verdaulichkeitsmessungen eingesetzte Maissilage (80 %) und das Kraftfutter (20 %) wurde von allen Tieren vollständig verzehrt. Die Schafe zeigten weder sichtbare Erkrankungen noch Störungen des Allgemeinzustandes. Die Tabelle 6.3 informiert über die Rohnährstoffaufnahme aus Maissilage und Kraftfutter.

Tabelle 6.3: Mittlere tägliche T-, OS- und Rohnährstoffaufnahmen der Hammel (n=4) aus Kraftfutter (20 %) und Maissilage (80 %).

Rohnährstoffe	Kraftfutter ¹⁾	Maissilage
Trockensubstanz (g)	240,6 ±9,5	940,6 ±55,7
Organische Substanz (g)	218,3 ±8,8	903,3 ±52,9
Rohprotein (g)	83,3 ±2,2	69,2 ±5,3
Rohfett (g)	4,8 ±1,0	25,4 ±2,3
Rohfaser (g)	12,3 ±0,6	186,6 ±9,6
N-freie Extraktstoffe (g)	117,9 ±6,7	622,0 ±37,6

¹⁾ Zusammensetzung s. Anhang 5

Mit rund 12,8 % Rohprotein in der Gesamtration waren die Richtlinien (12 % Rohprotein in der Gesamtration) des AfB (1991) in den Verdaulichkeitsversuchen erfüllt.

6.2.2 Scheinbare Verdaulichkeit

In der Tabelle 6.4 sind die gemessenen scheinbaren Verdaulichkeitskoeffizienten der Rohnährstoffe in Abhängigkeit der Probiotikazulagen dargestellt. Mit Ausnahme des Rohfettes wiesen alle Rohnährstoffe bei Zulage von *Bacillus cereus* geringfügig höhere Verdaulichkeiten auf ($P>0,05$). Auch der Hefezusatz führte zu keiner höherer Verdaulichkeit ($P>0,05$).

Tabelle 6.4: Scheinbare Rohnährstoffverdaulichkeit (%) der Ration bei Hammeln (n=4) in Abhängigkeit der *Bacillus cereus*- und *Saccharomyces cerevisiae*- Zulage.

Rohnährstoffe	Gruppen		
	Kontrolle	<i>Bacillus cereus</i> (28 mg/Tier und Tag)	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (1,4 g/ Tier und Tag)
Verdaulichkeit (%)			
Trockensubstanz	72,3 ±3,4	74,7 ±2,7	73,1 ±2,3
Organische Substanz	74,9 ±2,3	76,6 ±2,7	75,1 ±2,3
Rohprotein	69,9 ±1,7	70,2 ±1,6	70,3 ±1,5
Rohfett	77,1 ±8,0	75,0 ±2,1	80,4 ±1,1
Rohfaser	58,3 ±6,3	59,4 ±5,4	56,7 ±4,8
NfE	80,3 ±1,9	82,6 ±2,5	80,8 ±2,0

6.3 Diskussion

Die scheinbare Verdaulichkeit der einzelnen Rohnährstoffe wurde durch den Probiotikazusatz nicht signifikant beeinflusst (s. Tabelle 6.4).

Die Zulage von *Bacillus cereus* zeigte tendenziell, außer der Rohfettverdaulichkeit, leicht erhöhte Verdauungskoeffizienten. Die Verdaulichkeit der N-freien Extraktstoffe lag beispielsweise bei 82,6%, während in der Kontrollgruppe 80,3% und in der *Saccharomyces cerevisiae*-Gruppe 80,8% gemessen wurden ($P > 0,05$). In der Literatur wurden keine Ergebnisse über den Einfluss von *Bacillus cereus* als Wirksubstanz auf die *in vitro* bzw. *in vivo* Verdaulichkeit bei Wiederkäuern gefunden.

Durch eine Rationsergänzung mit Hefekulturen (*Saccharomyces cerevisiae*) konnten im vorliegenden Versuch die Verdaulichkeiten der Rohnährstoffe bei Hammeln nicht signifikant beeinflusst werden. Hervorzuheben ist lediglich die erhöhte Rohfettverdaulichkeit (80,4%) gegenüber der Kontrolle (77,1%, $P > 0,05$) und der *Bacillus cereus*-Gruppe (75,0%, $P > 0,05$). In der Tendenz wurde die Rohfaserverdaulichkeit durch *Saccharomyces cerevisiae*-Zulage verschlechtert (56,7% zu 58,3% in der Kontrollgruppe). In Übereinstimmung mit den eigenen Befunden konnten zahlreiche Autoren durch Zulage von Hefekulturen keine Verbesserung der Rohnährstoffverdaulichkeit beobachten (ADAMS et al., 1981; HARRISON et al., 1988; ARAMBEL und KENT, 1990; CHADEMANA und OFFER, 1990; HUHTANEN, 1991; ARCOS-GARCIA et al., 2000; CABRERA et al., 2000). Auch MUTSVANGWA et al. (1992) fanden bei Bullen keinen Effekt auf die Verdaulichkeit, wenn sie Hefekulturen über die Konzentrate verabreichten. FIEMS et al. (1993) fanden nach Zulage von Hefekulturen bei Hammeln eine niedrigere scheinbare Verdaulichkeit (s. Tabelle 2.6).

JOUANY et al. (1998) hingegen stellten fest, dass die Hefekulturen die Verdaulichkeit der organischen Substanz erhöhen können, wenn den Hammeln Rationen mit leicht fermentierbaren Kohlenhydraten als Hauptbestandteil gefüttert werden. Die Autoren gehen davon aus, dass die Anzahl der Protozoen ansteigt und der Pansen-pH sich stabilisiert. Diese Bedingungen sind für cellulolytische Bakterien günstig, die für einen verstärkten Hemizellulose- und Zelluloseabbau verantwortlich sind.

WIEDEMEIER et al. (1987), WOHLT et al. (1991) und ERASMUS et al. (1992) fanden heraus, dass Hefekulturergänzung auf die Protein- und Hemizelluloseverdaulichkeit bei Milchkühen einen positiven Einfluss haben.

Andere Autoren berichten über eine Verbesserung der Rohrnährstoffverdaulichkeit durch Hefekulturen, wenn die Tiere eine faserreiche Ration bzw. geringwertige Futtermittel erhielten (AYALA et al., 1992; SOMMART et al., 1993; PLATA et al., 1994; MENDOZA et al., 1995).

Der im Rahmen des Versuchsprogramms durchgeführte Verdauungsversuch liefert keinen Beitrag zu einer Abklärung der unterschiedlichen Literaturbefunde. Die unter den aufgeführten Versuchsbedingungen (80% Maissilage, 20% Kraftfutter) gewonnenen Ergebnisse lassen keine Schlussfolgerungen über einen ergotropen Effekt von *Saccharomyces cerevisiae* und *Bacillus cereus* zu.

7 PRÜFUNG EINER *Bacillus cereus*-ZULAGE AUF MAST- UND AUSGEWÄHLTEN SCHLACHTLEISTUNGEN VON JUNGBULLEN (VERSUCH 4)

7.1 Material und Methode

7.1.1 Versuchsaufbau

Ziel des Fütterungsversuches war es, den Einfluss einer *Bacillus cereus*-Zulage auf die Mastkriterien Lebendmassezunahme, Futtermittelverzehr und Futteraufwand sowie auf die Schlachtausbeute und den Fettgehalt des Schlachtkörpers von Mastbullen zu prüfen. Das Probiotikum (100 mg/kg Kraftfutter bzw. 10^{10} KBE/g) erhielten die Versuchstiere über das Kraftfutter (KF). Das supplementierte Kraftfutter wurde mengenmäßig je nach Lebendmasse gestaffelt verabreicht (Tabelle 7.3).

Der Versuch erstreckte sich von April 1998 bis April 1999. Diese lange Versuchsdauer resultierte aus der versetzten Einstellung der Tiere. Da infolge der über mehrere Monate laufenden Abkalbungen (Oktober bis Februar) nicht gleichzeitig ausreichend Tiere mit gleicher Lebendmasse (ca. 185 kg) zur Verfügung standen, wurden über einen längeren Zeitraum jeweils aus den Gruppen (Kontrolle- und *Bacillus cereus*-Gruppe) die Bullen geschlachtet, die ca. 550 kg Lebendmasse erreicht hatten.

7.1.2 Tiermaterial und Haltung

Im Versuch standen insgesamt 64 Tiere, die in zwei Gruppen nach dem Zufallsprinzip (unter Berücksichtigung des Alters und der Lebendmasse) aufgeteilt wurden (Tabelle 7.1).

Die männlichen Kälber der Rasse „Deutsches Holstein“ stammten aus der eigenen Reproduktion der Versuchsherde der FAL und waren bis zum Versuchsbeginn (160–210 kg) den gleichen Haltungs- und Fütterungsbedingungen unterworfen. In der Kontrollgruppe mussten zwei Bullen wegen chronischer Gelenkentzündung bzw. starker Lahmheit aus dem Versuch genommen und notgeschlachtet werden, so dass nur 30 Tiere ausgewertet werden konnten.

Tabelle 7.1: Versuchsplan für Mastbullenversuch mit *Bacillus cereus*-Zulage.

Zeitraum	Gruppen			
	Kontrolle		<i>Bac. cereus</i> -Versuch 100 mg <i>Bacillus cereus</i> /kg KF	
	Tierzahl (n)	LM zu Versuchsbeginn (kg)	Tierzahl (n)	LM zu Versuchsbeginn (kg)
April 1998-April 1999	30	187,8 ±28,4	32	186,6 ±21,5

Die Tiere standen in einem nichtwärmegedämmten Bullenmaststall der Versuchstation der FAL in acht Boxen (5,0 x 8,0 m) auf Vollspaltenböden. Vier Boxen lagen nebeneinander, die anderen vier befanden sich auf der gegenüberliegenden Seite (acht Tiere pro Box). Somit standen vier Boxen für die Kontrollgruppe und vier Boxen für die Behandlungsgruppe zur Verfügung (pro Tier ca. 5,0 m² Fläche). Die Buchten waren durch Stahlrohrgitter voneinander getrennt. Der Verzehr an den Grundfuttermitteln Maissilage bzw. Kraftfutter wurde über die Transpondererkennung in der Ohrmarke für jedes Tier registriert.

Die Maissilage wurde in Futterkrippen (je ca. 0,8 x 0,7 m) mit Wiegeeinrichtung für jede Bucht zugeteilt und das Kraftfutter konnte über eine Kraftfutterstation mit Wiegeeinrichtung entsprechend des Versuchsplanes abgerufen werden. Neben der täglichen Erfassung des Futtermittels wurde für jedes Tier auch die Lebendmasse ermittelt. Das Trinkwasser stand zur freien Aufnahme zur Verfügung.

7.1.3 Fütterung der Versuchstiere

In diesem Versuch wurde als Grundfutter Maissilage ad libitum verabreicht, die von den betriebseigenen Flächen stammte. Das pelletierte Kraftfutter (Tabelle 7.2 und Anhang 5) wurde zur freien Aufnahme bis zu maximal 2,0 kg je Tier und Tag angeboten (Tabelle 7.3).

Tabelle 7.2: Mittlere Trockensubstanz-, Rohrnährstoff- und Energiegehalte der eingesetzten Futtermittel.

	T	OS	XP	XL	XF	XX	ME ²⁾ (MJ/kg T)
	(%)	in % der Trockensubstanz					
Maissilage	33,3 ±1,6	95,6 ±0,4	8,5 ±0,4	2,8 ±0,3	18,9 ±1,3	65,4 ±1,6	11,0 ±0,0
Kraftfutter ¹⁾	88,8 ±0,7	90,3 ±0,2	35,8 ±1,7	2,7 ±0,5	5,4 ±0,6	46,4 ±1,7	13,2 ±0,1

¹⁾ Zusammensetzung, s. Anhang 5

²⁾ berechnet nach AfB (1995)

Die Kraftfuttermischungen wurden je Tier und Tag in den aus Tabelle 7.3 ersichtlichen Mengen auf drei Mahlzeiten verteilt.

Tabelle 7.3: Futterplan für das verabreichte Kraftfutter (KF) ohne bzw. mit *Bacillus cereus*-Zulage.

Lebendmasseabschnitt (kg)	Gruppe		
	Kontrolle	BC	
	KF ¹⁾ (kg)	KF-1 ¹⁾ (kg)	KF-2 ²⁾ (kg)
180-250	1,5	0,6	0,9
251-350	1,7	0,4	1,3
351-450	1,9	0,3	1,6
451-550	2,0	0,2	1,8

¹⁾ Zusammensetzung in Anhang 5.

²⁾ Zusammensetzung wie KF¹⁾, jedoch mit 100 mg *Bacillus cereus* (10¹⁰ KBE/g) je kg

Aus dem Angebot von Kraftfutter 2 (Tabelle 7.3) resultieren Aufnahmen an *Bacillus cereus* von 90 bis 180 mg je Tier und Tag. Das zunehmende Angebot an Kraftfutter sollte gewährleisten, dass die *Bacillus cereus*-Aufnahme je kg Futter-T im Mastverlauf annähernd konstant bleibt. Das bedeutet, dass je kg T-Aufnahme etwa 20 mg *Bacillus cereus* verzehrt wurden.

