

# Keimgehalt und Gasbildungsvermögen des Labmageninhaltes gesunder Kühe und von solchen mit Labmagenverlagerung



## **INAUGURAL-DISSERTATION**

zur Erlangung des Doktorgrades  
beim Fachbereich Veterinärmedizin  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

**SABINE KREY**

*édition scientifique*  
**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**

**Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt.**

Jede Verwertung ist ohne schriftliche Zustimmung des Autors oder des Verlages unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

1. Auflage 2005

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the Author or the Publishers.

1<sup>st</sup> Edition 2005

© 2005 by VVB LAUFERSWEILER VERLAG, WETTENBERG  
Printed in Germany



**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**  
édition scientifique

GLEIBERGER WEG 4, D-35435 WETTENBERG  
Tel: 06406-4413 Fax: 06406-72757  
Email: VVB-IPS@T-ONLINE.DE

[www.doktorverlag.de](http://www.doktorverlag.de)

Aus der Klinik für Wiederkäuer und Schweine (Innere Medizin und Chirurgie)  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Betreuer: Prof. Dr. Dr. habil. K. Doll

**und**

aus dem Institut für Hygiene und Infektionskrankheiten der Tiere  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Betreuer: Prof. Dr. Dr. habil. G. Baljer

**Keimgehalt und Gasbildungsvermögen des  
Labmageninhaltes gesunder Kühe und von solchen mit  
Labmagenverlagerung**

INAUGURAL-DISSERTATION  
zur Erlangung des Doktorgrades beim  
Fachbereich Veterinärmedizin  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Eingereicht von  
**SABINE KREY**  
Tierärztin aus Schorndorf

Gießen 2005

Mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin der  
Justus-Liebig-Universität Gießen

Dekan: Prof. Dr. M. Reinacher

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Dr. habil. K. Doll

2. Berichterstatter: Prof. Dr. Dr. habil. G. Baljer

Tag der mündlichen Prüfung: 14. März 2005

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. EINLEITUNG</b> .....	1
<b>2. SCHRIFTTUM</b> .....	2
<b>2.1. Grundlagen</b> .....	2
2.1.1. Physikalische und chemische Eigenschaften von Gasen.....	2
2.1.2. Physiologie der Labmagenverdauung .....	3
2.1.3. Mikroflora des Labmagens .....	4
2.1.4. Ingestapassage und Kohlenhydratgehalt im Labmagen.....	5
<b>2.2. Ätiologie und Pathogenese der Labmagenverlagerung</b> .....	6
2.2.1. Prädisponierende Faktoren.....	6
2.2.2. Auslösende Faktoren.....	9
<b>2.3. Überlegungen zur Gasbildung im Zusammenhang mit der Labmagenverlagerung</b>	11
2.3.1. Herkunft des Gases .....	11
2.3.2. Zusammensetzung des Gases .....	13
2.3.3. Gasbildende Bakterien.....	14
<b>2.4. Gasbildung bei Monogastriern</b> .....	17
<b>3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN</b> .....	19
<b>3.1. Tiere</b> .....	19
<b>3.2. Probenentnahme und -untersuchung</b> .....	19
3.2.1. Entnahme der Gasproben .....	19
3.2.2. Entnahme von Labmagensaft .....	20
3.2.3. Bestimmung des in vitro gebildeten Gasvolumens .....	21
3.2.5. Bestimmung des pH-Wertes .....	27
3.2.6. Bestimmung des Stärkegehaltes .....	27
3.2.7. Mikrobiologische Untersuchungen .....	28
<b>3.3. Statistische Auswertung</b> .....	33
<b>4. ERGEBNISSE</b> .....	34
<b>4.1. Gruppenvergleiche</b> .....	34
4.1.1. Gasbildung.....	34
4.1.2. Gaszusammensetzung.....	36
4.1.3. pH-Wert.....	38
4.1.4. Stärkegehalt .....	40
4.1.5. Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen.....	41
<b>4.2. Ergebnisse der multiplen nicht schrittweisen Regressionsanalyse</b> .....	48
<b>5. DISKUSSION</b> .....	49

<b>6. ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b>58</b>
<b>7. SUMMARY.....</b>	<b>60</b>
<b>8. LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>62</b>
<b>9. ANHANG .....</b>	<b>74</b>

## Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
a. p.	ante partum
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
cm	Zentimeter
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
E. coli	Escherichia coli
g	Gramm
KBE	Kolonie bildende Einheiten
KCl	Kaliumchlorid
Kontr	Kontrollgruppe
liLMV	linksseitige Labmagenverlagerung
M	molar
mg	Milligramm
µl	Mikroliter
ml	Milliliter
µm	Mikrometer
mm	Millimeter
N <sub>2</sub>	Stickstoff
nm	Nanometer
O <sub>2</sub>	Sauerstoff
p. p.	post partum
reLMV	rechtsseitige Labmagenverlagerung
s	Standardabweichung
SF	Streufaktor
spp.	subspezies
Tab.	Tabelle
TNF	Tumornekrosefaktor
u.a.	unter anderem
usw.	und so weiter
v.a.	vor allem
$\bar{x}$	arithmetischer Mittelwert
$\bar{x}_g$	geometrischer Mittelwert
x <sub>max</sub>	Maximalwert
x <sub>min</sub>	Minimalwert
z.B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil





## 1. Einleitung

Die Labmagenverlagerung stellt eine häufige und wirtschaftlich bedeutende Erkrankung bei Milchkühen dar. Davon betroffen sind hierzulande vor allem Kühe der Rasse „Deutsche Holsteins“. Aber auch bei Kühen anderer Rassen und Nutzungsrichtungen sowie bei Bullen und Kälbern wird dieses Leiden gelegentlich beobachtet (*Constable et al. 1992, Geishauser 1995*). Untersuchungen zur Pathogenese dieser Erkrankung ergaben Hinweise auf den Einfluss verschiedener Risikofaktoren, so daß die Labmagenverlagerung von manchen Autoren als multifaktorielle Erkrankung bezeichnet wird (*Coppock 1973, Wallace 1975, Breukink 1990, Kuiper 1991, Constable et al. 1992, Geishauser 1995*).

Erklärt wird die Verlagerung des Labmagens aus seiner physiologischen Position an der ventralen Bauchwand heraus nach rechts oder links dorsal mit der Ansammlung von Gas im Labmagen, das aufgrund seiner physikalischen Eigenschaften nach oben steigt und so den Labmagen passiv hochzieht. Ungeklärt ist nach wie vor, wodurch diese Gasansammlung zustande kommt. Zum einen wird eine Störung der Labmagenmotilität mit Atonie oder Hypotonie vermutet, die eine verzögerte Entleerung des Labmagens bedingt. Durch diese verzögerte Entleerung soll sich Gas im Labmagen ansammeln, wobei postuliert wird, daß der Hauptanteil dieses Gases vorrangig aus dem Pansen stammt (*Sarashina 1990, Martens 1998*). Eine andere Möglichkeit der Gasansammlung wäre eine vermehrte Gasproduktion im Labmagen selbst, was mit der vorliegenden Studie abgeklärt werden sollte. Dabei sollte überprüft werden, ob im Labmageninhalt *in vitro* Gas gebildet werden kann und ob dieser Vorgang bei Tieren mit Labmagenverlagerung möglicherweise erhöht ist. Um zusätzliche Hinweise über den Entstehungsort bzw. die Herkunft des Labmagengases zu erhalten, erfolgte eine Analyse der Gaszusammensetzung von nativem Labmagengas bei Tieren mit Labmagenverlagerung und von dem während der Inkubation gebildetem Gas. Weiterhin sollte ein möglicher Zusammenhang zwischen der Mikroflora des Labmagens und dem Gasbildungsvermögen abgeklärt werden. Zu diesem Zweck wurden eine Bestimmung der aeroben und anaeroben Keimzahlen und eine Identifizierung der gewachsenen Kolonien durchgeführt. Zusätzlich erfolgten eine phasenkontrastmikroskopische Auswertung von nativem Labmagensaft sowie die Auswertung von gramgefärbten Ausstrichen. Um Hinweise über die fermentierbare Substratmenge im Labmageninhalt zu gewinnen, wurde auch dessen Stärkegehalt bestimmt.

## 2. Schrifttum

### 2.1. Grundlagen

#### 2.1.1. Physikalische und chemische Eigenschaften von Gasen

Da in der vorliegenden Arbeit mit Gasen gearbeitet wurde, werden die wichtigsten physikalischen und chemischen Grundlagen kurz aufgeführt, soweit sie für die Messung der Gasbildung bzw. der Gaszusammensetzung und die Entstehung der Labmagenverlagerung von Bedeutung sind.

Die Dichte eines Stoffes ist im gasförmigen Aggregatzustand erheblich kleiner als im flüssigen. Aus diesem experimentellen Befund muß man schließen, daß die Wechselwirkungskräfte zwischen den atomaren Bausteinen eines Gases um Größenordnungen kleiner sind als die zwischen den Bausteinen einer Flüssigkeit oder eines festen Körpers. Auf Grund dieser geringeren Wechselwirkungskräfte nimmt ein Gas jedes ihm zur Verfügung stehende Volumen ein und ist wesentlich leichter zusammendrückbar als eine Flüssigkeit (*Hänsel u. Neumann 1993, Zeeck 2000*). Erfährt ein Gas eine isotherme Zustandsänderung (Veränderung von Gasdruck  $p$  bzw. Gasvolumen  $V$  bei konstanter Temperatur), so gilt das Boyle-Mariottesche Gesetz:

$$p \times V = \text{const.}$$

Dieses Gesetz wurde bei der Messung der Gasbildung herangezogen, da die Inkubation des Labmagensafts in einem geschlossenen Gefäß stattfand. Es entstand also ein Überdruck im Inkubationsgefäß, und erst anschließend wurden die Volumenzunahme des Gases und damit die vorhandene Gasbildung bestimmt.