Die Ermittlung der Trockenmasse- und Rohrnährstoffgehalte in den Futtermitteln erfolgte im Laufe des Versuches achtmal bei Kraftfutter und im wöchentlichen Abstand bei Maissilage. Die ME-Gehalte wurden nach den Empfehlungen des AfB (1995) aus den Rohrnährstoffgehalten mit den in den Hammelversuchen gemessenen Verdauungs-

Koeffizienten ermittelt. Beim Kraftfutter erfolgte diese Berechnung mit den Analysenwerten und unter Verwendung von Verdauungskoeffizienten der DLG-Futterwerttabelle (1997).

7.1.4 Prüfung der Schlachtleistung

Die Masttiere wurden bis zur rassentypischen Mastendmasse von etwa 550 kg gemästet und anschließend im Schlachthaus des Institutes geschlachtet. Vor der Schlachtung wurden alle Tiere einer 24-stündigen Nüchterung unterzogen. Die letzte Wägung erfolgte zehn Minuten vor der Schlachtung, die im anstaltseigenem Schlachthaus stattfand. Bei der Schlachtung wurden die folgenden vier Merkmale ermittelt:

- 1) Gewicht des Schlachtkörpers
- 2) Schlachtausbeute (%)
- 3) Gewicht der Nieren- und des Beckenhöhlenfettes
- 4) Gewicht der Innereien

Alle Gewichte sind Warmgewichte, da sie unmittelbar nach der Schlachtung festgestellt wurden. Der zwischen Hinterhauptbein und Atlas vom Rumpf abgetrennte Kopf wurde ungehäutet gewogen. Die Vorderfüße wurden am Carpalgelenk, die Hinterfüße am Tarsalgelenk abgetrennt und das Gewicht mit Haut und Klauen ermittelt. Das Nieren- und Beckenhöhlenfett wurde vor dem Wiegen des Schlachtkörpers entfernt und ebenfalls gewogen.

7.2 Versuchsergebnisse

7.2.1 Futteraufnahme

Durch Multiplikation des rechnergestützt erfassten Futtermittels mit den in Tabelle 7.2 aufgeführten Nährstoffen bzw. der Energie ergeben sich die in Tabelle 7.4 dargestellten Verzehrsdaten, die den gesamten Versuchszeitraum von $187,2 \pm 18,5$ kg bis $554,8 \pm 9,9$ kg LM berücksichtigen.

Tabelle 7.4: Futter-, Protein- und Energieaufnahme je Tier und Tag ohne bzw. mit *Bacillus cereus*-Zulage über die gesamten Mastperiode.

	Gruppe	
	Kontrolle	<i>Bacillus cereus</i> (20 mg /kg T)
Tierzahl	30	32
<u>Aufnahme (je Tier und Tag)</u>		
Kraftfutter (kg T)	1,6 ±0,1	1,6 ±0,0
Maissilage (kg T)	6,2 ±0,4	6,3 ±0,4
T-Aufnahme (kg)	7,8 ±0,4	7,9 ±0,4
Rohprotein (g)	1085 ±51	1107 ±30
Umsetzbare Energie (MJ ME)	88,2 ±4,6	89,7 ±3,9

Wie der Tabelle 7.4 zu entnehmen ist, bestanden über den gesamten Mastabschnitt hinweg betrachtet, keine signifikanten Unterschiede der geprüften Kriterien von Kontroll- und Versuchsgruppe.

Um zu überprüfen, inwieweit sich eine *Bacillus cereus*-Zulage auf die eventuellen Stresssituationen zu Versuchsbeginn, wie z.B. Futterwechsel, Gruppenzusammensetzung, Umstallung, veränderte hygienische Haltungsbedingungen u.a. auswirkt wie es u.a. von BLECHA et al. 1984 ; COLE et al. 1992; KLEIN 1995 beobachtet wurde, erfolgt in Tabelle 7.5 eine detaillierte Auswertung nach Mastabschnitten.

Tabelle 7.5: Futter-, Protein- und Energieaufnahme je Tier und Tag ohne bzw. mit *Bacillus cereus*-Zulage in der Vor- und Endmast.

	Gruppe	
	Kontrolle	<i>Bacillus cereus</i> (20 mg /kg T)
1. Mastabschnitt (180-350 kg LM)		
<u>Aufnahme (je Tier und Tag)</u>		
Kraftfutter (kg T)	1,4 ±0,1	1,5 ±0,0
Maissilage (kg T)	5,2 ±0,4	5,3 ±0,4
T-Aufnahme (kg)	6,6 ±0,4	6,8 ±0,4
Rohprotein (g)	945 ±0,0	970 ±0,0
Umsetzbare Energie (MJ ME)	75,6 ±4,2	76,8 ±4,7
2. Mastabschnitt (350-555 kg LM)		
<u>Aufnahme (je Tier und Tag)</u>		
Kraftfutter (kg T)	1,7 ±0,1	1,7 ±0,1
Maissilage (kg T)	6,9 ±0,6	7,0 ±0,5
T-Aufnahme (kg)	8,6 ±0,6	8,7 ±0,6
Rohprotein (g)	1178 ±0,1	1200 ±0,1
Umsetzbare Energie (MJ ME)	97,1 ±6,6	98,8 ±6,2

Weder in der Vor- noch in der Endmast konnten signifikante Unterschiede in den geprüften Aufnahmekriterien zwischen der Versuchs- und Kontrollgruppe ermittelt werden.

7.2.2 Lebendmassezunahme

Die über den gesamten Versuchszeitraum erzielten Zunahmen sind aus Tabelle 7.6 ersichtlich. Die mittleren täglichen Zunahmen betragen in der Kontrollgruppe 1424 g und in der Versuchsgruppe 1472 g ($P>0,05$). Die *Bacillus cereus* –Gruppe hatte eine nicht signifikant höhere Lebendmassezunahme von 3,4 %, was vermutlich mit der etwas höheren T-Aufnahme korrespondiert (s. Tabelle 7.4).

Tabelle 7.6: Lebendmassezunahmen je Tier und Tag ohne bzw. mit *Bacillus cereus*-Zulage.

	Gruppe	
	Kontrolle	<i>Bacillus cereus</i> (20 mg /kg T)
<u>Gesamtperiode</u>		
Versuchstage	260 ±28,4	252 ±25,2
LM zu Versuchsbeginn (kg)	188,0 ±15,1	187,0 ±21,5
LM zu Versuchsabschluss (kg)	554,2 ±11,5	555,3 ±8,4
Lebendmassezunahme (g/Tier/Tag)	1424 ±160	1472 ±120
1. Mastabschnitt (180-350 kg LM)		
Lebendmassezunahme (g/Tier/Tag)	1629 ±122	1658 ±129
2. Mastabschnitt (350 -555 kg LM)		
Lebendmassezunahme (g/Tier/Tag)	1299 ±227	1352 ±154

Betrachtet man die Lebendmassezunahme in den einzelnen Mastabschnitten, so konnten durch *Bacillus cereus* –Zulagen in der Vormast mit 1658 g/Tier und Tag eine um 1,8% und in der Endmast mit 1352 g/Tier und Tag eine um 4,1% höhere Zunahme im Vergleich zur Kontrollgruppe (1629 bzw. 1299 g/Tier und Tag) erzielt werden ($P > 0,05$).

Die im Versuch erreichten hohen Zuwachsleistungen sind wesentliche Voraussetzungen für den wirtschaftlichen Erfolg in der Bullenmast. Durch einen hohen Lebendmassezuwachs je Tier und Tag wird die Mastdauer verkürzt, wodurch der Anteil des Erhaltungsfutters reduziert und die Stallplatzausnutzung verbessert wird.

7.2.3 Futteraufwand

Angaben über den Aufwand an Futter und umsetzbarer Energie für den Zuwachs enthält Tabelle 7.7. Bei den Futter- bzw. Energieaufwandsdaten je kg Zuwachs über den gesamten Mastabschnitt konnten keine signifikanten Differenzen zwischen der Gruppen registriert werden. Der Aufwand an umsetzbarer Energie je kg Zunahme lag mit 61,2 MJ ME bei der

supplementierten Gruppe geringfügig niedriger im Vergleich zur Kontrollgruppe (62,6 MJ ME).

Tabelle 7.7: Futter- (kg T/kg LMZ) bzw. Energieaufwand (MJ ME/kg LMZ) ohne bzw. mit *Bacillus cereus*-Zulage.

	Gruppe	
	Kontrolle	<i>Bacillus cereus</i> (20 mg /kg T)
<u>Gesamtperiode</u>		
Futteraufwand (kg T/kg LMZ)	5,5 ±0,6	5,4 ±0,4
Energieaufwand (MJ ME/kg LMZ)	62,6 ±6,4	61,2 ±4,5
1. Mastabschnitt (180-350 kg LM)		
Futteraufwand (kg T/kg LMZ)	4,1 ±0,3	4,1 ±0,3
Energieaufwand (MJ ME/kg LMZ)	46,6 ±3,7	46,5 ±3,5
2. Mastabschnitt (350 -555 kg LM)		
Futteraufwand (kg T/kg LMZ)	6,7 ±0,6	6,5 ±0,6
Energieaufwand (MJ ME/kg LMZ)	76,3 ±10,2	73,7 ±6,6

Während im ersten Mastabschnitt keine Unterschiede zwischen Kontroll- und Versuchsgruppe in den Parametern bestanden, konnten in der Endmast durch die *Bacillus cereus* –Zulage der Futteraufwand um 3,0% und der Energieaufwand um 3,4% ($P>0,05$) gesenkt werden.

7.2.4 Schlachtparameter

Tabelle 7.8 gibt einen Überblick über Schlachtausbeute und Fettgehalt im Schlachtkörper in Abhängigkeit von der Versuchsfragestellung. Mastend- (Tabelle 7.6) und Schlachthofgewicht (Lebendmasse vor der Schlachtung) unterscheiden sich durch den Einfluss der 24-stündigen Nüchterung. Diese Gewichtsverluste sind in den beiden Gruppen gleich. Schlachtkörper und Schlachtausbeute wurden durch die Versuchsfrage nicht beeinflusst. Der höhere Fettgehalt, gemessen am Bauchfett (Tabelle 7.8), der mit die *Bacillus cereus* supplementierten Tiere von 49,9 kg bzw. 46,7 kg bei den Kontrolltieren ($P>0,05$) kann auf die um 3,45 % höhere mittlere Tageszunahme zurückgeführt werden. Auf die Zusammenhänge zwischen Tageszunahmen und Fetteinlagerung bei Mastbullen verweisen WAGNER und LANDFRIED (1999).

Tabelle 7.8: Schlachtkriterien in Abhängigkeit einer *Bacillus cereus*-Zulage

	Gruppe	
	Kontrolle	<i>Bacillus cereus</i> (20 mg /kg T)
Lebendmasse vor der Schlachtung (kg)	537,8 ±14,0	538,0 ±10,9
Schlachtkörper warm (kg)	282,5 ±9,8	283,4 ±9,1
Schlachtausbeute ¹⁾ (%)	52,5 ±1,3	52,7 ±1,4
Summe Bauchfett ²⁾ (kg)	46,7 ±6,4	49,9 ±7,5
Summe Innereien ³⁾ (kg)	16,29 ±0,91	16,09 ±1,2

¹⁾ Schlachtkörper warm in % der LM vor der Schlachtung.

²⁾ Summe Beckenhöhlen-, Nieren-, Magen- und Darmfett.

³⁾ Summe Rückenmark, Herz, Leber, Lunge, Milz, 2 Nieren, Zunge, Thymus.

7.3 Diskussion

Im durchgeführten Fütterungsversuch konnte eine leichte Verbesserung der Mastparameter Lebendmassezunahme und Futter- bzw. Energieaufwand ($P>0,05$) durch Zusatz des Präparates PACIFLOR mit der Wirksubstanz *Bacillus cereus* bei Mastbullen beobachtet werden. Die Schlachtausbeute in % wurde durch das Probiotikum nicht beeinflusst, die Bauchfettmenge war leicht erhöht ($P>0,05$).

Frühere Versuche haben gezeigt, dass durch *Bacillus cereus*-Ergänzung die Tierleistungsparameter bei Bullen verbessert werden können. KLEIN (1995) fand eine um 4,5% höhere Lebendmassezunahme bei etwas höheren Futteraufnahmen. Der Energieaufwand war 3,9 % niedriger. WAGNER und LANDFRIED (1999) konnte bei Bullen durch den Einsatz des Präparates Toyocerin, das Sporen von *Bacillus cereus toyoi* enthielt, die tierischen Leistungen steigern. Die Bullen aus der Versuchs-Gruppe erreichten im Vergleich zu der Kontrollgruppe eine um rund 6,5 % höhere Tageszunahme. DAENICKE und LEBZIEN (1994) ermittelten nach Toyocerin Ergänzung bei der Bullenmast tendenziell bessere Mastleistungen. In der Schlachtausbeute bestanden jedoch keine Unterschiede und die Kontrolltiere wiesen 12% mehr Bauchfett auf. BOLDT (1993) berichtet, dass der Einfluss von Toyocerin auf die Futteraufnahme und die Lebendmassezunahme nicht signifikant war, tendenziell konnte jedoch eine geringfügige Verringerung der Futteraufnahme beobachtet werden (s. Tabelle 2.1).

In den Untersuchungen von DAENICKE et al. (1995) konnte durch den Einsatz von *Streptococcus faecium* (Cernelle 68) in der Mast von Fleckviehbullen die Tageszunahmen (+6,1%) und den Futteraufwand (-6,6 %) signifikant beeinflusst werden. Jedoch zeigte sich kein Einfluss auf Schlachtausbeute und Fettgehalt im Schlachtkörper.