In einem Gasgemisch von nicht miteinander chemisch reagierenden Gasen stellt sich der Partialdruck jedes Mischungsbestandteiles des Gasgemisches unabhängig von den anderen Mischungsbestandteilen ein und ist innerhalb eines geschlossenen Raumes überall gleich groß. Der Gesamtdruck des Gasgemisches ergibt sich als Summe aller Partialdrücke (Daltonsches Gesetz der Partialdrücke) (*Hänsel u. Neumann 1993*). Diese Tatsache wurde bei der Entnahme der Gasprobe für die Gaszusammensetzung ausgenutzt; die Gasproben wurden aus geschlossenen „Räumen“ (Labmagen / Inkubationsgefäß) entnommen, und dementsprechend ist gewährleistet, daß die gewonnenen Gasproben homogene Gasgemische enthalten.

Die Dichte ist der Quotient aus Masse und Volumen. Je geringer die Dichte eines Stoffes ist, desto leichter ist er und desto mehr Auftrieb erhält dieser Stoff (*Harms 1998*). Da sich im verlagerten Labmagen eine Gasblase befindet, entwickelt dieser abhängig von der Größe der

Gasblase einen gewissen Auftrieb, der das Aufsteigen des Labmagens begünstigt (*Dirksen 1962*).

### 2.1.2. Physiologie der Labmagenverdauung

Während in den Vormägen in erster Linie eine Aufspaltung der Kohlenhydrate stattfindet, stehen im Labmagen proteolytische Vorgänge im Vordergrund (*Dirksen 1962*). Der Inhalt des Labmagens setzt sich im wesentlichen aus dem aus den Vormägen stammenden Nahrungsbrei und den endogenen Sekreten der Labmagenschleimhaut zusammen (*Wolffram 1996*). In den Labmagen werden Enzyme, Salzsäure, anorganische Ionen und Schleim sezerniert (*Dirksen 1962*).

Der pH-Wert des Labmageninhalts liegt bei ca. 1,7 bis 5,5 (*Wolffram 1996*). Diese saure Reaktion wird beim Wiederkäuer nicht allein durch die im Labmagen produzierte Salzsäure bedingt, sondern es tragen auch die aus dem Pansen in den Labmagen gelangenden flüchtigen Fettsäuren dazu bei. Des Weiteren bedingt der periodisch zufließende neutrale oder schwach saure Panseninhalt Schwankungen im pH-Wert. Außerdem bestehen Unterschiede im pH-Wert zwischen Fundus und Pylorusteil; er liegt im Fundusteil bei ca. 3 bis 5 und im Pylorusteil bei ca. 2 bis 4 (*Dirksen 1962*). *Van Winden et al. (2002)* untersuchten den pH-Wert von Kühen 3 Wochen post partum und >150 Tage post partum. Danach kommt es post partum zu einem Anstieg des pH-Wertes, der 14 Tage nach der Kalbung einen Höhepunkt (Mittelwert 2,76) erreicht und dann wieder abfällt. Der pH-Wert war innerhalb dieser 3 Wochen post partum signifikant höher als bei den Kontrollkühen (Mittelwert 2,08).

Die Funktion der Salzsäure liegt in ihrer bakteriziden Wirkung zum Schutz des Gastrointestinaltrakts vor pathogenen Keimen sowie in der Aktivierung von enzymatischen Vorstufen. Außerdem kommt es durch die Säure zur Denaturierung von Proteinen, die damit zugänglicher für proteolytische Spaltungsprozesse werden (*Wolffram 1996*). Da der Magensaft aufgrund seines niedrigen pH-Wertes sowie der proteolytischen Enzyme recht aggressiv ist, schützt sich die Labmagenschleimhaut vor Selbstverdauung, indem sie eine mukosale Barriere produziert. Zellen im oberen Bereich der DrüsenSchläuche sowie das Oberflächenepithel der Magenmukosa sezernieren Schleim und Bikarbonat. Diese Schicht weist eine Dicke von einigen 100 µm auf und stellt eine effiziente Diffusionsbarriere für die Salzsäure und auch für die im Magensaft enthaltenen Enzyme dar. An der Oberfläche dieser Schicht beträgt der pH-Wert ca. 2, während unmittelbar über dem Epithel ein pH-Wert von ca. 7 vorherrscht. Auch die Durchblutung der Magenschleimhaut spielt eine wichtige Rolle für den Schutz der Magenwand (*Wolffram 1996*).

### 2.1.3. Mikroflora des Labmagens

Trotz abgeschluckter Luft und Übertritt von Sauerstoff aus dem Blut durch die Vormagenwand herrschen für die in den Vormägen vorhandenen Mikroorganismen überwiegend anaerobe Bedingungen. Dies gilt in erhöhtem Maße auch für den Labmagen, da der vorhandene Sauerstoff sehr schnell verbraucht wird (*Pfeffer 1987*).

Der Bakteriengehalt im Labmagen ist gegenüber dem Pansen in hohem Maße verringert. In allen Fällen finden sich ovoide, streptokokkenartige, gramnegative Stäbchen mit kräftiger Vergärungsfähigkeit. Ansonsten sind in wechselnder Häufigkeit *Bacillus subtilis*, verschiedene andere Bacillenarten, *Actinomyces albus*, *Penicillium glaucum* und Hefezellen zu isolieren. Bei milchernährten Kälbern wird v.a. eine große Population von Laktobazillen festgestellt (*Dirksen 1962*).

*Sonnenborn und Greinwald (1991)* geben für die humane Magenflora Größenordnungen von bis zu  $10^3$  KBE/ml Magensaft an; das Keimspektrum besteht vor allem aus aeroben oder fakultativ anaeroben Coliformen, Streptokokken, Staphylokokken, Laktobazillen und Hefen. Nur selten nachweisbar sind anaerobe Bakterien wie *Bacteroides*, Bifidobakterien, Clostridien und Eubakterien. Im Labmagen von Bullen wurden Bakterien in einer Gesamtzahl von  $348 \times 10^7$  gefunden, darunter auch geringe Mengen an *E. coli*. Man kann wegen vergleichbarer Anzahl an lebenden Bakterien davon ausgehen, daß ca. 99,9 % der Pansenbakterien im Labmagen abgetötet werden. Da sich aber auch im Ileum cellulytische Bakterien finden, bleibt unklar, ob diese die Labmagenpassage überleben oder vom Caecum aus aufsteigen (*Kern et al. 1974*).

Im Labmagen von Schafen sind  $10^5$  bis  $10^9$  lebende anaerobe Bakterien/ml und  $10^3$  bis  $10^6$  lebende aerobe Bakterien/ml nachgewiesen worden (*Simcock et al. 1999*). *Nicholls et al. (1987)* wiesen unter anaeroben Bedingungen  $10^5$  bis  $10^7$  lebende Bakterien/ml nach. *Mylrea (1969)* führte Untersuchungen zum Bakteriengehalt des Gastrointestinaltraktes von jungen Kälbern durch und fand im Bereich des Pylorus  $10^{5,4}$  *E.coli*,  $10^{4,5}$  *Clostridium welchii*,  $10^{5,2}$  Streptokokken und  $10^{7,8}$  Laktobazillen pro Gramm Mageninhalt.

*Savage (1980)* beschrieb die Auswirkungen der Futteraufnahme auf die Zusammensetzung der Mikroflora. Besonders bemerkenswert ist die Änderung der Mikroflora im Magen von Monogastriern, hervorgerufen durch Hungerperioden. Die durch grampositive Bakterien und Hefen dominierte Magenflora sinkt auf fast nicht mehr feststellbare Werte, und gleichzeitig steigt die Zahl an gramnegativen Bakterien stark an; dabei handelt es sich vor allem um coliforme Keime.

#### 2.1.4. Ingestapassage und Kohlenhydratgehalt im Labmagen

Bei der Passage der Ingesta durch die Vormägen kommt es zu einer selektiven Retention der Partikel; das bedeutet, daß vorzugsweise weitgehend verdaute, kleine Futterpartikel mit hoher Dichte das Retikulum verlassen. Wird also konzentratreiches Futter mit hoher Dichte verfüttert, so ist die Ingestapassage durch die Vormägen beschleunigt. Die mittlere Verweilzeit der Ingesta im Labmagen liegt bei weniger als einer Stunde (*Kaske 2000*).

Die Verdauung von Kohlenhydraten findet beim Wiederkäuer hauptsächlich im Pansen über die Verstoffwechslung der Kohlenhydrate durch die mikrobielle Flora statt. Das Ausmaß der Kohlenhydratverdauung im Pansen - und dementsprechend das Vorkommen von Kohlenhydraten im Labmagen - ist abhängig von den Kohlenhydratquellen im Futter (*Feng et al. 1993, Sarwar et al. 1992*) und der Aufbereitung des Futters (*McAllan u. Smith 1983, Huntington 1997*). So ist z.B. die Verdaulichkeit von Gerstenstärke im Pansen höher als die von Maisstärke; allerdings liegt die Verdaulichkeit von Maisstärke - bezogen auf den gesamten Magen-Darm-Trakt - über der von Gerstenstärke (*McCarthy et al. 1989*).

Außerdem ist die Partikelgröße für das Ausmaß der ruminalen Stärkeverdauung ausschlaggebend. Große Partikel werden schlechter verdaut als kleine, und intakte Getreidekörner können nicht von der mikrobiellen Verdauung angegriffen werden (*Owens et al 1986, Huntington 1997*).

Der Kohlenhydratgehalt im Labmagen ist also abhängig von der Menge an pansenstabiler Stärke und schließt auch mikrobielle Polysaccharide ein. Bei konzentratreicher Fütterung können im Duodenum Stärkegehalte bis 10 % erreicht werden (*Owens et al 1986*). *Matthe (2001)* gibt an, daß 800 bis 1500 g Stärke pro Tier und Tag postruminal verwertet werden können.

## 2.2. Ätiologie und Pathogenese der Labmagenverlagerung

### 2.2.1. Prädisponierende Faktoren

#### Fütterung

*Olson und Stevens (1984)* zeigten anhand von 4 Beispielherden mit hoher Inzidenz von Labmagenverlagerungen, daß der Fütterung in diesen Herden eine entscheidende Rolle bei der Entstehung der Labmagenverlagerung zukam; sie nennen als Ursache abrupte Futterwechsel, zu kurz gehäckselte Silagen und Rauhfutter und eine nicht ausbalancierte Ration bezüglich Mineralien, Vitaminen und Eiweiß. In Herden, in denen Labmagenverlagerungen vorkommen, wird ein höherer Kraftfutteranteil bzw. ein niedrigerer Rohfasergehalt gefüttert (*Coppock 1972, Markusfeld 1977, Grymer u. Hesselholt 1980*) als in Herden, in denen keine Labmagenverlagerungen auftreten. Durch diese ausgiebige Konzentratfütterung steigt der Anteil an flüchtigen Fettsäuren im Labmagen, welche zu einer Verminderung der Motilität führen können (*Coppock 1973, Svendsen 1970*). Andere Untersuchungen belegen dagegen, daß auch bei konzentratreicher Fütterung kein Anstieg an flüchtigen Fettsäuren im Labmagen gemessen werden kann (*Breukink u. de Ruyter 1976*). Außerdem soll die Gasmenge, die aus dem Labmagen in den Hauben-Pansen-Raum zurückströmt, bei konzentratreicher Fütterung erhöht sein (*Svendsen 1969*). Auch *Martens (1998)* macht die Umstellung von rohfaserreicher Trockenstehration auf konzentratreiche Ration nach der Kalbung mit Zunahme der flüchtigen Fettsäuren, Abnahme des pH-Wertes und Erhöhung des osmotischen Drucks bei unzureichend adaptiertem Pansenepithel für den vermehrten Einstrom von Wasser und Elektrolyten in den Labmagen verantwortlich. Der vermehrte Zufluß von Vormagenflüssigkeit in den Labmagen führe zu einer erhöhten Freisetzung von Gasen und zu einer Verminderung der Labmagenmotilität. *Kuiper et al. (1986)* untersuchten die Auswirkungen von konzentratreichen Rationen im Vergleich zur Heufütterung auf die myoelektrische Aktivität von Labmagen und Duodenum. Es kam zu deutlichen Änderungen der myoelektrischen Aktivität v.a. am Duodenum; inwieweit damit allerdings eine Änderung in der Entleerung des Labmagens verursacht wird, ist nicht geklärt. Nach Infusion von Buttersäure in den Labmagen konnte auch *Poulsen (1973)* eine Motilitätsabnahme des Labmagens nachweisen. Im Widerspruch zu dieser Theorie steht die Überlegung, daß Bullen während der Mast sehr getreidereich gefüttert werden und trotzdem nur sehr selten an Labmagenverlagerungen erkranken (*Coppock 1973*).

Auch der Einsatz von Protein-Konzentrat erscheint als möglicher Risikofaktor für die Entstehung einer Labmagenverlagerung (*Eicher et al. 1999*), und bezüglich der Pathogenese

bestehen Hinweise auf eine primäre Störung im Proteinstoffwechsel durch unausgewogene Rationen mit hohem Protein- und geringem Kohlenhydratanteil (*Geishauser et al. 1996c*). Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Labmagenverlagerung ist bei einem Rohfasergehalt von weniger als 16 % zehnmal höher als bei einem Rohfasergehalt über 16 % (*Grymer et al. 1981*).

In Bezug auf die Fütterung ante partum sind Untersuchungen veröffentlicht worden, die gerade für Tiere mit einer hohen Rückenfettdicke ein höheres Risiko für eine Labmagenverlagerung belegen. Diese Tiere bauen innerhalb der ersten 2 Wochen post partum massiv Körperfett ab und scheinen somit unter einem Energiemangel zu leiden. Als Folge dieser Stoffwechselstörung wird auch die Leber belastet, und es kommt u.a. zu einer Verringerung der Endotoxinclearance und damit zu einer Störung der Labmagenmotilität (*Fürll et al. 1999*).

### Leistung

Herden, in denen Tiere an Labmagenverlagerung erkranken, haben durchschnittlich eine höhere Herdenleistung, und die betroffenen Tiere aus diesen Herden haben in der vorhergehenden Laktation eine höhere Leistung gezeigt als nicht erkrankte Tiere (*Coppock 1973, Frerking u. Wolfers 1980, Grymer et al. 1982, Lotthammer 1992, Eicher et al. 1999*). *Gröhn et al. (1995)* konnten dagegen keine signifikanten Beziehungen zwischen dem Auftreten der Labmagenverlagerung und der Milchleistung der vorangegangenen Laktation feststellen. Umgekehrt wird in der Laktation, in der die Labmagenverlagerung diagnostiziert wird, ein Rückgang der Milchleistung festgestellt, wobei die Milchleistungsverluste vor, während und nach der Feststellung und Behandlung der Labmagenverlagerung auftraten (*Martin et al. 1978, DeLuyker et al. 1991*).

### Kalbung

Die meisten Fälle an Labmagenverlagerung werden innerhalb von 2 bis 6 Wochen nach der Kalbung diagnostiziert (*Wallace 1975, Constable et al. 1992, Eicher et al. 1999*). Am Tag der Kalbung sowie bis zu 4 Tage nach der Kalbung ist eine Hypomotilität des gesamten Magen-Darm-Traktes festgestellt worden. Die Pansenmotorik vermindert sich sowohl hinsichtlich ihrer Stärke als auch bezüglich der Anzahl an Kontraktionen, und der Kotabsatz ist vermindert. Diese festgestellte Hypomotilität kann als mögliche Ursache für ein häufigeres Auftreten der Labmagenverlagerung innerhalb der ersten Wochen nach der Kalbung gesehen werden (*Dirksen u. Kaufmann 1978*).

In Bezug auf die Kalbung wird außerdem auch auf einen mechanischen Effekt der trächtigen Gebärmutter hingewiesen, die den Pansen nach dorsal drückt und so dem Labmagen Raum bietet, sich nach links zu verlagern (*Coppock 1973*). *Wallace (1975)* fand außerdem bei Kühen, die später an Labmagenverlagerung erkrankten, ein häufigeres Vorkommen von Zwillingsgeburten.

### Alter

Labmagenverlagerungen werden v.a. bei über 2 Jahre alten Tieren gesehen, mit einer Häufung im Alter von 4 bis 7 Jahren (*Robb et al. 1987, Constable et al. 1992*).

### Rasse

Milchrassen erkranken häufiger an Labmagenverlagerung als Fleischerassen, und innerhalb der Milchrassen sind z.B. Holsteins stärker betroffen als Brown Swiss. Hintergrund dieser genetischen Prädisposition ist wahrscheinlich der phänotypisch erwünschte tiefe und große Bauchraum von Hochleistungskühen (*Constable et al. 1992, Geishauser et al. 1996a, Eicher et al. 1999*).

Bei Untersuchungen der Verwandtschaftsverhältnisse kann eine individuelle genetisch bedingte Prädisposition festgestellt werden, die möglicherweise mit der Züchtung auf höhere Milchleistung zusammenhängt (*Stöber et al. 1974*). *Wolf (2001)* weist ebenfalls eine genetische Prädisposition für das Auftreten von Labmagenverlagerungen nach, die allerdings nicht mit der Milchleistung bzw. mit der genetischen Veranlagung zu hoher Milchleistung korreliert.

### Geschlecht

Weibliche Tiere sind eher gefährdet, an Labmagenverlagerung zu erkranken, als männliche (*Constable et al. 1992*).

### Begleiterkrankungen

Bis zu 75 % aller an Labmagenverlagerung erkrankten Kühe leiden gleichzeitig noch unter einer Begleiterkrankung, wie z.B. Ketose, Nachgeburtshaltung, Mastitis oder Calciummangel (*Varden 1979, Willeberg et al. 1982, Gyang et al. 1986, Constable et al. 1992, Fürll u. Krüger 1998*). Nach *Robb et al (1986), Markusfeld (1987), Erb u. Gröhn (1988), Lotthammer (1992)* und *Correa et al. (1993)* steigt das Risiko, an linksseitiger Labmagenverlagerung zu erkranken, bei Milchfieber, Schweregeburten,



Nachgeburtshaltung, Metritis und Ketose deutlich an. Auch *Grauerholz et al. (1982)*, *Curtis et al. (1985)* und *Geishauser et al. (1995, 1997a, b, 1999)* heben das Auftreten einer Ketose als Risikofaktor für die Labmagenverlagerung hervor. *Muyelle et al. (1990)* beobachteten bei 64 % der Kühe mit linksseitiger Labmagenverlagerung eine Leberverfettung. *Yamada (1982)* fand bei 92 % der Fälle von Labmagenverlagerung Störungen der Vormagenfunktion wie Tympanie, Anschoppung und Atonie. Als Ursache dieser Vormagenstörungen vermutete er Fremdkörpererkrankungen. Als weitere Begleiterkrankung der Labmagenverlagerung nennen *Palmer und Whitlock (1983)* das Labmagengeschwür.