GESSLER et al. (1995) erzielten durch *Bacillus cereus* – Sporen des Stammes 9276 in der Intensivmast bei Lämmern eine höhere Lebendmassezunahme (+17 %) und einen besseren Futteraufwand (-16 %).

Über die ergotrope Wirkung von Probiotika in der Kälbermast wurde bereits mehrfach berichtet. BURGSTALLER et al. (1983, 1984) konnten mit *Streptococcus faecium* (Stamm M 74 und Stamm SF 68) signifikante Verbesserungen der täglichen Zunahmen und des Futteraufwandes beobachten, die sich jedoch nicht in den Schlachtergebnissen widerspiegelten. LETTNER (1987) berichtet nach Zulage des Probiotikums Toyocerin bei Mastkälbern von 8,6 % Zunahmesteigerung und 7,4% geringerem Futteraufwand. ROTH und KIRCHGESSNER (1988) erzielten mit Toyocerin in der Kälbermast signifikant höhere Tageszunahmen (7,1 %) und einen 6,4 % besseren Futteraufwand, wobei ein gleichzeitig getesteter herkömmlicher Leistungsförderer mit antibakterieller Wirksamkeit keine nachweisbare weitere Leistungssteigerung erbrachte. ROTH et al. (1992) berichteten auch von signifikanten Leistungssteigerungen nach PACIFLOR-Gaben in der Kälbermast. Die positiven Ergebnisse in der Kälbermast werden im Zusammenhang mit einem stabileren Gesundheitsstatus der Versuchstiere diskutiert (ROTH et al. 1992, WELLHÖFER 1997). DAENICKE et al. (1998) berichteten hingegen, dass die PACIFLOR Ergänzung keinen Einfluss in der Kälbermast hatte. In diesem Versuch gab es jedoch Gesundheitsprobleme (Atemwegserkrankung) bei den Kälbern. Auch JENNY et al. (1991) ermittelten nach *Bacillus subtilis* (Biomate 2B)-Ergänzung keine signifikant Effekte ($P > 0,05$) bei Kälbern, da die Tiere eine instabile Gesundheit aufwiesen (s. Tabelle 2.2).

Zusammenfassend ist festzustellen, dass *Bacillus cereus*-Supplemente einen positiven Effekt auf Wachstum und Futteraufwand ausüben können. Verschiedene Einflussgrößen, wie Rationsgestaltung, Alter und Gesundheit der Tiere u. a., erlauben jedoch nicht in jedem Fall eine Reproduktion dieses Ergebnisse.

8 PRÜFUNG EINER *Saccharomyces cerevisiae* –ZULAGE AUF MAST- UND AUSGEWÄHLTEN SCHLACHTPARAMETER VON JUNGBULLEN (VERSUCH 5)

8.1 Material und Methode

8.1.1 Versuchsaufbau

Anliegen des Fütterungsversuches war es, den Einfluss einer Rationsergänzung mit dem Probiotika Yea Sacc¹⁰²⁶, basierend auf Hefekulturen (*Saccharomyces cerevisiae*), auf Lebendmassezunahme, Futterverzehr und Futteraufwand sowie Schlachtkriterien bei Mastbullen zu untersuchen. Der Versuch 5 erstreckte sich von Mai 1999 bis Mai 2000. Diese lange Versuchsdauer resultierte aus der versetzten Einstellung der Tiere. Da infolge der über mehrere Monate laufenden Abkalbungen (Oktober bis Februar) nicht gleichzeitig ausreichend Tiere mit gleicher Lebendmasse (ca. 185 kg) zur Verfügung standen, wurden über einen längeren Zeitraum jeweils aus den Gruppen (Kontrolle- und *Sacc. cerevisiae* Gruppe) die Bullen geschlachtet, die ca. 530 kg Lebendmasse erreicht hatten.

8.1.2 Tiermaterial und Haltung

In diesem Bullenmastversuch wurden insgesamt 64 Tiere einbezogen, die in zwei Gruppen nach dem Zufallsprinzip (unter Berücksichtigung des Alters und der Lebendmasse) eingeteilt wurden (Tabelle 8.1). Die Abstammung der Tiere und die Haltungsbedingungen stimmen mit den in 7.2 beschriebenen Bedingungen des Versuches 4 überein.

Tabelle 8.1: Versuchsplan für Mastbullenversuch mit *Saccharomyces cerevisiae*-Zulage.

Zeitraum	Gruppen			
	Kontrolle		<i>Saccharomyces cerevisiae</i> -Versuch 5 g <i>Sacc. Cerevisiae</i> /kg KF	
	Tierzahl (n)	LM zu Versuchsbeginn (kg)	Tierzahl (n)	LM zu Versuchsbeginn (kg)
Mai 1999-Mai 2000	32	188,6 ±18,4	32	189,1 ±16,1

8.1.3 Fütterung der Versuchstiere

Im Versuch 5 wurden die gleichen Futtermittel wie in Versuch 4 verfüttert. Die aktuellen Roh Nährstoffgehalte und der Energiegehalt der Maissilage und des pelletierten Kraftfutters sind der Tabelle 8.2 zu entnehmen.

Tabelle 8.2: Mittlere Trockensubstanz-, Roh Nährstoff- und Energiegehalte der eingesetzten Futtermittel.

	T (%)	OS	XP	XL	XF	XX	ME ²⁾
		in % der Trockensubstanz					(MJ/kg T)
Maissilage	31,3 ±2,1	95,9 ±0,9	8,0 ±0,6	2,5 ±0,5	21,7 ±2,24	63,7 ±2,8	10,4 ±0,1
Kraftfutter ¹⁾	87,4 ±1,2	89,9 ±0,2	34,0 ±0,5	2,7 ±0,1	5,7 ±0,1	47,5 ±0,3	13,2 ±0,1

¹⁾ Zusammensetzung in Anhang 5

²⁾ berechnet nach AfB (1995)

Die Kraftfuttermischungen wurden je Tier und Tag in den aus Tabelle 8.3 ersichtlichen Mengen auf drei Mahlzeiten verteilt. Die Kraftfuttermischung 2 enthielt 5 g *Sacc. cerevisiae* je kg Futter. Durch Erhöhung der Kraftfuttermenge von 0,7 auf 1,5 kg je Tier und Tag (Tabelle 8.3) steigt im Mastverlauf die Hefeaufnahme von 3,5 auf 7,5 g je Tag an. Je kg T-Aufnahme wurden etwa 0,8 g *Saccharomyces cerevisiae* verzehrt.

Tabelle 8.3: Futterplan für das verabreichte Kraftfutter ohne bzw. mit *Saccharomyces cerevisiae*-Zulage.

Lebendmasse (kg)	Kontrolle	Versuch	
	KF ¹⁾ (kg)	KF ¹⁾ (kg)	KF ²⁾ (kg)
180-250	1,5	0,8	0,7
251-350	1,7	0,8	0,9
351-450	1,9	0,7	1,2
451-530	2,0	0,5	1,5

¹⁾ Zusammensetzung in Anhang 5

²⁾ Zusammensetzung wie KF¹⁾, jedoch mit 5 g *Saccharomyces cerevisiae* (10⁸ KBE/g) je kg

Die Ermittlung der Trockenmasse- und Roh Nährstoffgehalte in den Futtermitteln erfolgte bei Kraftfutter achtmal im Laufe des Versuches und bei Maissilage im wöchentlichen Abstand aus Sammelproben. Die ME-Gehalte wurden nach der Formel des AfB (1995) aus den

Rohnährstoffgehalten und den in den Hammelversuchen gemessenen Verdauungskoeffizienten ermittelt. Beim Kraftfutter erfolgte diese Berechnung aus den Analysenwerten und unter Verwendung von Verdauungskoeffizienten der DLG-Futterwerttabelle (1997).

8.1.4 Prüfung der Schlachtleistung

Die Mastbullen wurden bis zu einer Lebendmasse von etwa 528 kg gemästet und danach geschlachtet. Die Ermittlung der Schlachtleistung unterschied sich nicht von der in 7.1.4 beschriebenen Methode.

8.2 Versuchsergebnisse

8.2.1 Futteraufnahme

Unter Berücksichtigung der Futteraufnahme und der in Tabelle 8.2 aufgeführten Rohnährstoffdaten und des dort mitgeteilten Energiegehaltes wurden die in Tabelle 8.4 dargestellten Verzehrdaten errechnet, die den gesamten Versuchszeitraum von $188,9 \pm 17,3$ kg bis $528,5 \pm 7,9$ kg LM berücksichtigen.

Tabelle 8.4: Futter-, Protein- und Energieaufnahme je Tier und Tag ohne bzw. mit *Saccharomyces cerevisiae* -Zulage über die gesamte Mastperiode.

	Gruppen	
	Kontrolle	SC (0,8 g <i>Saccharomyces cerevisiae</i> /kg T)
Tierzahl	32	32
<u>Aufnahme (je Tier und Tag)</u>		
Kraftfutter (kg T)	1,7 \pm 0,1	1,7 \pm 0,1
Maissilage (kg T)	5,7 \pm 0,4	5,7 \pm 0,6
T-Aufnahme (kg)	7,4 \pm 0,4	7,4 \pm 0,5
Rohprotein (g)	1038 \pm 50	1026 \pm 48
Umsetzbare Energie (MJ ME)	82,4 \pm 4,6	81,9 \pm 5,4

Betrachtet man die Futtermitteldaten über den gesamten Mastabschnitt hinweg (Tabelle 8.4), dann ist kein Einfluss der probiotischen Substanz erkennbar. Zur gleichen Schlussfolgerung gelangt man, wenn die Mastperioden detailliert betrachtet werden (Tabelle 8.5).

Tabelle 8.5: Trockensubstanz- und Energieaufnahme je Tier und Tag ohne bzw. mit *Saccharomyces cerevisiae* -Zulage in der Vor- und Endmast.

	Gruppen	
	Kontrolle	SC (0,8 g <i>Saccharomyces cerevisiae</i> /kg T)
1. Mastabschnitt (180-350 kg LM)		
<u>Aufnahme (je Tier und Tag)</u>		
Kraftfutter (kg T)	1,8 ±0,2	1,7 ±0,2
Maissilage (kg T)	5,0 ±0,4	5,0 ±0,4
T-Aufnahme (kg)	6,8 ±0,5	6,7 ±0,5
Rohprotein (g)	945 ±0,0	970 ±0,0
Umsetzbare Energie (MJ ME)	75,2 ±5,5	74,9 ±5,3
2. Mastabschnitt (350-530 kg LM)		
<u>Aufnahme (je Tier und Tag)</u>		
Kraftfutter (kg T)	1,7 ±0,0	1,6 ±0,1
Maissilage (kg T)	6,3 ±0,5	6,3 ±0,7
T-Aufnahme (kg)	8,0 ±0,5	7,9 ±0,7
Rohprotein (g)	1178 ±0,1	1200 ±0,1
Umsetzbare Energie (MJ ME)	87,8 ±5,3	87,1 ±6,8

8.2.2 Lebendmassezunahme

Die Mittelwerte der Gewichtsentwicklung über den gesamten Versuchsverlauf hinweg sind der Tabelle 8.6 zu entnehmen. Bei den mittleren täglichen Zunahmen ergab sich keine Differenz zwischen Kontroll- (1399 g) und Versuchsgruppe (1401 g/Tier und Tag).

Tabelle 8.6: Lebendmassezunahmen je Tier und Tag ohne bzw. mit *Saccharomyces cerevisiae*-Zulage.

	Gruppen	
	Kontrolle	SC (0,8 g <i>Saccharomyces cerevisiae</i> /kg T)
<u>Gesamtperiode</u>		
Versuchstage	245 ±24,4	246 ±29,1
LM zu Versuchsbeginn (kg)	188,6 ±18,4	189,1 ±16,5
LM zu Versuchsabschluss (kg)	527,8 ±8,8	529,2 ±7,0
Lebendmassezunahme (g/Tier/Tag)	1399 ±150	1401 ±150
1. Mastabschnitt (180-350 kg LM)		
Lebendmassezunahme (g/Tier/Tag)	1497 ±139	1521 ±148
2. Mastabschnitt (350-530 kg LM)		
Lebendmassezunahme (g/Tier/Tag)	1310 ±188	1294 ±174

Die Differenzen in der Lebendmasseentwicklung in den einzelnen Mastabschnitten (Tabelle 8.6) sind auch auf Grund der vorhandenen Streuung der Einzelwerte nicht auf die Versuchsfragestellung zurückzuführen.

8.2.3 Futteraufwand

Die ermittelten Futter- und Energieaufwandsdaten wurden in Tabelle 8.7 zusammengestellt. Auch hier ist kein Einfluss der Hefezusatzes zu erkennen.

Tabelle 8.7: Futter- (kg T/kg LMZ) bzw. Energieaufwand (MJ ME/kg LMZ) ohne bzw. mit *Saccharomyces cerevisiae*-Zulage.