### 2.2.2. Auslösende Faktoren

Es wurden verschiedene Faktoren als auslösend und ursächlich für die Labmagenverlagerung vermutet, doch ist bis heute keine alleinige Ursache bekannt. Es scheinen zusätzlich zu den oben beschriebenen prädisponierenden Faktoren in unterschiedlichem Maße die weiteren nachfolgend beschriebenen Faktoren sowie möglicherweise auch eine Anzahl heute noch unbekannter Aspekte bei der Entstehung der Labmagenverlagerung mitzuwirken.

#### Hypocalcämie

Calcium spielt eine wesentliche Rolle bei der Kontraktion der glatten Muskulatur, und entsprechend wichtig ist es für eine normale Darmmotorik. Kühe mit einer zuvor bestehenden Hypocalcämie erkranken eher an Labmagenverlagerung als solche mit normalen Calciumwerten (*Massey et al. 1993*). Allerdings entwickeln die meisten Tiere mit Labmagenverlagerung eine metabolische Alkalose, und dadurch sinkt der Blutspiegel an ionisiertem Calcium ab. In der Untersuchung von *Bajcsy et al. (1997)* konnten zwar bei Tieren mit Labmagenverlagerung niedrige Calciumspiegel gemessen werden, die im Anschluß an eine operative Versorgung wieder anstiegen, aber die Calciumwerte befanden sich immer im physiologischen Bereich und kommen damit kaum als Ursache einer Hypotonie in Frage. Vergleichbare Ergebnisse finden sich bei *Geishauser und Oekentorp (1997)* sowie bei *Vörös und Karsai (1987)*.

*Delgado-Lecaroz et al. (2000)* fanden dagegen bei 70 % ihrer untersuchten Tiere zum Zeitpunkt der Diagnose einen unter dem physiologischen Bereich liegenden Calciumwert. Sie ermittelten den Calciumwert direkt nach der Diagnosestellung auf dem Betrieb und nahmen nichtbetroffene Tiere derselben Herde als Kontrolle. Auch weitere Autoren entdecken einen niedrigen Calciumspiegel bei Kühen mit Labmagenverlagerung, wobei weiterhin die Frage

bestehen bleibt, ob die Hypocalcämie die Ursache oder möglicherweise auch eine Folge der Labmagenverlagerung darstellt (*Özkan u. Poulsen 1986*).

### Endotoxine

In neueren Untersuchungen wurde die Bedeutung von Endotoxinen für viele Erkrankungen, u.a. auch für die Labmagenverlagerung, untersucht. So weisen Kühe, die später an Labmagenverlagerung erkranken, einen höheren Endotoxingehalt und eine verminderte Endotoxinclearance innerhalb der ersten Tage post partum auf. Diese Endotoxineffekte äußern sich in Fieberreaktionen, Leukopenie, Anstieg von TNF $\alpha$ , Haptoglobin und anderen Akute-Phase-Proteinen (*Fürll u. Krüger 1998*).

Hohe Konzentrationen an freien Lipopolysacchariden treten insbesondere im Zusammenhang mit der Verfütterung von ölhaltigen Futtermitteln, wie Rapskuchen oder Rapsextraktionsschroten, aber auch nach Fütterung von hefekontaminierten Futtermitteln wie Biertreber, schlechten Maissilagen usw. im Blut auf. Der wichtigste Aufnahmeweg für diese Bakterientoxine sind sogenannte Translokationsprozesse aus besiedelten Körperhöhlen, insbesondere aus dem Magen-Darm-Trakt. Wesentliche Voraussetzung für solche Translokationsprozesse ist das Auftreten einer Ischämie im Translokationsgebiet, zu der es z.B. infolge von Geburten kommen kann (*Krüger u. Röpke 1998*).

Zwischen dem vermehrten Auftreten von Endotoxinen, den entsprechenden Endotoxinwirkungen und der verminderten Labmagenmotilität mit anschließender Atonie und Aufgasung wird ein Zusammenhang vermutet. *Vlaminck et al. (1985)* wiesen eine dosisabhängige Hemmung der Labmageneentleerung durch Infusion von E. coli-Endotoxin nach. Außerdem stimulieren Endotoxine die Synthese von Stickoxid, welches zur Relaxation der glatten Muskulatur führt (*Fürll u. Krüger 1998*).

### Lipomobilisationssyndrom

Das häufige Auftreten der Labmagenverlagerung zusammen mit weiteren Störungen (besonders Fruchtbarkeitsstörungen, Retentio secundinarum, Gebärparese, Mastitis) sowie die folgenden Untersuchungsbefunde sprechen für eine Zuordnung der geburtsnahen Labmagenverlagerung zum Fettmobilisationssyndrom: Bei Kühen, die in der Früh-laktation erkranken, entwickeln sich schon während der Trockenstehphase Belastungen des Energiestoffwechsels. Es kommt zur Reaktionskette „Verfettung a.p. - starker Geburtsstreß - gesteigerte Lipolyse p.p.“ mit Folgen wie z.B. Leberbelastung, verminderte Endotoxinclearance und Ketose. Kühe, die später an Labmagenverlagerung erkranken, haben

statistisch gesehen die höchste Rückenfettdicke, gebären die größten und schwersten Kälber und sind somit dem stärksten Geburtsstreß ausgesetzt. Als Folge läuft das bekannte Schema der Fettmobilisation ab (*Fürll u. Krüger 1998*). Auch die häufig damit vergesellschafteten Ketosen sind im Zuge dieser Fettmobilisation zu sehen. Ein weiterer Beleg für die gesteigerte Lipolyse ist nach *Geishauser et al. (1999)* das Vorkommen erhöhter Fett-Eiweiß-Quotienten in Betrieben mit häufiger auftretenden Labmagenverlagerungen.

### Insulinresistenz

Einige Autoren fanden Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Labmagenverlagerungen und Störungen des Kohlenhydratstoffwechsels im Sinne einer unterschiedlichen Ansprechbarkeit der Insulinrezeptoren. Tiere mit Labmagenverlagerung zeigen höhere basale Blutglucosespiegel und signifikant höhere Insulinspiegel. Diese Veränderungen sind unabhängig von zusätzlich bestehender Ketose, und dementsprechend wird eine verminderte Ansprechbarkeit des Gewebes auf Insulin vermutet (*van Meirhaeghe et al. 1988a, Holtenius 1990*). Da Insulin die Labmagenentleerung hemmt, böte dieser Mechanismus einen Erklärungsansatz für die Entstehung der Labmagedilatation mit nachfolgender Atonie und Aufgasung (*van Meirhaeghe et al. 1988b*).

## 2.3. Überlegungen zur Gasbildung im Zusammenhang mit der Labmagenverlagerung

### 2.3.1. Herkunft des Gases

Es ist unbestritten, daß für die Verlagerung des Labmagens eine Ansammlung von Gas im Labmagen notwendig ist, um diesen aus seiner normalen Position an der ventralen Bauchwand nach oben zu ziehen. Allerdings ist nicht geklärt, wie es zu dieser Gasansammlung kommt. Die vorherrschende Meinung ist, daß es durch eine vorausgehende Atonie zur Erschlaffung des Labmagens mit Dilatation und zur nachfolgenden Ansammlung von Gas kommt (*Reiche et al. 1998*). Dagegen vertritt *Dirksen (1962)* die Meinung, daß die Gasansammlung nicht nur eine Folge der Atonie, sondern eine Ursache der Dilatation ist, da z.B. bei Rezidiven ein sehr schnelles Aufgasen beobachtet wurde.

*Ehrlein (1970)* fand bei seinen Untersuchungen über die Labmagenmotorik bei der Ziege, daß sich im Labmagenfundus häufig eine kleine Gasblase befindet, die nach kurzer Zeit - entweder während einer Haubenkontraktion oder auch ohne erkennbaren Zusammenhang zu einer Vormagenkontraktion - durch den Psalter in die Haube entweicht. Das Vorhandensein einer kleinen Gasblase, die höchstwahrscheinlich aus dem Hauben-Pansen-Raum in den

Labmagen übertritt, scheint also physiologisch zu sein. Dieses Gas wird möglicherweise bei einer bestehenden Atonie nicht mehr in den Hauben-Pansen-Raum zurückgedrängt und sammelt sich somit im Labmagen an.

*Dirksen (1962)* sieht 4 Ursprungsmöglichkeiten für die Herkunft des Gases:

1. Direkter Übertritt aus dem Pansen
2. Fortsetzung der Gärung des übergetretenen Panseninhaltes im Labmagen
3. Chemische Reaktion der Speichelkarbonate mit der Salzsäure des Labmagens unter Kohlendioxidbildung
4. Fäulnis des Mageninhaltes. (Die Entstehung durch Fäulnisprozesse lässt sich aufgrund der sauren Reaktion des Labmageninhalts ausschließen.)