	Gruppen	
	Kontrolle	SC (0,8 g <i>Saccharomyces cerevisiae</i> /kg T)
<u>Gesamtperiode</u>		
Futteraufwand (kg T/kg LMZ)	5,4 ±0,6	5,3 ±0,43
Energieaufwand (MJ ME/kg LMZ)	59,4 ±6,2	58,8 ±3,8
1. Mastabschnitt (180-350 kg LM)		
Futteraufwand (kg T/kg LMZ)	4,5 ±0,4	4,4 ±0,3
Energieaufwand (MJ ME/kg LMZ)	50,5 ±4,6	49,4 ±3,2
2. Mastabschnitt (350-530 kg LM)		
Futteraufwand (kg T/kg LMZ)	6,2 ± 0,8	6,2 ±0,5
Energieaufwand (MJ ME/kg LMZ)	68,1 ±8,7	68,0 ±6,0

Die Futter- bzw. Energieaufwandsdaten sind in keinem der erfassten Mastabschnitte signifikant unterschiedlich.

8.2.4 Schlachtparameter

Einige Schlachtleistungsparameter sind in Tabelle 8.8 zusammengestellt. Mastendgewicht (Tabelle 8.6) und Schlachthofgewicht (Lebendmasse vor der Schlachtung) unterschieden sich durch den Einfluss der 24-stündigen Nüchterung. Diese Gewichtsverluste betragen bei der Kontroll-Gruppe 2,6 % und bei der mit Hefekulturen ergänzten Versuchsgruppe 3,1%. Die Schlachtausbeute in % stellt den relativen Anteil des warmen Schlachtkörpergewichts am Schlachthofgewicht dar. Die Differenzen in der Schlachtausbeute (Kontrolle: 52,6%, Versuch: 53,3%) konnten statistisch nicht gesichert werden ($P > 0,05$).

Tabelle 8.8: Schlachtparameter in Abhängigkeit einer *Saccharomyces cerevisiae*-Zulage.

	Gruppen	
	Kontrolle	SC (0,8 g <i>Saccharomyces cerevisiae</i> /kg T)
Lebendmasse vor der Schlachtung (kg)	513,9 ±9,0	513,0 ±7,5
Schlachtkörper warm (kg)	270,0 ±7,5	273,4 ±7,3
Schlachtausbeute ¹⁾ (%)	52,6 ±1,5	53,3 ±1,6
Summe Bauchfett ²⁾ (kg)	44,4 ±5,0	42,3 ±7,0
Summe Innereien ³⁾ (kg)	15,91 ±1,0	15,78 ±0,9

¹⁾ Schlachtkörper warm in % der LM vor der Schlachtung.

²⁾ Summe Beckenhöhlen-, Nieren-, Magen- und Darmfett.

³⁾ Summe Rückmark, Herz, Leber, Lunge, Milz, 2 Nieren, Zunge, Thymus.

Das Bauchfett, als Summe von Beckenhöhlen-, Nieren-, Magen- und Darmfett, der Versuchsgruppe lag um 2,1 kg unter den Werten der Kontrolle (Tabelle 8.8), die Differenzen sind nicht statistisch gesichert ($P > 0,05$).

8.3 Diskussion

Die im Versuch 5 geprüften Hefekulturen des Stammes *Saccharomyces cerevisiae* hatten bei Mastbullen über einen Lebendmasseabschnitt von $188,9 \pm 17,3$ bis $528,5 \pm 7,9$ kg und einer Mastration auf Basis von Maissilage und Kraftfutter keinen signifikanten Einfluss auf die untersuchten Mast- und Schlachtkriterien. Lediglich in der Vormast konnte eine tendenziell höhere Tageszunahme in der Versuchsgruppe registriert werden ($P > 0,05$). Zu ähnlichen Ergebnissen in der Vormastperiode kamen FIEMS et al. (1995), die daraus schlussfolgerten, dass die Hefekulturen den Umstellungsstress kompensieren helfen.

Während im vorliegenden Versuch kein Einfluss auf die T-Aufnahme und den Futteraufwand zu beobachten war, registrierte BAX (1988) eine gesteigerte T-Aufnahme durch Zulagen von Hefekulturen. ADAMS et al. (1981), EDWARDS et al. (1990) und MUTSVANGWA et al. (1992) berichteten über eine signifikante ($P < 0,05$) Steigerung der Trockensubstanzaufnahme durch die Hefekulturergänzung bei Mastbullen mit intensiver Kraftfuttermast.

Lebendmassezunahme und Futteraufwand unterschieden sich nicht von den Daten der Kontrolltiere. FIEMS et al. (1995) beobachteten eine positiv höhere T-Aufnahme bei nicht signifikant höherer Lebendmassezunahme ($P > 0,05$). In Untersuchungen von KIMENAI (1990) erhöhte die Zulage der Hefekulturen zu der Mastbullenration die Lebendmassezunahmen und die Schlachtausbeute. Im Unterschied dazu konnten in Untersuchungen von ANDERSEN et al. (1992) durch Hefekulturen in kraftfutterintensiven Bullenrationen mit Maissilage als Grundfutterkomponente keine Leistungssteigerung erzielt werden. Zu analogen Schlussfolgerungen kamen EL HASSAN et al. (1996) nach der Verfütterung von Gerste als Hauptfutterkomponente. Dagegen fanden McLEOD et al. (1991) bei einer Ration mit 70 % Getreide heraus, dass die Hefekulturergänzung den Futteraufwand im Vergleich zur Kontrollgruppe verbesserte. BESSON und PERRY (1952) berichteten, dass die Hefekulturergänzung bei Mastbullen mit Maiskolben (CCM)- Silagefütterung zu keiner Leistungssteigerung führte. DRENNAN (1990) konnte nach Hefekultursupplementen in einer auf Grassilage basierenden Ration, die Lebendmassezunahme um 6,8% und das Schlachtkörpergewicht um 5,7% im Vergleich zur Kontrolle steigern.

DAENICKE et al. (1997) konnten beim Einsatz von einer Hefekultur eine positive Wirkung auf die Aufzuchtleistung von Kälbern beobachten. Die tägliche Lebendmassezunahme war um 4,4 % höher und der Aufwand an umsetzbarer Energie um 8,3 % niedriger. Hingegen fanden QUIGLEY et al. (1992) bei Kälbern keine signifikante Wirkung auf die Lebendmassezunahme sowie die Trockensubstanzaufnahme.

DANN et al. (2000) ermittelten bei Kühen eine Steigerung der Trockensubstanzaufnahme bei gleicher Milchproduktion nach einer Rationsergänzung mit Hefekulturen (s. Tabelle 2.8).

Bei einer Wertung der sich zum Teil widersprechenden Literaturbefunde zum Einsatz von Hefekulturen in der Fütterung von Wiederkäuern ist zu berücksichtigen, dass die Fütterungs- und Haltungsbedingungen, die Versuchsdauer, das Tiermaterial und die hygienischen Bedingungen jeweils andere waren bzw. in den Veröffentlichungen nicht definiert werden und somit ein direkter Vergleich der Ergebnisse problematisch ist.

9 SCHLUBFOLGERUNGEN

Unter den vorliegenden Versuchsbedingungen zeigten sich keine signifikanten Effekte von *Bacillus cereus* und *Saccharomyces cerevisiae* bei Schafen und Mastrindern. Diese Feststellung trifft sowohl auf die Verhältnisse im Pansen, die Verdaulichkeit sowie die Mast- und Schlachtleistung von Mastrindern zu.

Der *in sacco* Trockensubstanzabbau der unterschiedlichen Futtermittel wurde durch die Probiotikaergänzung nicht signifikant beeinflusst (s. Tabelle: 4.5), wie auch in anderen Versuchen beobachtet wurde (HADJIPANAYIOUTOU et al., 1997; ARCOS-GARCIA et al., 2000).

Die meisten Pansenparameter waren bei beiden Probiotikaergänzungen und den Probiotikadosierungen nicht signifikant beeinflusst (s. Tabelle: 5.1 und 5.2). Die minimalen Veränderungen dieser Parameter sind schwer zu interpretieren.

Die Probiotikaergänzung hatte keinen Einfluss auf die scheinbare Verdaulichkeit der Ration (s. Tabelle: 6.4). Auch MALCOM und KIESLING (1990) fanden keinen Unterschied in der scheinbaren Verdaulichkeit der Futtermittel heraus. WILLIAMS et al. (1991) sind der Ansicht, dass die Hefekulturen die Futtermittelverdaulichkeit nicht beeinflussen, weil die Futtermittelverdaulichkeit stärker von der physikalischen Struktur des Futters und weniger von den Veränderungen der Mikrobenbesiedlung im Pansen abhängig ist. Daher könnten die Hefekulturerergänzungen bei hohen Faserrationen bzw. geringer Futterqualität keine Wirkung auf die Tierleistungen haben.

Die Versuchsergebnisse zeigen, dass *Bacillus cereus* bzw. *Saccharomyces cerevisiae* in der Rindermast die Lebendmassezunahmen und den Futteraufwand nicht verbessern (s. Tabelle: 7.4, 7.5, 7.6, 7.7, 7.8, 8.4, 8.5, 8.6, 8.7 und 8.8). Auch in der Literatur existiert kein einheitliches Bild über die Reaktion wachsender Rinder bei Probiotikazulage. Es gibt Versuche, bei denen Probiotika zu Mehrzunahmen und eine Senkung des Futteraufwandes führten. In Übereinstimmung mit den vorliegenden Befunden ermittelten andere Versuchsanstellen keinen Einfluss auf die Mast- und Schlachtleistung. Einzelne Autoren berichten sogar von Minderleistungen. Eine Ursache für die unterschiedlichen Reaktionen der Tiere könnten verschiedene Rationsgestaltungen sein.

Gegenwärtig liegen wenige systematische Versuche vor, die die Abhängigkeiten zwischen spezifischen Probiotika-Ergänzungen und Diäten beschreiben.

Es sollten mehrere Modelle entwickelt werden, die die Wirkungen von Probiotika-Ergänzungen in der praktischen Fütterung erklären. Dadurch kann die Entwicklung von bestimmten Probiotika-Stämmen, die die spezifischen Diäten beeinflussen, gefördert werden.

10 ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit diene sowohl im praktischen Versuchsaufbau als auch vor dem theoretischem Hintergrund der Einarbeitung in Versuchstechniken, die der Tierernährung zur Verfügung stehen, um spezifische Probleme zu erfassen und zu hinterfragen.

Sowohl der *in sacco*-Versuch als auch die Verdauungsversuche geben erste Auskünfte über den Futterwert des zu prüfenden Futtermittels bzw. des Futterzusatzes. Mit Hilfe fistulierter Tiere ist es möglich, die mikrobiellen Vorgänge im Pansen von Wiederkäuern zu erfassen und Rückschlüsse auf die ablaufenden Fermentationsbedingungen zu ziehen. Darauf aufbauend können dann Mast- und Schlachtkriterien in der praktischen Tierhaltung kritisch gewertet werden. Letzteres war Aufgabe der beiden Bullenmastversuche.

Unter Einbeziehung dieser Versuchstechniken wurden zwei probiotische Substanzen (*Bacillus cereus* und *Saccharomyces cerevisiae*) geprüft, die unterschiedlich in der Literatur als leistungsfördernde bzw. gesundheitsstabilisierende Futterzusätze diskutiert werden. Unter dem Aspekt, in der Mastbullenhaltung keine antibiotischen Futterzusätze einzusetzen, erscheint die Suche nach anderen ergotropen Substanzen zumindest interessant. Vorausschickend muss jedoch gesagt werden, dass alle im Rahmen der Arbeit durchgeführten Versuche bei gutem Management, d.h. unter optimalen Haltungsbedingungen und mit ausbalanzierten Rationen durchgeführt wurden. Es können deshalb keine Schlüsse gezogen werden, welche Wirkung diese Substanzen unter Feldbedingungen bzw. unausgeglichenen Futterrationen oder mangelndem Produktionsmanagement haben. Insgesamt wurden fünf Versuche mit folgenden Fragestellungen durchgeführt:

-Versuch 1: Einfluss von *Bacillus cereus* (21 bzw. 42 mg/Tier und Tag) und *Saccharomyces cerevisiae* (0,96 und 1,92 g/Tier und Tag) auf den *in sacco*-T-Abbau von drei verschiedenen Futtermitteln (Weizenstroh, Luzernenheu, zwei Maissilagen) bei Schafen.

-Versuch 2: Einfluss von *Bacillus cereus* (21 bzw. 42 mg/Tier und Tag) und *Saccharomyces cerevisiae* (0,96 und 1,92 g/Tier und Tag) auf ausgewählte Parameter (pH, NH₃-N, flüchtige Fettsäure) im Pansensaft von Schafen.

-Versuch 3: Einfluss von *Bacillus cereus* (28 mg/Tier und Tag) und *Saccharomyces cerevisiae* (1,40 g/Tier und Tag) auf die scheinbare Verdaulichkeit von Futterrohnährstoffen in Versuchen an Schafen.

-Versuch 4: Einfluss von *Bacillus cereus*-Zulage (≈ 20 mg/kg T) auf die Mast- und Schlachtleistung von Mastbullen.

-Versuch 5: Einfluss von *Saccharomyces cerevisiae*-Zulage ($\approx 0,8$ g/kg T) auf die Mast- und Schlachtleistung von Mastbullen.

In den Versuchen 1 und 2 erhielten die Schafe Wiesenheu mit einer Mineralstoff-Vitaminergänzung; in den Versuchen 3 bis 5 war Maissilage das Grundfutter. In diesen Versuchen erfolgte eine Ergänzung mit Kraftfutter.

In den verschiedenen Versuchen wurden folgende Ergebnisse ermittelt:

Versuch 1: Mit Ausnahme des inkubierten Weizenstrohs (bei 21mg/Tier und Tag höherer T-Abbau, $P < 0,05$) hatte *Bacillus cereus*-Supplementation keinen signifikanten Einfluss auf den T-Abbau nach 48 h Inkubationszeit im Pansen von Schafen. Die hohe Gabe von *Saccharomyces cerevisiae* (1,92g/Tag und Tier) bewirkte einen geringen Strohabbau. Zusammenfassend ist einzuschätzen, dass beide Probiotika und beide Dosierungen keinen gerichteten Einfluss auf den in sacco-T-Abbau des inkubierten Futtermittels ausübten.

Versuch 2: Beide Probiotika und beide Dosierungen hatten bei erheblichen Streuungen der Messwerte keinen systematischen Einfluss auf die untersuchten Parameter (pH, $\text{NH}_3\text{-N}$, flüchtige Fettsäuren) im Pansensaft.

Versuch 3: *Bacillus cereus*- und *Saccharomyces cerevisiae*-Zulage zu einer Maissilage-Kraftfutter- (80 : 20% auf T-Basis) Ration übten keinen signifikanten Einfluss auf die Verdaulichkeit von Trockensubstanz, organische Substanz und Roh Nährstoffen in Versuchen mit Hammeln aus. Geringfügig höhere Werte wurden nach Verabreichung von *Bacillus cereus* ermittelt (z.B. 76,6 % für org. Substanz; Kontrolle: 74,9 %; *Saccharomyces cerevisiae*: 75,1 %).

Versuch 4: Je 32 Mastbullen erhielten im Lebendmasse-Abschnitt von ≈ 185 bis 550 kg eine nicht supplementierte oder mit *Bacillus cereus* (≈ 20 mg/kg T) ergänzte Maissilage-Kraftfutter-Ration. Im Mittel verzehrten die Kontrollstiere 7,8 und die Versuchstiere 7,9 kg T je Tier und Tag, die Lebendmassezunahme betrug 1424 bzw. 1472 g je Tier und Tag ($P > 0,05$). Auch in Futter- und Energieaufnahme (62,6 bzw. 61,2 MJ ME je kg Lebendmassezunahme) sowie bei den Schlachtdaten waren keine signifikanten Unterschiede zwischen Kontroll- und Versuchstieren festzustellen.

Versuch 5: In Versuch 5 erhielten je 32 Mastbullen von ≈ 190 bis 530 kg Lebendmasse eine unsupplementierte Kontrollration oder die Ration auf der Basis Maissilage-Kraftfutter war mit *Saccharomyces cerevisiae* ($\approx 0,8$ g/kg T) ergänzt. Die Bullen beider Gruppen verzehrten im Mittel 7,4 kg T je Tag, die Lebendmassezunahmen betragen 1399 bzw. 1401 g je Tier und Tag. Keine signifikanten Unterschiede konnten ebenfalls für die Aufwand- und Schlachtdaten ermittelt werden.

Aus den Ergebnissen kann abgeleitet werden, dass die teilweise in der Literatur beschriebenen positiven Effekte beider Probiotika nicht immer reproduziert werden können. In weiteren Untersuchungen sind die Bedingungen zu präzisieren, unter denen Wirkungen der Substanzen mit Sicherheit zu erwarten sind. Als Einflussgrößen können neben Tierart und -Kategorie u.a. Rationsgestaltung, Probiotika-Dosierung, Haltungsbedingungen und weitere Faktoren in Betracht kommen.

11 LITERATURVERZEICHNIS

ADAMS, D. C., M. L. GALYEAN, H. E. KIESLING, J. D. WALLACE and M. D. FINKNER. 1981: Influence of viable yeast culture, sodium bicarbonate and monensin on liquid dilution rate, rumen fermentation and feedlot performance of growing steers and digestibility in lambs. *J. Anim. Sci.* 53: 780-789

ADAMS, A. L., B. HARRIS, JR, H. H. VAN HORN and J. WILCOX: 1995: Effects of varying forage types on milk production responses to whole cottonseed, tallow and yeast. *J. Dairy Sci.* 78: 573-581

AfB-AUSSCHUSS FÜR BEDARFSNORMEN DER GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE. 1991: Leitlinien für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohnährstoffen an Wiederkäuern. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 65: 229-234

AfB-AUSSCHUSS FÜR BEDARFSNORMEN DER GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE. 1995: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere Nr. 6: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastrinder. DLG-Verlag, Frankfurt (Main)

AHRENS, F. 1990: Zur Wirkung von Toyocerin. In: Lohmann Information, Februar/März, S. 1-7

AHRENS, F., M. SCHMITZ und B. WARLIES. 1992: Mikrobieller Zusatzstoff in der Ferkelfütterung. *Kraftfutter* 9: 418-420

AHRENS, F., B. GEDEK und C. ROQUES. 1993: Der Effekt von Hefe (*Sacharomyces cerevisiae*) auf die Fermentation und Flora im Pansen von Kühen. 4. Symp. „Vitamine und Zusatzstoffe in der Ernährung von Mensch und Tier“, 30.9-01.10.1993, Jena, 333-338

ALONZO, R., E. MIRALES, J. KILLEN. 1993: Effect of viable yeast culture (Yea-Sacc 1026) on milk yield of Holstein cows and on weight gain of calves at 90 days. *J. Anim. Sci.* 71 (Suppl 1): 289

ANDERSEN, H. R., J. FOLDAGER and B. B. JENSEN. 1992: Report from the National Institute of Animal Science, Denmark, No. 706

ANGELES, C. S., G. L. CORONA, P. F. CASTREJON, M. G. MENDOZA y P. M. COBOS. 1995: Cambios en la poblacion de protozoarios en el metabolismo ruminal utilizando dos cultivos de levadura. *Vet. Mex.* 26 (Suppl. 2): 275

ARAMBEL, M. J., R. D. WIEDMEIER and J. L. WALTERS. 1987: Influence of donor animal adaptation to added yeast culture and/or *Aspergillus oryzae* fermentation extract on in vitro rumen fermentation. *Nutr. Rep. Int.* 35: 433

ARAMBEL, M. J. and B. A. KENT. 1990: Effect of yeast culture on Nutrient Digestibility and milk yield response in early- to midlactation dairy cows. *J. Dairy Sci.* 73: 1560-1563

ARCOS-GARCIA, J. L., F. A. CASTREJÓN, G. D. MENDOZA and E. P. PEREZ-GAVILÁN. 2000: Effect of two commercial yeast cultures with *Saccharomyces cerevisiae* on ruminal fermentation and digestion in sheep fed sugar cane tops. *Liv. Prod. Sci.* 63: 153-157

AVENDAÑO, H., S. S. GONZALEZ, C. GARCIA-BOJALIL, G. D. MENDOZA, G. R. BÁRCENA. 1995: Effect of corn stover level and a yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*¹⁰²⁶) on growing lambs. *J. Anim. Sci.* 73 (Suppl. 1): 264

AYALA, O. J., S. S. GONZALEZ, R. HERRERA, G. D. MENDOZA. 1992: Effect of a probiotic and a molasses-urea supplement on fiber digestibility of sesame straw. *J. Anim. Sci.* 70 (Suppl. 1): 307

BAX, J. A. 1988: An investigation into the response of dairy cows to supplementation with yeast culture. In: C. J. C. Phillips (Ed.) *Second Symposium on New techniques in cattle production*, University College of North Wales, UK.

BERRY, P. R., I. RUSSELL and G. G. STEWART. 1987: *Yeast Biotechnology*. Allan and Unwin, London UK.

BESSON, W. M. and T. W. PERRY. 1952: Balancing the nutritional deficiencies of roughages for beef steers. *J. Anim. Sci.* 11: 501-515

BIRKELO, C. P. and R. K. BERG. 1994: Effect of a yeast culture product (Yea-Sacc) on feedlot performance of yearling cattle fed a high concentrate finishing diet. *South Dakota State University. South Dakota Beef Report*. p. 10

BLECHA, F., S. L. BOYLES and J. G. RILEY. 1984: Shipping suppresses lymphocyte blastogenic responses in angus and brahman x angus feeder calves. *J. Anim. Sci.* 59, No. 3, 576-583

BOLDT, E. 1993: Untersuchungen zum Einfluss des Probiotikums Toyocerin auf Futteraufnahme und Lebendmassezunahme bei Mastbullen. In: Flachowsky, G. und Schubert, R. (eds.): *Vitamine und weitere Zusatzstoffe in der Ernährung von Mensch und Tier*. 4. Symposium, 30.09./01.10.1993 in Jena/Thüringen, S. 339-341

BUSCH, A., H. H. HERMANN, I. KÜHN, O. SIMON, J. STRUCK und E. SÜPHKE. 1999: *Probiotika in der Tierernährung*. Arbeitsgemeinschaft für Wirkstoffe in der Tierernährung, Agrimedia Buchedition S. 36

BURGSTALLER, V. G., R. FERSTL und W. PESCHKE. 1983: Zum Einsatz von Lactiferm in der Kälbermast. *Züchtungskunde* 55: 48-54

BURGSTALLER, V. G., R. FERSTL und H. ALPS. 1984: Zum Einsatz von Milchsäurebakterien (*Streptococcus faecium* SF-68) im Milchaustauschfuttermittel für Mastkälber. *Züchtungskunde* 56: 156-162

CABRERA, E. J. I., M. G. D. MENDOZA, I. E. ARANDA, C. GARCIA-BOJALIL, G. R. BÁRCENA and J. J. RAMOS. 2000: *Saccharomyces cerevisiae* and nitrogenous supplementation in growing steers grazing tropical pastures. *Anim. Feed Sci. Technol.* 83: 49-55

CALLAWAY, E. S. and S. A. MARTIN. 1997: Effects of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on ruminal bacteria that utilize lactate and digest cellulose. *J. Dairy Sci.* 80: 2035-2044

CARRO, M. D., P. LEBZIEN and K. ROHR. 1992: Influence of yeast culture on the in vitro fermentation (Rusitec) of diets containing variable portions of concentrates. Anim. Feed Sci. Technol. 37: 209-220

CARTER, H. E. and G. E. PHILLIPS. 1994: The nutritive value of yeast proteins. Fed. Proc. 3: 124-128

CHADEMANA I. and W. OFFER. 1990: The effect of dietary inclusion of yeast culture on digestion in the sheep. Anim. Prod. 50. 483-489

CHAUCHEYRAS, F., G. FONTY, G. BERTIN and G. GOUET. 1995: In vitro H₂-utilization by ruminal acetogenic bacterium cultivated alone or in association with an archaea methanogen is stimulated by a probiotic strain of *Saccharomyces cerevisiae*. Appl. Environ. Microbiol. 61: 3466-3467

CHIQUETTE, J. 1995: *Saccharomyces cerevisiae* and *Aspergillus oryzae*, used alone or in combination, as a feed supplement for beef and dairy cattle. Can. J. Anim. Sci. 75: 405-415

COLE, N. A., C. W. PURDY and D. P. HUTCHESON. 1992: Influence of yeast culture on feeder calves and lambs. J. Anim. Sci. 70: 1682-1690

DAENICKE, R. und P. LEBZIEN. 1994: Zum Einfluss von Toyocerin und Monensin-Na auf die Mast- und Schlachtleistung von Bullen. In: 106.VDLUFA-Kongreßband, 19.-24.9.1994 Jena, 789-792

DAENICKE, R., P. LEBZIEN und G. FLACHOWSKY. 1995: Einsatz des Probiotikums Cylactin bei Mastbullen. In: Schubert, R., Flachowsky, G. und Bitsch, R. (eds.): Vitamine und weitere Zusatzstoffe in der Ernährung von Mensch und Tier. 5. Symposium, 28./29.09.1995 in Jena/Thüringen, 534-538

DAENICKE, R. und G. FLACHOWSKY. 1997: Zur Wirkung von Milchsäurebakterien auf Leistung von Aufzuchtkälbern. Kongressband des 109. VDLUFA-Kongresses, Leipzig, 15. – 19.09.1997, VDLUFA-Schriftenreihe 46, 247-250

DAENICKE, R., K. AULRICH und P. PATSCHEWITZ. 1997: Zur Wirkung lebender Hefezellen auf die Leistung von Aufzuchtkälbern. In: Schubert, R., Flachowsky, G. und Bitsch, R. (eds.): Vitamine und weitere Zusatzstoffe in der Ernährung von Mensch und Tier. 6. Symposium, 24./25.09.1997, in Jena/Thüringen, S. 474-477

DAENICKE, R., G. FLACHOWSKY und P. PATSCHEWITZ. 1998: Zur Wirkung eines Probiotikums (*Bacillus cereus*) auf Leistung von Aufzuchtkälbern. 110. VDLUFA-Kongreßband, 14.-18.9.1998, Gießen, 473-476

DANN, H. M., J. K. DRACKLEY, G. C. McCOY, M. F. HUTJENS and J. E. GARRET. 2000: Effects of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on perpartum intake and postpartum intake and milk production of jersey cows. J. Dairy Sci. 83: 123-127

DAWSON, K. A. 1990: Designing the yeast culture of tomorrow – Mode of action of yeast culture for ruminants and non-ruminants. In: Supplement to the Proceedings of Alltech's 6th Annual Symposium. Alltech Technical publications, Nicholasville, KY, pp. 59-75

DAWSON, K. A. 1992: Current and future role of yeast culture in animal production: A review of research over the last seven years. In: Supplement to the Proceedings of Alltech's 8th Annual Symposium. Alltech Technical publications, Nicholasville, KY, pp. 269-291