In verschiedenen Fütterungsversuchen mit Auffangen der aus dem Labmagen in den Hauben-Pansen-Raum freigesetzten Gasmengen stellte *Svendson (1969)* eine erhöhte Gasfreisetzung aus dem Labmagen nach Konzentratfütterung fest. Dieser Anstieg kann entweder durch eine veränderte Zusammensetzung der in den Labmagen eingebrachten Ingesta bedingt sein oder durch eine erhöhte Zuflußrate von Ingesta zum Labmagen. Da bei einer Ansäuerung von Panseninhalt nach Konzentratfütterung ähnliche Gasmengen freiwerden wie bei Heufütterung, kommt *Svendson (1969)* zu dem Schluß, daß die erhöhte Gasfreisetzung nach Konzentratfütterung durch eine erhöhte Zuflußrate von Ingesta zum Labmagen bedingt ist.

*Sarashina et al. (1990)* kommen ebenfalls zu der Vermutung, daß das Gas über Haube und Blättermagen in den Labmagen wandert, sich dort anreichert und periodisch wieder aus dem Labmagen in die Vormägen zurückwandert. Wird nun aufgrund von kraftfutterreichen Rationen die Pansendurchflussrate gesteigert, so entsteht mehr Gas, das sich somit auch vermehrt im Labmagen befindet und nicht mehr in ausreichendem Maße zurückströmt. Damit kommt es zu fortschreitender Erschlaffung der Motorik des Labmagens mit gleichzeitig steigendem Gasvolumen. Zu entsprechenden Schlussfolgerungen kommt auch *Martens (1998)*.

Um eine etwaige Gasbildung im Labmagen quantitativ beurteilen zu können, kann als Vergleich das Gasbildungsvermögen von Pansensaft herangezogen werden. Es beläuft sich normalerweise auf 1 bis 2 ml Gas pro Stunde pro 10 ml Pansensaft (*Dirksen 1990*).

### 2.3.2. Zusammensetzung des Gases

Um weitere Hinweise über die Herkunft des Gases zu sammeln, sind verschiedene Untersuchungen über dessen Eigenschaften und Zusammensetzung durchgeführt worden. *Dirksen (1962)* entdeckte eine meist vorhandene, aber unterschiedlich stark ausgeprägte Brennfähigkeit des Gases im Labmagen, was auf einen variierenden Anteil brennfähiger Bestandteile hinweist. Brennbare Bestandteile wären z.B. Methan und Wasserstoff. Weiterhin führte *Dirksen (1962)* gasanalytische Untersuchungen auf Methan, Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Wasserstoff, Sauerstoff, Schwefelwasserstoff und Stickstoff durch. Der gemessene Sauerstoff wurde als angenommener Entnahmefehler durch Luft herausgerechnet. Es wurden genau die gleichen Bestandteile wie im Pansengas, nämlich Kohlendioxid, Methan, Stickstoff und Wasserstoff gefunden. Dies scheint ein deutlicher Hinweis zu sein, daß zumindest ein Teil der Labmagengase aus dem Pansen übertritt oder im Labmagen aus übertretendem Panseninhalt gebildet wird. Letztere Möglichkeit wird von *Dirksen (1962)* jedoch wegen des vorherrschend sauren Milieus im Labmagen als wenig wahrscheinlich angesehen. Bei der quantitativen Analyse findet sich bei den gesunden Tieren ein Ergebnis entsprechend dem für Pansengas, während im verlagerten Labmagen gewöhnlich geringere Kohlendioxid- und Methanmengen bei höherem Restgasanteil (Stickstoff) gefunden wurden (Kohlendioxid 1,9 - 13,2 %, Methan 0,2 - 40,5 %, Stickstoff 43,9 - 89,8 %, Wasserstoff 0,3 - 4,6 %). Außerdem werden Sauerstoffgehalte im verlagerten Labmagen von 0,8 bis 16,4 % gefunden, die allerdings als Entnahmefehler gewertet werden, da kaum anzunehmen ist, daß beim erwachsenen Rind Sauerstoff bzw. Luft in nennenswerter Menge auf natürlichem Wege in den Labmagen gelangen oder dort entstehen kann. Erklärungsmöglichkeiten für diese veränderte Gaszusammensetzung bei Verlagerungszuständen sind zum einen veränderte Verdauungsverhältnisse im Pansen oder ein gesteigerter Gasaustausch mit dem Blut. So können sowohl Kohlendioxid als auch Sauerstoff und Stickstoff durch die Pansenwand diffundieren, und Stickstoff kann auch auf entgegengesetztem Wege aus dem Blut in den Pansen hineindiffundieren (*McIver et al. 1956*). Es wäre also denkbar, daß am Labmagen ebenfalls derartige Diffusionsprozesse ablaufen. Aufgrund der niedrigen Kohlendioxidwerte kann die Gasbildung durch chemische Reaktion von Speichelkarbonaten mit der Salzsäure des Magensaftes unter Kohlendioxidbildung als unbedeutend angesehen werden (*Dirksen 1962*).

Auch *Svendsen (1969)* fand als Hauptbestandteile im Labmagengas Kohlendioxid, Methan und Stickstoff. Stickstoff ist nahezu immer in konstanter Menge vorhanden, so daß davon auszugehen ist, daß eine Diffusion aus dem Blut in den Labmagen stattfindet. Eine vermehrte

Gasfreisetzung im Labmagen resultiert also aus einem Anstieg der Kohlendioxid- und Methanproduktion. Für die Kohlendioxidproduktion macht *Svendson (1969)* den Bicarbonatgehalt der Vormagenflüssigkeit verantwortlich, wobei die Methanproduktion ungeklärt bleibt. Da Kohlendioxid schnell aus dem Verdauungskanal absorbiert wird, scheint es sich bei dem für die Entstehung der Labmagenverlagerung verantwortlichen Gasanteil eher um Methan zu handeln, das in großen Mengen vorkommt und sehr langsam absorbiert wird.

*Sarashina et al. (1989)* führten ebenfalls Untersuchungen über die Gaszusammensetzung im Labmagen durch. Sie konnten keinen Unterschied in der Gaszusammensetzung zwischen Kühen mit bzw. solchen ohne Labmagenverlagerung feststellen, allerdings fanden sich im Labmagengas immer höhere Anteile an Methan als an Kohlendioxid. Dies könnte wiederum auf einen stattfindenden Gasaustausch mit dem Blut hindeuten, wobei Kohlendioxid aus dem Labmagen ins Blut diffundiert. Ein weiterer Teil des Versuchsaufbaus beinhaltete die Inkubation von Labmagen- und Panseninhalt (gefroren, aufgetaut und frisch) mit verschiedenen Substanzen, wie künstlichem Speichel, Salzsäure und Pepsin in verschiedenen Kombinationen. Das innerhalb von 0,5 bis 6 Stunden gebildete Gas wurde auf den Gehalt an Kohlendioxid und Methan untersucht. Panseninhalt (z.T. vermischt mit künstlichem Speichel und Salzsäure-Pepsin) erzeugte sowohl Kohlendioxid als auch Methan in großen Mengen, wohingegen Labmageninhalt nur sehr geringe Mengen Methan ergab, außer in Kombination mit Pansensaft. Daraus wird abgeleitet, daß die Bildung von Methan wahrscheinlich nicht im Labmagen selbst stattfindet.

### 2.3.3. Gasbildende Bakterien

Es wird diskutiert, ob die Gasbildung im Labmagen möglicherweise durch die gesteigerte Vermehrung von bestimmten gasproduzierenden Bakterien im Labmagen verursacht werden könnte. Durch die schon dargestellte, für Labmagenverlagerung prädisponierende Fütterung (energie- und eiweißreich), ergibt sich eine erhöhte Durchflußrate durch den Pansen. Dadurch werden mehr energie- und eiweißreiche Ingesta den Labmagen erreichen und können so Nährstoffgrundlage für Bakterienwachstum bilden. Es bleibt allerdings die Frage, wie und ob diese gasbildende Flora im sauren Labmageninhalt überleben und sich vermehren könnte.

Von den physiologischerweise im Labmageninhalt vorkommenden Keimen sind v.a. Bazillen, aber auch Streptokokken und Staphylokokken in der Lage, Gas zu bilden. Weitere gasbildende Bakterien sind verschiedene Enterobacteriaceae, Bacteroidaceae und Lactobacillaceae. Außerdem bilden Hefen im Rahmen von Gärungen Kohlendioxid. Ein bekanntes Beispiel für die Energiegewinnung von Bakterien unter Entstehung von Gas ist z.B.

die alkoholische Gärung, bei welcher neben dem Kohlendioxid Ethanol gebildet wird. Andere Bakterien betreiben ähnliche Stoffwechselfvorgänge, allerdings unter Bildung von organischen Säuren wie Milchsäure (Laktobazillen), Propionsäure (Propionibakterien, kommen auch in großer Zahl im Pansen vor), Buttersäure (Clostridien) und Ameisensäure. Bestimmte, im Pansen bzw. im Erdboden vorkommende Kokken können eine Methangärung durchführen (Krüger 2002). Das pH-Optimum für die Produktion von Methan aus Glucose liegt laut Goodwin und Zeikus (1987b) bei 5,2. Außerdem nutzen manche Bakterien Nitrat als Protonenakzeptor, und dies führt entweder zur Ausscheidung von Ammoniak oder von molekularem Stickstoff (Krüger 2002).