DAWSON, K. A. and K. E. NEWMAN. 1987: Effects of yeast culture supplements on the growth and activities of rumen bacteria in continuous culture. *J. Anim. Sci.* 65 (Suppl. 1): 452

DAWSON, K. A., K. E. NEWMAN and J. A. BOLING. 1990: Effects of microbial supplements containing yeast and lactobacilli on roughage-fed ruminal microbial activities. *J. Anim. Sci.* 68: 3392-3398

DAWSON, K. A. and I. D. GIRARD. 1997: Biochemical and physiological basis for the stimulatory effects of yeast preparations on ruminal bacteria. In: Proceedings of Alltech's 13th Annual Symposium on Biotechnology in the feed Industry (T. P. Lyons and K. A. Jacques, eds.). Nottingham University Press, Nottingham, UK, pp. 293-304

DIXON, W. J. (1953): Processing data for outliers. *Biometrics* 9: 74-89

DLG-FUTTERWERTTABELLEN FÜR WIEDERKÄUER. 1997: Erarbeitet von der Dokumentationsstelle der Universität Hohenheim; 7. Erweiterte und neugestaltete Auflage DLG-Verlag, Frankfurt (Main)

DRENNAN, M. 1990. Effect of Yea Sacc¹⁰²⁶ on feed intake and performance of finishing bulls. In: Supplement to the Proceedings of Alltech's 6th Annual Symposium. Alltech Technical publications, Nicholasville, KY, pp. 495

ECKLES, C. H. and V. M. WILLIAMS. 1925: Yeast as a supplementary feed for lactating cows. *J. Dairy Sci.* 8: 89-93

EDWARDS, E. 1991: Practical uses of yeast culture in beef production: Insight into its mode of action. In: Proceedings of Alltech's 7th Annual Symposium on Biotechnology in the feed Industry (T. P. Lyons and K. A. Jacques, eds.). Nottingham University Press, Nottingham, UK, pp. 51-63

EDWARDS, E., T. MUTSVANGWA, J. H. TOPPS and G. F. M. PATERSON. 1990: The effect of supplemental yeast culture (Yea Sacc) on patterns of rumen fermentation and growth performance of intensively fed bulls. *Anim. Prod.* 50: (Suppl. 1) 579

EL HASSAN, S. M., R. J. WALLACE, C. J. NEWBOLD, X. B. CHEN, I. E. EDWARDS and J. H. TOPPS. 1992: Effects of yeast culture on rumen fermentation and live-weight gain in bulls fed isonitrogenous diets of barley/urea or barley/soya. *Anim. Prod.* 54 (Suppl. 1): 504

EL HASSAN, S. M., C. J. NEWBOLD, I. E. EDWARDS, J. H. TOPPS and R. J. WALLACE. 1996: Effect of yeast culture on rumen fermentation, microbial protein flow from the rumen and live-weight gain in bulls given high cereal diets. *Anim. Sci.* 62: 43-48

ELLINGER, D.K., L. MÜLLER, and P. J. GLANTZ. 1978: Influence of feeding fermented colostrum and *Lactobacillus acidophilus* on fecal flora and selected blood parameters of young dairy calves. *J. Dairy Sci.* 61 (Suppl. 1): 126

ERASMUS, L. J., P. M. BOTHA and A. KISTNER. 1992: Effect of yeast culture supplement on production, rumen fermentation and duodenal nitrogen flow in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 75: 3056-3065

FALLON, R. J. and F. J. HARTE. 1987: The effect of yeast culture inclusion in the concentrate diet on calf performance. *J. Dairy Sci.* 70 (Suppl. 1): 143

FAO statistics. 1999: FAO/NUTRITION/DATA. <http://apps.fao.org/default.htm>

FIEMS, L. O. 1994: The use of yeast in practical diets for ruminants. In: *Microorganisms and enzyme preparations in animal nutrition* (Castanon J. I. R., ed.) Directorate-General for Agriculture, European Commission, Brussels, 159-173

FIEMS, L. O., B. G. COTTYN, L. DUSSERT and J. M. VANACKER. 1993: Effect of a viable yeast culture on digestibility and rumen fermentation in sheep fed different types of diets. *Reprod. Nutr. Dev.* 33: 43-49

FIEMS, L. O., B. G. COTTYN and CH. V. BOUCQUÉ. 1995: Effect of yeast supplementation on health, performance and rumen fermentation in beef bulls. *Arch. Anim. Nutr.* 47: 295-300

FLACHOWSKY, G. 2000: Effiziente Tierernährung – unverzichtbare Voraussetzung für die Welternährung im neuen Jahrtausend. *Mühle + Mischfutter* 137, Januar 2000, s. 2-8

FLACHOWSKY, G., K. TIROKE and M. MATTHEY. 1992: Influence of yeast (*Saccharomyces cerevisiae* as Yea sacc or Levaferm) on in sacco dry matter degradability and ruminal parameters of variously fed small ruminants. *Arch. Anim. Nutr.* 42: 159-169

FLACHOWSKY, G. und R. DAENICKE. 1996: Probiotika in der Rinderfütterung. *Übers. Tierern.* 24: 62-68

FONDEVILLA, M., C. J. NEWBOLD, P. M. HOTTEN and E. R. ØRSKOV. 1990: A note on the effect of *Aspergillus oryzae* fermentation extract on the rumen fermentation of sheep given straw. *Anim. Prod.* 51: 422-425

FULLER, R. 1989: Probiotics in man and animals. *J. Appl. Bacteriol.* 66: 365-378

GALLOWAY Sr., D. L., A. L. GOETSCH, W. SUN and L. A. FORSTER, Jr. 1991: Effects of additions of sodium bicarbonate, salt, *Aspergillus oryzae* culture extract, niacin, lysine or phenylalanine to ground corn-based supplements on feed intake and digestion by holstein steers consuming bermudagrass (*Cynodon dactylon*) hay. *Ani. Feed Sci. Technol.* 32: 261-273

GEDEK, B. 1986: Probiotika in der Tierernährung Wirkungen auf Leistung und Tiergesundheit. *Kraftfutter* 3: 80-84

GEDEK, B. 1991: Regulierung der Darmflora über die Nahrung. *Zentralblatt für Hygiene und Umweltmedizin* 191: 277-301

GEDEK, B. 1992: Mikroorganismen als Leistungsförderer beim Ferkel. *Kraftfutter* 2: 55-60

- GEDEK, B. 1993: Probiotika als Bioregulatoren. In: Flachowsky, G. und Schubert, R. (eds.): Vitamine und weitere Zusatzstoffe in der Ernährung von Mensch und Tier. 4. Symposium, 30.09./01.10.1993 in Jena/Thüringen, S. 253-262
- GEDEK, B., F. X. ROTH, S. WIEHLER, A. BOTT, U. EIDELSBURGER und M. KIRCHGESSNER. 1992: Zur nutritiven Wirksamkeit von *Bacillus cereus* als Probiotikum in der Kälbermast. *Agribiol. Res.* 45, 4: 311-320
- GEISSLER, CH, M. HOFFMANN and B. HICKEL. 1976: Ein Beitrag zur gaschromatographischen Bestimmung flüchtiger Fettsäuren. *Arch. Tierern.* 76: 123-129
- GESSLER, F. A., M. R. AL-MERESTANI und H. BÖHNEL. 1995: Probiotika –eine Alternative zum Einsatz von Antibiotika bei der intensiven Tierhaltung in den Tropen. Ergebnisse erster Vorversuche in Syrien. In: Tropentag 1995 Göttingen.
- GIRARD, I. D. 1996: Characterization of stimulatory activities from *Saccharomyces cerevisiae* on the growth and activities of ruminal bacteria. Dissertation Thesis. University of Kentucky, Lexington, USA.
- GIRARD, I. D. and K. A. DAWSON. 1994: Effects of a yeast culture on the growth characteristics of ruminal bacteria. *J. Anim. Sci.* 72 (Suppl. 1): 300
- GIRARD, I. D. and K. A. DAWSON. 1995: New insights on the mode of action of yeast cultures. In: Proceedings of Alltech's 11th Annual Symposium on Biotechnology in the feed Industry (T. P. Lyons and K. A. Jacques, eds.). Nottingham University Press, Nottingham, UK, pp. 363-369
- GOMEZ-ALARCON, R. A., C. DUDAS and J. T. HUBER. 1990: Influence of cultures of *Aspergillus oryzae* on rumen and total tract digestibility of dietary components. *J. Dairy Sci.* 73: 703-710
- GUARNER, F. and G. J. SCHAAFSMA. 1998: Probiotics. *Int. J. Food Microbiol.* 39: 237-238
- HADJIPANAYIOTOU, M., I. ANTONIOU and A. PHOTIOU. 1997: Effects of the inclusion of yeast culture on the performance of dairy ewes and goats and the degradation of feedstuffs. *Liv. Prod. Sci.* 48: 129-134
- HARRIS, B. and R. LOBO. 1988: Feeding yeast culture to lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 71 (Suppl.1):276
- HARRIS, B. JR, D. E. DORMINEY, W. A. SMITH, H. H. VAN HORN and C. J. WILCOX. 1992: Effects of feather meal at two protein concentrations and yeast culture on production parameters in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 75: 3524-3530
- HARRISON, G. A., R. W. HEMKEN, K. A. DAWSON and R. J. HARMON. 1988: Influence of Addition of yeast culture supplement to diets of lactating cows on ruminal fermentation and microbial population. *J. Dairy. Sci.* 71: 2967-2975

- HINMAN, D., S. J. SORENSEN and P. A. MOMONT. 1998: Effect of yeast culture on steer performance, apparent diet digestibility and carcass measurements when used in a barley and potato finishing diet. *The professional Animal Scientist* 14: 173-177
- HORN, G. W. 1984: Effect of yeast culture on consumption of a ruminant supplement by stocker cattle on wheat pasture. Oklahoma Agricultural Experiment Station, Animal Sci. Research Report 149-153
- HUGES, J. 1987: The effect of high-strength yeast culture in the diet of early-weaned calves. *Anim. Prod.* 46 (Suppl. 1): 526
- HUHTANEN, P. 1991: Effects of yeast culture supplement on digestion of nutrients and rumen fermentation in cattle fed on grass silage barley diet. *J. Agric. Sci. Finl.* 63: 443-453
- HUNGATE, R. E. 1966: *The rumen and its microbes*. New York: Academic Press Inc.
- INGLEDEW, M. W. 1999: Yeast – could you base a business on this bug? In: *Proceedings of Alltech's 15th Annual Symposium on Biotechnology in the feed Industry* (T. P. Lyons and K. A. Jacques, eds.). Nottingham University Press, Nottingham, UK, pp. 27-47
- ISTASSE, L. and E. R. ØRSKOV. 1983: The correlation between extent of pH depression and degradability of washed hay in sheep given and concentrate. *Proc. Nutr. Soc.* 42: 32A
- JENNY; B. F., H. J. VANDIJK and J. A. COLLINS. 1991: Performance and fecal flora of calves fed a *Bacillus subtilis* concentrate. *J. Dairy Sci.* 74: 1968-1973
- JOHNSON, D. E. and R. L. REMILLARD. 1983: Nutrient digestibility of brewers single cell protein. *J. Anim. Sci.* 56: 735-739
- JORDAN, R. M. and L. JOHNSTON. 1990: Yeast culture supplemented lamb diets. *J. Anim. Sci.* 68 (Suppl. 1): 493
- JOUANY, JP. 1994: Methods of manipulating the microbial metabolism in the rumen. *Ann. Zootech.* 43: 49-62
- JOUANY, JP., F. MATHIEU, J. SENAUD, J. BOHATIER, G. BERTIN and M. MERCIER. 1998: The effect of *Saccharomyces cerevisiae* and *Aspergillus oryzae* on the digestion of the cell wall fraction of a mixed diet in defaunated and refaunated sheep rumen. *Rep. Nutr. Dev.* 38: 401-416
- KAMALAMMA, U. KRISHNAMOORTHY and P. KRISHNAPPA. 1996: Effect of feeding yeast culture (*Yea Sacc*¹⁰²⁶) on rumen fermentation in vitro and production performance in crossbred dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.* 57: 247-256
- KAMPF, D. and G. FLACHOWSKY. 1997: Field studies on dietary *Saccharomyces cerevisiae* supplements in dairy feeding. In: *Proc. 48th Annual Meeting of EAAP (Vienna, Austria)*. 93
- KAMPF, D., P. LEBZIEN and G. FLACHOWSKY. 1997: Einfluss lebender Hefezellen auf Kennzahlen der Pansenfermentation und den in sacco - Trockensubstanzabbau von Weizenstroh und Luzerneheu bei nicht laktierenden Kühen. In: Schubert, R., Flachowsky, G.

und Bitsch, R. (eds.): Vitamine und weitere Zusatzstoffe in der Ernährung von Mensch und Tier. 6. Symposium, 24./25.09.1997, in Jena/Thüringen, S. 482-485

KEMALYAN, W., V. I. BURKE and J. S. CATON. 1996: Influence of yeast culture supplementation on forage intake, digestibility and nitrogen metabolism in sheep fed brome straw based diets. *J. Anim. Sci.* 74: (Suppl 1): 78

KIMENAI, R. 1990: Yea Sacc¹⁰²⁶ effects on bull beef performance and carcass characteristics in a low concentrate input program. In: Supplement to the Proceedings of Alltech's 6th Annual Symposium. Alltech Technical publications, Nicholasville, KY, pp. 496

KLEIN, U. 1995: Untersuchungen zur Wirksamkeit des Bioregulators Paciflor® in der Kälber- sowie Bullenmast. In: Schubert, R., Flachowsky, G. und Bitsch, R. (eds.): Vitamine und weitere Zusatzstoffe in der Ernährung von Mensch und Tier. 5. Symposium, 28./29.09.1995 in Jena/Thüringen, S. 494-499

KMET, V., H. J. FLINT and R. J. WALLACE. 1993: Probiotics and manipulation of rumen development and function. *Arch. Ani. Nutr.* 44: 1-10

KOZASA, K. 1989: Probiotics for animal use in Japan. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 8: 517-531

KUMAR, U., V. K. SAREEN and S. SINGH. 1994: Effect of *Sacharomyces cerevisiae* yeast culture supplement on ruminal metabolism in buffalo calves given a high concentrate diet. *Anim. Prod.* 59: 209-215

LETTNER, F. 1987: Zum Einsatz von Toyocerin im Milchaustauschfutter für Kälbermast. *Kraftfutter* 5: 157-159

LILLY, D. M. and R. H. STILLWELL. 1965: Probiotics – Growth promoting factors produced by microorganisms. *Science* 147: 747-748

LODGE, S., T. KLOPFENSTEIN, R. STOCK and D. HEROLD. 1996: Use of direct fed microbials to alleviate subacute acidosis. *Nebraska Beef Rep.* pp. 66-67

MALCOLM, K. J. and H. E. KIESLING. 1990: Effects of whole cottonseed and live yeast culture on ruminal fermentation and fluid passage rate in steers. *J. Anim. Sci.* 68: 1965-1970

MALONEY, A. P. (1989) : Rumen fermentation of two contrasting diets with or without the inclusion of yeast culture. *Ir J. Agric. Res.* 28: 102 (Abstr)

MARTIN, S. A. and D. J. NISBET. 1989: Effect of *Aspergillus oryzae* fermentation extract on the in vitro ruminal fermentation of soluble starch, trypticase and coastal bermudagrass. *J. Anim. Sci.* 67: (Suppl. 1) 578

MARTIN, S. A., D. J. NISBET and R. G. DEAN. 1989: Influence of a commercial yeast supplement on the in vitro ruminal fermentation. *Nutr. Rep. Int.* 40: 395

MARTIN, S. A. and D. J. NISBET. 1992: Effect of direct-fed microbials on rumen microbial fermentation. In: Symposium: Direct-fed microbials and rumen fermentation. *J. Dairy Sci.* 75: 1736-1744

- MATHIEU, F., J. P. JOUANY, J. SÉNAUD, J. BOHATIER, G. BERTIN and M. MERCIER. 1996: The effect of *Saccharomyces cerevisiae* and *Aspergillus oryzae* on fermentations in the rumen of faunated and defaunated sheep; protozoal and probiotic interactions. *Reprod. Nutr. Dev.* 36: 271-287
- McLEOD, K. R., K. J. KARR, K. A. DAWSON, D. K. AARON and G. E. MITCHELL, Jr. 1991: Influence of yeast culture and monensin on ruminal metabolic end products and feedlot performance. In: Supplement to the Proceedings of Alltech's 7th Annual Symposium. Alltech Technical publications, Nicholasville, KY, pp. 321-323
- MENDOZA, M. G. P., V. R. RICALDE, B. H. ESPARZA y T. L. VELAZQUEZ: 1995: Nota: Efecto de dos cultivos de *Saccharomyces cerevisiae* en la degradación ruminal de la fibra detergente neutro de paja de trigo. *Invest. Agric. Prod. Sanid. Anim.* 10: 33-38
- METCHNIKOFF, E. 1908: Prolongation of life. Putmans Sons, New York, N. Y.
- MIR, Z. and P. S. MIR. 1994: Effect of addition of live yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on growth and carcass quality of steers fed high-forage or high-grain diets and on feed digestibility and in situ degradability. *J. Ani. Sci.* 72: 537-545
- MIRANDA, R. L. A., M. G. D. MENDOZA, J. R. BÁRCENA-GAMA, M. S. S. GONZÁLEZ, R. FERRARA, C. M. E. ORTEGA and P. M. A. COBOS. 1996: Effect of *Saccharomyces cerevisiae* or *Aspergillus oryzae* and NDF level on parameters of ruminal fermentation. *Anim. Feed Sci. Technol.* 63: 289-296
- MUTSVANGWA, T., J. EDWARDS, J. H. TOPPS and G. F. M. PATERSON. 1992: The effect of dietary inclusion of yeast culture (Yea Sacc) on patterns of rumen fermentation, food intake and growth of intensively fed bulls. *Anim. Prod.* 55: 35-40
- NEWBOLD, C. J. 1995: Microbial feed additives for ruminants. In: *Biotechnology in animal feeds and animal feeding* (Chesson A., Wallace R. J. eds.) VCH, Weinheim, Germany, 259-278
- NEWBOLD, C. J. 1996: Probiotics for ruminants. *Ann. Zootech.* 45 Suppl. 329-335
- NEWBOLD, C. J., P. E. V. WILLIAMS, N. McKAIN, A. WALKER and R. J. WALLACE. 1990: The effects of yeast culture on yeast numbers and fermentation in the rumen of sheep. *Proc. Nutr. Soc.* 49: 47A (Abstract)
- NEWBOLD, C. J., R. J. WALLACE, X. B. CHEN and F. M. McINTOSH. 1995: Different strains of *Saccharomyces cerevisiae* differ in their effects on ruminal bacterial numbers in vitro and in sheep. *J. Anim. Sci.* 73: 1811-1818
- NEWBOLD, C. J., R. J. WALLACE, and F. M. McINTOSH. 1996: Mode of action of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as a feed additive for ruminants. *British Journal of Nutrition* 249-261
- NEWMAN, K. E. and K. A. DAWSON. 1987: Associate effects of probiotics and diet on ruminal fermentation. *Biennial Conference on rumen function*, Chicago, Il. pp. 41

NEWMAN, K. E., V. E. CHANDLER and I. GIRARD. 1991: Ruminal responses to feed that been pelleted with and without yeast culture (Yea Sacc). *J. Anim. Sci.* 69 (Suppl. 1): 498

NISBET, D. J. and S. A. MARTIN. 1991: Effect of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on lactate utilization by the ruminal bacterium *Selenomonas ruminatum*. *J. Anim. Sci.* 69: 4628-4633

OELLERMANN, S. O., M. J. ARAMBEL, B. A. KENT and J. L. WALTERS. 1990: Effect of graded amounts of *Aspergillus oryzae* fermentation extract on ruminal characteristics and nutrient digestibility in cattle. *J. Dairy Sci.* 73: 2413-2416

OLSON, K. C., J. S. CANTON, D. R. KIRBY and P. L. NORTON. 1994: Influence of yeast culture supplementation and advancing season on steers grazing mixed-grass prairie in the Northern Great Plains: II. Ruminal fermentation, site of digestion and microbial efficiency. *J. Anim. Sci.* 72: 2158-2170

PARKER, R. B. 1974: Probiotics –The other half of the antibiotics story. *Anim. Nutr. Health* 29: 4-8

PARRA, I. and A. DICOSTANZO. 1992: Influence of yeast culture supplementation during the initial 28 d on feed, or throughout a 58-d feeding period on performance of yearling bulls. *J. Anim. Sci.* 70 (Suppl 1): 287

PHILLIPS, W. A. and D. L. VON TUNGELN. 1985: The effect of yeast culture on the poststress performance of feeder calves. *Nutr. Rep. Int.* 32: 287-294

PIVA, G., S. BELLADONNA, G. FUSCONI and F. SICBALDI. 1993: Effects of yeast on dairy cow performance, ruminal fermentation, blood components and milk manufacturing properties. *J. Dairy Sci.* 76: 2717-2722

PLATA, F., G. D. MENDOZA, J. R. BÁRCENA-GAMA and S. GONZÁLEZ. 1994: Effect of a yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on neutral detergent fiber digestion in steers fed oat straw based diets. *Anim. Feed Sci. Technol.* 49: 203-210

PULLAR, D., S. P. MARSCH and J. PARKER. 1999: An evaluation of protein supplements and yeast culture with cereal fed beef bulls. *Proc. Of the Annual BSAS meeting*, p. 56

PUTNAM, D. E., C. G. SCHWAB, M. T. SOCHA, N. L. WHITEHOUSE, N. A. KIERSTEAD and B. D. GARTHWAITE. 1997: Effect of yeast culture in the diets of early lactation dairy cows on ruminal fermentation and passage of nitrogen fractions and amino acids to the small intestine. *J. Dairy Sci.* 80: 374-384

QUIGLEY, J. D., L. B. WALLIS, H. H. DOWLEN and R. N. HEITMANN. 1992: Sodium bicarbonate and yeast culture effects on ruminal fermentation, growth and intake dairy calves. *J. Dairy Sci.* 75: 3531-3538

REED, G. and T. W. NAGODAWITHANA. 1991: *Yeast technology*. Van Nostrand Reinhold eds. New York.

REYES-BALCÁZAR, O., S. S., GONZÁLEZ, C. GARCIA-BOJALIL, R. BÁRCENA, M. COBOS, J. RAMOS and G. D. MENDOZA. 1996: Effect of nitrogen supplementation and

yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on growing bulls on a tropical pasture. *J. Anim. Sci.* 74 (Suppl. 1): 286

ROA, M. L., J. R. BÁRCENA-GAMA, S. GONZÁLEZ, G. MENDOZA, M. E. ORTEGA and C. GARCIA. 1997: Effect of fiber source and a yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*¹⁰²⁶) on digestion and the environment in the rumen of cattle. *Anim. Feed Sci. Technol.* 64: 327-336

ROBINSON, P. H. 1997: Effect of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on adaptation of cows to diets postpartum. *J. Dairy Sci.* 80: 1119-1125

ROBINSON, P. H. and J. E. GARRETT. 1999: Effect of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on adaptation of cows to postpartum diets and on lactation performance. *J. Anim. Sci.* 77: 988-999

ROSSI, F., P. S. COCCONCELLI and F. MASOERO. 1995: Effect of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on growth and lactate utilization by the ruminal bacterium *Megasphaera elsdenii*. *Ann. Zootech.* 44: 403-409

ROTH, F. X. und M. KIRCHGESSNER. 1988: Nutritive Wirksamkeit von Toyocerin. *Landwirtsch. Forschung* 41: 63-70

ROTH, F. X., M. KIRCHGESSNER, U. EIDELSBURGER und B. GEDEK. 1992: Zur nutritiven Wirksamkeit von *Bacillus cereus* als Probiotikum in der Kälbermast. *Agribiol. Res.* 45: 294-302

RYAN, J. P. 1990: The suggestion that the yeast cell *Saccharomyces cerevisiae* may absorb sufficient hydrogen ions to increase ruminal pH is untenable. *Biochem. Soc. Trans.* 18: 250-351

SCHLEGEL, H. G. 1992: *Allgemeine Mikrobiologie*. 7. Aufl., Georg-Thieme Verlag, Stuttgart.

SCHNEIDER, W. 1990: Leistungsförderer wirken durch viele Faktoren. *Krafftfutter* 11: 493-497

SEIFERT, H. S. und F. GESSLER. 1997: Continuous oral application of probiotic *B. cereus* -an alternative to the prevention of enterotoxemia?. *Anim. Res. Dev.* 46: 30-38

SISSONS, J. W. 1989: Potential of Probiotic Organisms to prevent diarrhoea and promote digestion in farm animals –a Review. *J. Sci. Food Agric.* 49: 1-13

SODER K. J. and L. A. HOLDEN. 1999: Dry matter intake and milk yield and composition of cows fed yeast prepartum and postpartum. *J. Dairy Sci.* 82: 605-610

SOMMART, K., M. WANAPAT, W. WONGSRIKEAO, S. NGARMSAK. 1993: Effects of yeast culture and protein levels on ruminal fermentation, intake, digestibility and performance in ruminants fed straw based diets. *J. Anim. Sci.* 71 (Suppl. 1): 281