Wichtige Gasbildner, die auch schon im Zusammenhang mit Labmagengeschwüren und Labmagenaufgasung isoliert wurden, sind Clostridien, v.a. *Clostridium perfringens*. Clostridien sind obligat anaerobe grampositive Stäbchen, die verschiedene Exotoxine produzieren können, auftreibende Endosporen bilden und Kohlenhydrate oder Peptone unter Bildung von organischen Säuren und Alkoholen verstoffwechseln. Sie wachsen schnell im pH-Bereich von 6,5 bis 7 und bei Temperaturen von 30 bis 37 °C (Cato et al. 1986).

Bei neugeborenen Kälbern mit Pansen- und Labmagentympanie, Abomasitis und Labmagengeschwüren wiesen Roeder et al. (1987) das Vorkommen von *Clostridium perfringens* und letale Mengen an Exotoxin von *Clostridium perfringens* nach. Ein Infektionsversuch bei 4 bis 12 Tage alten Kälbern mit toxinbildendem *Clostridium perfringens* Typ A führt bei allen Kälbern zu schweren bis mittleren Symptomen mit Störungen des Allgemeinbefindens, Aufblähen und Durchfall (Roeder et al. 1988). Jelinski et al. (1995) fanden bei Milchkälbern mit durchgebrochenen Labmagengeschwüren und bei Kontrolltieren häufig *Clostridium perfringens* und in drei weiteren Fällen sowie bei den Kontrolltieren *Campylobacter* spp. Sie halten *Clostridium perfringens* eher für einen postmortalen Kontaminanten, da sie in entsprechenden Infektionsversuchen diffuse Veränderungen vorfanden, die eher auf die Wirkung des Exotoxins zurückzuführen waren, als auf ein Wachstum der Bakterien in der Labmagenschleimhaut.

Lewis und Naylor (1998) isolierten *Clostridium sordellii* aus den Labmägen von plötzlich verendeten Schafen. Sie sahen *Clostridium sordellii* als mögliche Ursache für den pathologisch erweiterten und verlagerten Labmagen mit Entzündungsanzeichen. Vatn et al. (2000b) stellten erhöhte Gehalte an Histamin in Labmagensaft und -schleimhaut von Lämmern mit Labmagenaufgasung, -blutung und -geschwüren fest. Diese erhöhten Histaminwerte lassen sich möglicherweise durch die bakterielle Besiedlung mit *Lactobacillus* spp. und *Clostridium sordellii* erklären. Ebenso fanden Al-Mashat und Taylor (1983)

*Clostridium perfringens* Typ A und *Clostridium sordellii* in entzündlichen Veränderungen der Gastrointestinalschleimhaut. Außerdem wurde bei einem Kalb mit Labmagenentzündung *Clostridium septicum* in der Labmagenschleimhaut nachgewiesen (*Eustis u. Bergeland 1981*).

Eine weitere Bakterienart, die bei Ziegenlämmern mit Labmagentympanie gefunden wurde, sind die Sarcina-artigen Bakterien. Diese nicht beweglichen Kokken sind anaerob, aber aerotolerant, können sich in einem weiten pH-Bereich (von 1 - 9,8) vermehren und Glucose oder Lactose unter massiver Gasbildung fermentieren (*DeBey et al. 1996*). Sie treten in Gruppen von 8 oder mehr auf, sind grampositiv, können Sporen bilden und verstoffwechseln Kohlenhydrate unter Bildung von Kohlendioxid, Wasserstoff, Essigsäure, Ethanol und Buttersäure. Sie kommen im Boden vor und wurden auch schon aus Mageninhalt vom Mensch, Kaninchen und Meerschweinchen sowie aus Spelzen von Getreidekörnern isoliert (*Canale-Parola 1986*). *Sarcina ventriculi* hat spezielle Mechanismen entwickelt, um sich auch bei niedrigen pH-Werten vermehren zu können. So kann dieser Keim bei sinkendem pH-Wert seinen Stoffwechselweg von Acetat- auf Ethanolproduktion umstellen und trotz niedrigem pH im Cytoplasma weiterhin Glucose fermentieren (*Goodwin u. Zeikus 1987a*).

*Vatn et al. (1999)* untersuchten Lämmer mit Labmagentympanie, -geschwüren und -blutungen. Sie fanden in Ausstrichen von Labmageninhalt und in histologischen Schnitten der Labmagenschleimhaut in 79 % zahlreiche Sarcina-artige Bakterien, v.a. bei den Tieren mit Gasansammlung im Labmagen, wogegen bei Kontrolltieren diese Ansammlung von Bakterien nicht zu sehen war. Zusätzlich wurden in einigen Fällen *Clostridium fallax* und *Clostridium sordellii* isoliert.

Wichtige Keime, die auch im Magen des Menschen vorkommen, sind des weiteren *Helicobacter pylori* oder *Helicobacter*-artige Keime. Diese Keime haben alle eine hohe Ureaseaktivität, können sich bei niedrigem pH-Wert vermehren, sind mikroaerophil und stehen beim Menschen und Tieren in Verdacht, an der Bildung von Magengeschwüren beteiligt zu sein (*Holt et al. 1994*). *Braun et al. (1997)* fanden in signifikanter Beziehung zu Schleimhautläsionen spiralförmige Bakterien (*Helicobacter*-ähnlich), allerdings konnten sie *Helicobacter* selbst nicht nachweisen. Auch *Jelinski et al. (1995)* konnten *Helicobacter* nicht aus Labmagengeschwüren von Kälbern isolieren. *Al-Mashat und Taylor (1980, 1983)* isolierten aus entzündlichen Veränderungen des Magen-Darm-Traktes von Rindern und Durchfallkälbern häufig *Campylobacter* spp. Sie sehen einen Zusammenhang zwischen *Campylobacter fetus* spp. *jejuni* und *intestinalis* und diesen entzündlichen Veränderungen. Auch *Günther und Schulze (1992)* untersuchten das Vorkommen von *Campylobacter*-ähnlichen Keimen im Labmagen von Kälbern und fanden v.a. in der Pylorusregion CLO



(Campylobacter-like organisms), die tief in die Krypten hineinreichten, welche z.T. starke entzündliche Veränderungen aufwiesen. Allerdings konnte kein deutlicher Zusammenhang zwischen dem Auftreten von CLO und Entzündungsreaktionen aufgezeigt werden. Den histologischen Nachweis von CLO in der Schleimschicht der Pylorusregion bei erwachsenen Rindern führten auch *Haringsma und Mouwen (1992)*. Sie kamen zu der Vermutung, daß CLO zusammen mit einer verminderten Schleimproduktion für Labmagengeschwüre beim erwachsenen Rind verantwortlich gemacht werden könnten.

*Gorrill et al. (1975)* untersuchten die Auswirkungen eines Formalinzusatzes zum Milchaustauscher von Lämmern auf die Häufigkeit der Labmagentympanie und fanden eine deutliche Reduktion dieser Aufgasung bei bestimmten Fütterungsstrategien. Verantwortlich für die Gasproduktion sollen in erster Linie Laktobazillen sein, deren Vermehrung durch den Formalinzusatz gehemmt wird. In diesem Fall scheint also die Ätiologie der Labmagentympanie von mit Milchaustauscher ernährten Lämmern durch gasbildende Bakterien gesichert. Erhöhte Gasbildung im Labmagen von Lämmern mit Labmagentympanie wurde auch durch *Arsenault et al. (1980)* nachgewiesen.

*Gunning (2000)* fand bei histologischen Untersuchungen der Labmagenschleimhaut von entwöhnten Kälbern mit chronischem Durchfall in den Fundusdrüsen eine große Zahl an schlanken stäbchenförmigen Bakterien, die z.T. schwach grampositiv reagierten und sich nach Giemsa gut anfärben ließen. Diese Bakterien fanden sich nur in der Fundusdrüsenzzone und schienen sich von den Drüsenschläuchen zum Lumen hin auszubreiten. Die Bakterien konnten nicht näher differenziert und auch nicht kultiviert werden. Ebenso bleibt ihre pathogene Bedeutung völlig unklar. Allerdings finden sich erfahrungsgemäß normalerweise bei jungen Rindern kaum Mikroorganismen in den Drüsenschläuchen, so daß die Bedeutung dieser Bakterienpopulation bis jetzt ungeklärt ist.

Weitere Mikroorganismen, die Abomasitis bei Kälbern hervorrufen können, sind hypervirulente Salmonellen („*Salmonella enterica* serotype typhimurium phagetype DT104“). In Infektionsversuchen konnten diese Salmonellen eindeutig als Agens für die Abomasitis identifiziert werden (*Carlson et al. 2002*).

#### 2.4. Gasbildung bei Monogastriern

*Jensen und Jørgensen (1994)* untersuchten die mikrobiell bedingte Gasbildung in verschiedenen Abschnitten des Gastrointestinaltraktes von Schweinen, u.a. auch die Gasbildung im Magen. Sie fanden sowohl in vivo als auch in vitro eine Bildung von

Kohlendioxid und etwas Wasserstoff. Methanproduktion fand nur im Dickdarm der Schweine statt. Abhängig vom Rohfasergehalt der Fütterung kam es mit steigendem Rohfasergehalt zu einer gesteigerten Konzentration an Kohlendioxid und zu Hinweisen für eine gesteigerte mikrobielle Aktivität.

Auch das Gas bei Hunden mit einer Magendilatation ist entsprechend dem Labmagengas brennbar; allerdings kann kein Methan nachgewiesen werden, sondern die Brennbarkeit ist auf Gehalte von bis zu 5 % Wasserstoff zurückzuführen. In-vitro-Untersuchungen von solchem Mageninhalt ergaben eine erhöhte Fermentationsrate mit vermehrter Gasproduktion im Vergleich zu Mageninhalt gesunder Hunde (*Rogolsky et al 1978*).

*Vatn et al. (2000a)* untersuchten das Vorkommen von Sarcina-artigen Bakterien bei zwei Hunden und bei einem Pferd mit akuter Magendilatation. Sie fanden in allen Fällen in Ausstrichen von Mageninhalt Sarcina-artige Bakterien, die im Fall eines Hundes auch angezüchtet und als *Sarcina ventriculi* identifiziert werden konnten. Bezüglich der Kontrolltiere wurden nur bei einem Hund, aber bei allen als Kontrollen dienenden Pferden Sarcina-artige Bakterien gefunden. Allerdings schien ein Unterschied in der Größe der Pakete vorzuliegen. Bei den Hunden mit akuter Magendilatation wurden große Pakete mit bis zu 50 Kokken gefunden, bei dem positiven Kontrollhund und den Pferden überwiegend kleine Pakete von 2 bis 16 Kokken. Vermutet wird, daß die kleineren Pakete eine inaktivere Form der Bakterien darstellen als die großen Pakete (> 50 Kokken).

### 3. Eigene Untersuchungen

#### 3.1. Tiere

Die untersuchten Rinder stammten aus dem Patientengut des Jahres 2002 der Klinik für Wiederkäuer und Schweine (Innere Medizin und Chirurgie) der Justus-Liebig-Universität Gießen. Es wurden 25 Tiere mit linksseitiger Labmagenverlagerung, 15 Tiere mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung und 5 Kontrolltiere, die keine Erkrankung des Verdauungsapparates aufwiesen und eine normale Futteraufnahme zeigten, in die Studie aufgenommen. Bei den untersuchten Tieren handelte es sich um Kühe der Rasse Deutsche Holsteins, Farbrichtung schwarzbunt und rotbunt, im Alter von 2,5 bis 7 Jahren.

#### 3.2. Probenentnahme und -untersuchung

##### 3.2.1. Entnahme der Gasproben

Von jeweils der Hälfte der Tiere mit links- bzw. rechtsseitiger Labmagenverlagerung wurden Gasproben entnommen und untersucht. Bei der Kontrollgruppe war die Entnahme von nativem Labmagengas nicht möglich.

Die Gasprobe wurde bei rechtsseitiger Labmagenverlagerung während der Operation nach Dirksen bei der Entgasung des Labmagens gewonnen. Mit einer gasdichten 1 ml-Spritze (Hamilton SampleLock<sup>TM</sup>, Hamilton Company, Nevada, USA) mit aufgesetztem Luer-Adapter male (CS Chromatographie Service GmbH, Langerwehe) wurde 1 ml des ausströmenden Gases direkt aus dem Entgasungsschlauch gewonnen. Die Spritze wurde dabei dreimal mit dem Labmagengas gespült, um die Kontamination der Gasprobe mit Raumluft zu verringern. Über das eingebaute Ventil wurde sie anschließend sofort verschlossen.

Bei linksseitiger Labmagenverlagerung wurde die Gasprobe während der Operation nach Janowitz bei der Entgasung des Labmagens durch den Entgasungskatheter gewonnen. Mit der oben beschriebenen gasdichten Hamilton-Spritze mit aufgesetztem Luer-Adapter und zusätzlich aufgesetztem Dreiwegehahn (neoLab Mini-Dreiwege-Hahn-steril, Heidelberg) wurde 1 ml Labmagengas entnommen. Die Spritze wurde bei der Entnahme ebenfalls dreimal mit dem Labmagengas gespült. Der Dreiwegehahn diente zum Verschluss des Entgasungskatheters während des Absetzens der Spritze, um einen übermäßigen Verlust von Labmagengas zu vermeiden. Dies war notwendig, da für die erfolgreiche Durchführung dieser Operationsmethode noch eine ausreichende Füllung des Labmagens mit Gas gewährleistet

sein musste. Die Spritze wurde nach dem Absaugen des Gases sofort über das eingebaute Ventil verschlossen.

Außer nativem Labmagengas wurde auch solches Gas untersucht, das sich bei der In-vitro-Inkubation von Labmagensaft gebildet hatte. Die Durchführung dieser Inkubation und die Messung des gebildeten Gasvolumens sowie die Entnahme der Inkubationsgasprobe wird unter 3.2.3 beschrieben.

### 3.2.2. Entnahme von Labmagensaft

Die Entnahme von Labmagensaft erfolgte bei den Tieren mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung während der Operation nach Dirksen. Die Entgasung des Labmagens erfolgte mit einer 7 cm langen und 2 mm dicken Kanüle, die zusätzlich mit seitlichen Bohrungen versehen war und an einen 1 m langen und 5 mm dicken Entgasungsschlauch aus Gummi angeschlossen war. Die Verbindung wurde durch eine Schlauchklemme aus Metall gesichert. Im Anschluss an die Entgasung des Labmagens wurde mit einer sterilen 50 ml-Spritze (Plastipak<sup>®</sup> 50 ml LUER, Becton Dickinson, Drogheda, Irland) aspiriert und mindestens 35 ml Labmagensaft durch den Entgasungsschlauch abgesaugt. Die Spritze wurde nach Entfernung der enthaltenen Luft sofort mit einer Gummikappe verschlossen.

Die Entnahme von Labmagensaft bei Tieren mit linksseitiger Verlagerung erfolgte während der Operation nach Janowitz. Nach Einbringen des Spezial-Toggle wurde durch die in den Labmagen eingeführte Throkarhülse ein 50 cm langer und 2 mm starker Harnkatheter mit zusätzlichen seitlichen Öffnungen eingeführt und mit einer sterilen 50 ml-Spritze aspiriert. Es wurden mindestens 35 ml Labmagensaft abgesaugt. Die Spritze wurde nach Entfernung der enthaltenen Luft mit einer Gummikappe verschlossen.

Bei den Kontrolltieren erfolgte eine Punktion des Labmagens durch die ventrale Bauchwand unter Ultraschallkontrolle (Methode nach *Braun et al. 1997*). Hierzu wurde die Haut vom Sternum bis zum Nabel 25 cm beidseits der Medianen geschoren. Nach Darstellung des Labmagens mit einem 2,5-MHz Sektorscanner (Microimager 2000, Eickemeyer, Tuttlingen) erfolgte die Punktion im Bereich der größten Volumenausdehnung des Labmagens. Die Punktionsstelle lag ca. 10 cm kaudal des Sternums in der Medianen. Sie wurde rasiert und desinfiziert, und nach Fixierung des Tieres wurde eine 14 cm lange und 2 mm dicke Kanüle mit Mandrin und zusätzlichen seitlichen Bohrungen senkrecht durch die Bauchwand in den Labmagen eingestochen. Mindestens 35 ml Labmagensaft wurden mittels einer sterilen 10 ml-Spritze (Injekt Luer Solo 10 ml, Braun, Melsungen) aspiriert. Es konnten immer nur

geringe Mengen an Labmagensaft gewonnen werden, bevor die Kanüle mit Partikeln verstopfte und mittels des Mandrins wieder durchgängig gemacht werden mußte. Die jeweils gewonnene Menge an Labmagensaft wurde deshalb in sterile Plastikröhrchen (Probenröhrchen neutral 12 ml, Kabe Labortechnik, Nümbrecht-Elsenroth) überführt, die anschließend luftdicht verschlossen wurden.

Der von allen drei Gruppen gewonnene Labmagensaft wurde innerhalb einer Stunde weiterverarbeitet.

### 3.2.3. Bestimmung des in vitro gebildeten Gasvolumens

Als Inkubationsgefäße wurden 10 ml fassende sterile Glasflaschen (Wheaton Serum Bottle, Aldrich, Milwaukee, USA) verwendet, die mittels eines Butylstopfens (Butyl Rubber Stoppers Ø 20 mm, Aldrich, Milwaukee, USA) und Aluminiumkappen (Wheaton Aluminium Cap 20 mm Tear off, Aldrich, Milwaukee, USA) luftdicht verschlossen wurden.

Es erfolgten 2 verschiedene Versuchsansätze jeweils im Doppelansatz:

#### a) Ansatz ohne Puffer:

7 g Labmagensaft wurden mit je 0,5 ml einer 16%igen Glucoselösung (eigene Herstellung), 100 mg Stärke (Starch soluble A.C.S. Reagent; Aldrich, Steinheim) und 1 ml einer 2%igen Stärkelösung (eigene Herstellung) inkubiert.

#### b) Ansatz mit Puffer:

7 g Labmagensaft wurden mit je 0,5 ml einer 16%igen Glucoselösung (eigene Herstellung) und 100 mg Stärke inkubiert. Es erfolgte eine pH-Einstellung auf pH 4-5 mit Phosphat-Citrat-Puffer, der 2 % gelöste Stärke enthielt (eigene Herstellung). Der pH-Wert wurde mittels pH-Meter (WTW pH 531, Weilheim) überprüft. Es wurden zwischen 200 und 800 µl Puffer benötigt. Um in jedem Ansatz dieselbe Menge an gelöster Stärke zu gewährleisten, wurde das benötigte Puffervolumen mit 2%iger Stärkelösung auf 1000 µl aufgefüllt, so daß insgesamt in jedem Ansatz 20 mg gelöste Stärke enthalten waren.