- STECKLEY, J. D., D. G. GRIEVE, G. K. MACLEOD and T. MORAN, Jr. 1979: Brewer's yeast slurry. II. A source of supplementary protein for lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 62: 947-953
- STEWART, C. S. 1977: Factors affecting the cellulolytic activity of rumen contents. *App. Environ. Microbiol.* 33: 497
- STONE, W. CH. 1998: Yeast products in the feed industry. Diamond V Mills, Inc. p. 3
- SWARTZ, D. L., D. MULLER, G. W. ROGERS and G. A. VARGA. 1994: Effect of yeast cultures on performance of lactating dairy cows: A field study. *J. Dairy Sci.* 77: 3073-3080
- VDLUFA, 1976: Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Methodenbuch 3, Verlag J. Neumann-Neudamm, Melsungen – Berlin – Basel - Wien
- VOIGT, J. and H. STEEGER. 1967: Zur quantitativen Bestimmung von Ammoniak, Harnstoff und Ketonkörpern in biologischem Material mit Hilfe eines modifizierten Mikrodifffusionsgefäßes. *Arch. Tierern.* 17: 289-293
- WAGNER, B. und K. LANDFRIED. 1999: Bullenmast mit Mikroorganismen. *Veredlungs - produktion* 4: 80-81
- WALLACE, R. J. and C. J. NEWBOLD. 1992: Probiotics for ruminants. In: R. Fuller, ed. *Probiotics: The scientific basis.* Chapman and Hall, London, UK. pp. 317-353
- WALLACE, R. J. and C. J. NEWBOLD. 1993: Rumen fermentation and its manipulation: The development of yeast cultures as feed additives. In: T. P. Lyons (Ed.) *Biotechnology in the feed industry.* P. 173 Alltech Technical publications. Nicholasville, KY.
- WELLHÖFER, G. 1997: Ist der Einsatz von Probiotika sinnvoll? *Veredlungsproduktion* 2: 45
- WIEDMEIER, R. D., M. J. ARAMBEL and J. L. WALTERS. 1987: Effect of yeast culture and *Aspergillus oryzae* fermentation extract on ruminal characteristics and nutrient digestibility. *J. Dairy Sci.* 70: 2063-2068
- WILLIAMS, J. E., S. GREBING, S. J. MILLER and L. GIESEKE. 1987: The influence of supplemental yeast culture and sodium bicarbonate on performance and blood acid-base status in wether lambs exposed to elevated ambient temperature. *J. Anim. Sci.* 65 (Suppl. 1): 156
- WILLIAMS, P. E. V. 1988: Understanding of the biochemical mode of action of yeast culture. In: T. P. Lyons (Ed.), *Biotechnology in feed industry,* Alltech publications, Nicholasville, KY, pp. 79-99
- WILLIAMS, P. E. V. 1989: The mode of action of yeast culture and the prospects for the future. In: *Animal feeds biological additives.* pp. 335-348. Proceedings No. 119, University of Sydney, Australia.
- WILLIAMS, P. E. V. and C. J. NEWBOLD. 1990: Rumen probiosis: The effects of novel microorganisms on rumen fermentation and ruminant productivity. In: *Recent advances in animal nutrition* (Ed. By Cole, D. J. A. and W. Haresign). Butterworths, London. pp 211-227

WILLIAMS, P. E. V., C. A. G. TAIT, G. M. INNES and C. J. NEWBOLD. 1991: Effects of the inclusion of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae* plus growth medium) in the diet of dairy cows on milk yield and forage degradation and fermentation patterns in the rumen of steers. *J. Anim. Sci.* 69: 3016-3026

WOHLT, J. E., A. D. FINKELSTEIN and C. H. CHUNG. 1991: Yeast culture to improve intake, nutrient digestibility and performance by dairy cattle during early lactation. *J. Dairy Sci.* 74: 1395-1400

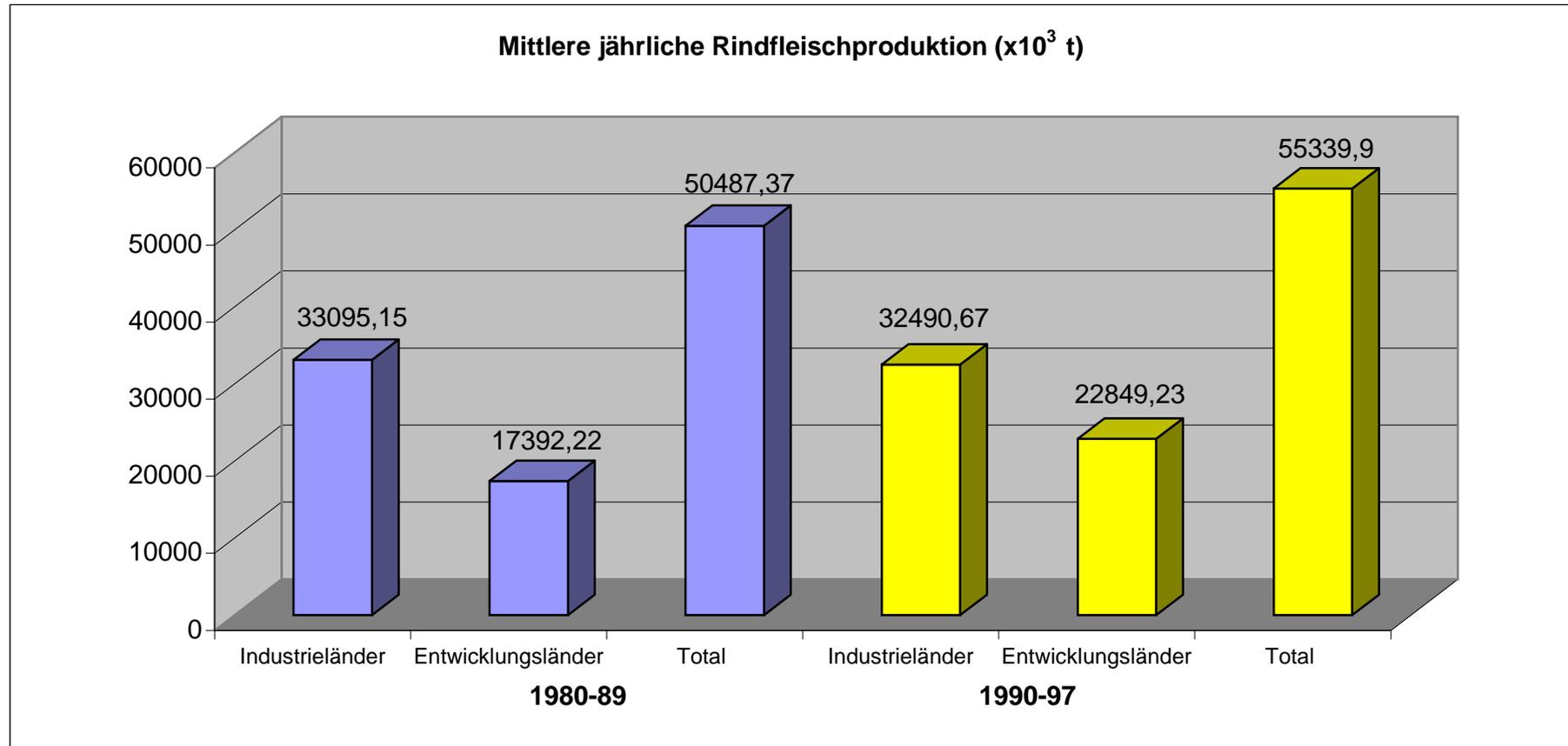
YOON, I. K. and M. D. STERN. 1996: Effects of *Saccharomyces cerevisiae* and *Aspergillus oryzae* cultures on ruminal fermentation in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 79: 411-417

ZINN, R. A., E. G. ALVAREZ, S. RODRIGUEZ and J. SALINAS. 1999: Influence of yeast culture on health, performance and digestive function of feedlot steers. *Western Sec. Am. Soc. Anim. Sci.* 50: 335-337

ZINN, R. A. and J. L. BORQUEZ. 1993: Interaction of restricted versus ad libitum access to feed on effects of yeast culture supplementation on digestive function in feedlot calves. *Western Sec. Am. Soc. Anim. Sci.* 44: 424

12 ANHANG

Anhang 1: Entwicklung der Rindfleischproduktion im Durchschnitt der Jahre 1980 bis 1989 bzw. 1990 bis 1997 für Industrieländer und Entwicklungsländer (x 10³ Tonnen)



Quelle: FAO Statistical Databases.

Anhang 2: Beschreibung der eingesetzten Probiotika

Bacillus cereus CIP 5832 (PACIFLOR) ist in der Collection des Pasteur Institut in Frankreich registriert.

Die Hefekultur vom Stamm 1026 (Yea Sacc¹⁰²⁶) ist biochemisch und genetisch identifiziert. Er ist in der „National Collection of Yeast Culture“ (der Nationalen Sammlung von Hefekulturen) in England hinterlegt und trägt die EU-Nummer CBS 493.94.

Die „Yea Sacc1026-Kultur“ steht auf der Liste der empfohlenen Produkte, die im „Journal Officiel des Communautés Européennes (JOCE)“ am 11. September 1996 von der Europäischen Kommission veröffentlicht wurde.

Ein technisches Yea Sacc¹⁰²⁶- und PACIFLOR-Dossier wurde bei der Europäischen Union zur Registrierung durch die Direktive 93/113/CE eingereicht, die sich auf Enzyme und Mikroorganismen als Futteradditive in der Tierernährung bezieht.

Anhang 3: Gerätebedingungen und Reagenzien zur Ammoniak- bzw. Fettsäuren-Bestimmung
im Pansensaft

- Ammoniakbestimmung:
- Borsäurelösung [5 g H_3BO_3 gelöst in 200 ml Alkohol, 10 ml Indikatorlösung (0,033 g Bromkresolgrün und 0,066 g Methylrot in 100 ml) Wasser (bidest.) ad 1000 ml];
 - gesättigte K_2CO_3 -Lösung
 - 0,01 n HCL
 - Geräte: 10 ml Bürette
 1 ml Eppendorfpipette
 Mikrodiffusionsgefäß

- Gaschromatographie:
- Gerät (Hewlett Packard 5880 A mit FID)
 - Säule (Glas, 200 cm lang mit 15 % Dioctylsebacinat und Sebacinsäure als stationäre Phase auf Kieselgur, 60/100 mesh)
 - Einspritzmenge 1 μ l

Anhang 4: Zusammensetzung der Vitamin-Mineralmischung für Schafe

CIMBRIA 4017 MF Schafe ADE 5 –Mineralfutter für Schafe, Inhaltsstoffe (je kg):

Calcium:	21,0%	Magnesium:	1,0%
Phosphor:	5,0%	Eisen:	2500 mg
Natrium:	10,0%	Zink:	6000 mg
Mangan:	4000 mg	Kobalt:	10 mg
Jod:	50 mg	Selen:	50 mg
Vitamin E:	250 mg	Vitamin A:	435 000 IE
Vitamin D ₃ :	50 000 IE	Ca : P-Verhältnis	4,2 : 1

Anhang 5: Zusammensetzung der Kraftfuttermischungen (eingesetzt in Versuchen 3,4,5,)

- 65 % Sojaschrot
- 29 % Weizen
- 1 % Sojaöl
- 5 % Mineralfutter (*CIMBRIA ADE 12 o. LF*)

Danksagung

Meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. U. ter Meulen, möchte ich für die Möglichkeit im Institut für Tierphysiologie und Tierernährung der Georg-August-Universität Göttingen promovieren zu können, sowie für die Anleitung und die Betreuung über die lange Zeit bis zum Abschluss, meinen aufrichtigen Dank aussprechen.

Meinen ganz besonderen Dank gilt Herrn Prof. Dr. G. Flachowsky, nicht nur für die freundliche Aufnahme im Institut für Tierernährung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) in Braunschweig und die Überlassung dieses Arbeitsthema, sondern auch für seine stetige Diskussionsbereitschaft, seine Anregungen bei der Anfertigung der Dissertation und seine jederzeit gewährte Unterstützung.

Weiterhin möchte ich Herrn Dr. P. Lebzien, Dr. R. Deanicke und Dr. U. Mayer meinen besonderen Dank, für die kritische Durchsicht und Ergänzung des Manuskriptes aussprechen.

Mein herzliche Dank gilt auch Frau Dr. E. Flachowsky für die bereitwillige Hilfe bei der Anfertigung dieser Arbeit.

Danke möchte ich auch Frau K. Hillendahl für ihre unbegrenzte Mithilfe und Geduld für die grammatikalische Durchsicht des Manuskriptes sagen.

Allen Mitarbeitern des Institutes sei herzlich gedankt für die tatkräftige Unterstützung bei der Versuchsdurchführung und die positive Zusammenarbeit in der Zeit meiner Tätigkeit.

Ferner danke ich meinen Eltern und meinen Geschwister für die liebevolle Unterstützung und seine Verständnis.

Meiner Frau Julia danke ich ganz besonders herzlich für ihr Verständnis, Mithilfe und die stetige moralische Unterstützung bis zum Ende dieser Arbeit.

LEBENS LAUF

Name	Jose Fernando Garza Cázares
Geburtsdatum	26.09.1961
Geburtsort	Monterrey, Mexiko
Staatsangehörigkeit	mexikanisch
Familienstand	verheiratet, 2 Kinder
Schulbildung	1968-1973 Grundschule „J. J. Fernandez de Lizardi“. 1973-1975 Staatliche Mittelschule Nr. 17. 1975-1977 Gymnasium Nr. 2 von Autonome Universität von Nuevo León. (U.A.N.L.).
Studium	1978-1984 An der Fakultät für Tiermedizin und Zootechnik, am U.A.N.L. Abschluss: Tierarzt und Zootechniker mit Diplom. 1985-1986 Programm für Graduierte in Landwirtschaft. Institut für Technologische Hochschulstudien von Monterrey (I.T.E.S.M). Abschluss: Master in Betriebswirtschaftslehre der Landwirtschaft und im agrarwissenschaftlichen Forschungsbereich.
Tätigkeit	1986-1998 Dozent an der Fakultät für Tiermedizin und Zootechnik, der U.A.N.L. 1986-1998 Landwirtschaftlicher Berater für Tierproduktion im Bundesstaat Nuevo León. 04.1998-09.1998 Deutscher Sprachkurs am Goethe Institut, Göttingen Deutschland. seit 10.1998 Beginn der Tätigkeit als Doktorand am Institut für Tierphysiologie und Tierernährung der Georg-August Universität Göttingen. seit 04.1999 Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut von Tiernahrung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) Braunschweig.