Die sterilen Glasflaschen wurden mit Stärke, bereits angefertigter Glucoselösung (sterilfiltriert) und Stärkelösung bzw. Puffer-Stärkelösung (aliquotiert tiefgefroren) befüllt und anschließend der Labmagensaft direkt aus der Entnahmespritze unter anaeroben Bedingungen (Begasung mit einem Gemisch aus 80 % Stickstoff und 20 % Kohlendioxid) in die Flaschen eingewogen. Es folgte eine Begasung der Flaschen nach der von *Miller und Wolin (1974)* modifizierten Hungate-Technik. Dabei wurde während der Begasung ein Butylstopfen

vorsichtig in die Flasche eingedrückt, so daß die Begasungsnadel an der Seite des Stopfens lag. Nach einer Begasungszeit von 40 Sekunden wurde gleichzeitig die Begasungsnadel herausgezogen und der Stopfen in die Flasche gedrückt (siehe Abbildung 1). Die Butylstopfen wurden dann mit den Aluminiumkappen fixiert.

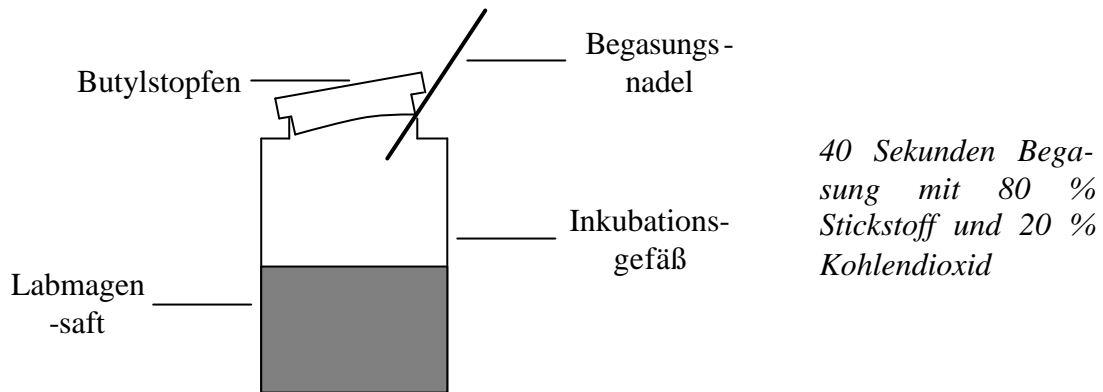


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Begasung der Inkubationsflaschen nach der modifizierten Hungate-Technik

Die anschließende Inkubation erfolgte bei 38 °C in einem Wärmeschrank auf einem Orbitalschüttler (DSG 304; Heidolph, Schwabach), so daß eine ständige Durchmischung der Probe gewährleistet war. Die Messung des gebildeten Gasvolumens erfolgte jeweils 4 und 8 Stunden nach Beginn der Inkubation nach dem Prinzip der Wasserverdrängung.

Durch die Gasbildung entstand in den geschlossenen Flaschen ein Überdruck, der dem Volumen des gebildeten Gases proportional war. Nach Einstechen einer Kanüle in den Gasraum der Inkubationsflasche strömte durch den Überdruck Inkubationsgas über ein 15 cm langes und 3 mm dickes Plastikschlauchstück und eine weitere Kanüle in eine vollständig mit Wasser gefüllte und mittels Stopfen und Aluminiumkappe verschlossene Glasflasche. Es wurden die gleichen Glasflaschen und Stopfen verwendet wie für die Inkubation des Labmagensaftes. Als Folge des einströmenden Gases und des dadurch steigenden Druckes in der Wasserflasche wurde die entsprechende Menge Wasser über eine weitere Kanüle mit einem 15 cm langen und 3 mm dicken Schlauchstück in ein Glasgefäß mit bekanntem Leergewicht überführt und anschließend die Gewichtszunahme des Glasgefäßes mit einer Analysenwaage bestimmt. Das Gewicht des verdrängten Wassers war also proportional zur Menge an gebildetem Gas (siehe Abbildung 2).

Die Reaktionsgefäße wurden jeweils 10 Minuten vor der Messung aus dem Wärmeschrank entnommen, um bei der Messung Raumtemperatur zu gewährleisten.

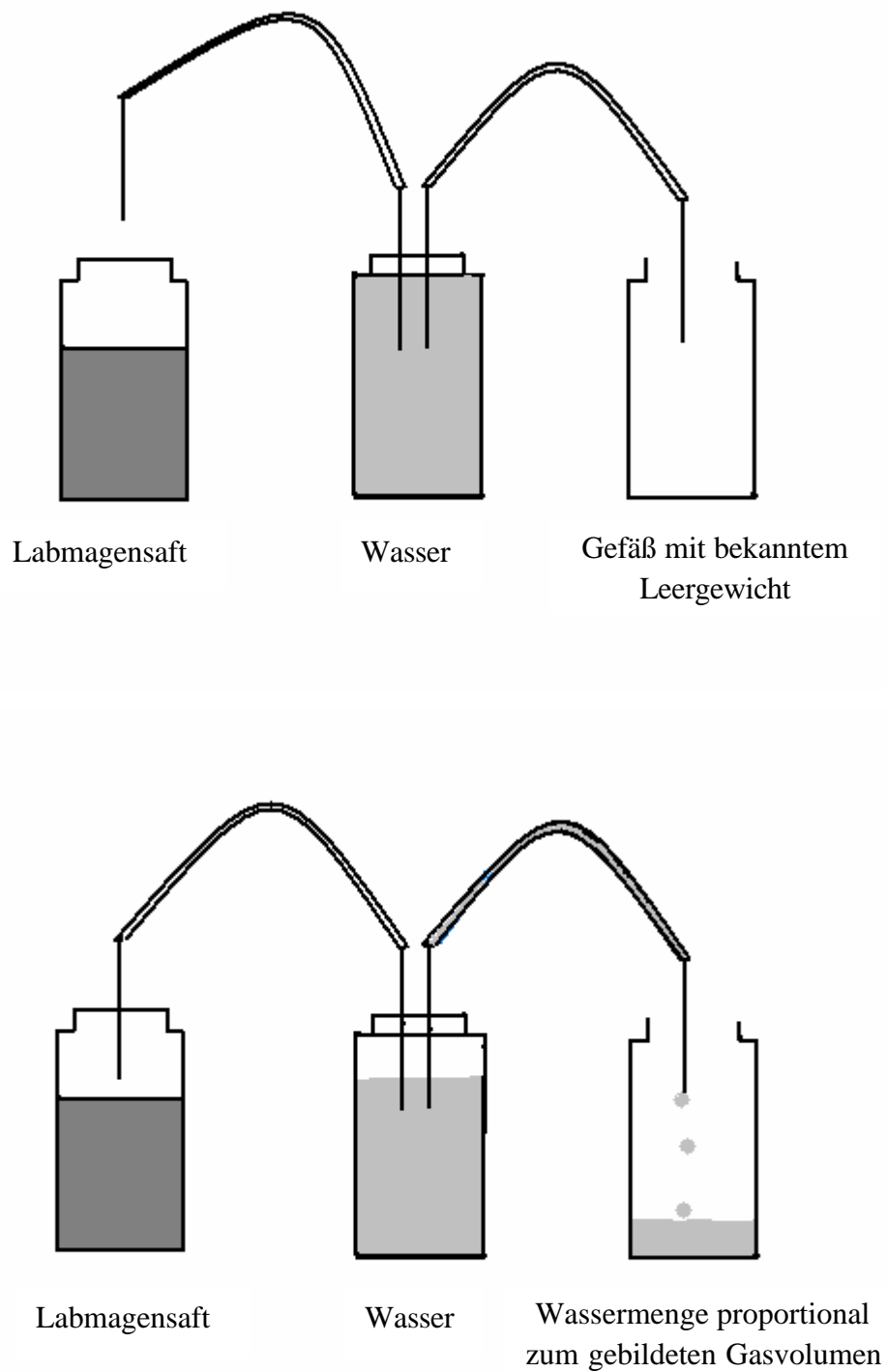


Abbildung 2: Messung des gebildeten Gasvolumens

Die Inkubationsgasprobe wurde im Anschluss an die Messung des Gasvolumens nach 8 Stunden aus dem Ansatz mit Puffer gewonnen. Die gasdichte Hamilton-Spritze mit aufgesetztem Luer-Adapter wurde mit einer Kanüle (BD Microlance 1,2 x 40, Drogheda,

Ireland) versehen und durch den Butylstopfen in den Gasraum des Reaktionsgefäßes eingestochen. Es wurde 1 ml Gasvolumen in die Spritze aufgezogen. Zum Druckausgleich wurde ein mit Wasser gefülltes Gefäß (Wheaton Serum Bottle, Aldrich, Milwaukee, USA) über ein 15 cm langes und 3 mm dickes Plastikschlauchstück und zwei Kanülen mit dem Reaktionsgefäß verbunden, so daß während der Gasentnahme 1 ml Wasser in das Reaktionsgefäß einfließen konnte. Die Spritze wurde anschließend über das eingebaute Ventil sofort verschlossen. Ein dreimaliges Spülen der Spritze mit dem Inkubationsgas war aufgrund der geringen vorhandenen Gasmenge nicht möglich, so daß die analysierte Gasprobe Anteile von Raumluft enthielt. Um den Anteil der Raumluft am entnommenen Gas zu berechnen, wurden Proben des bei der in-vitro-Inkubation verwendeten Begasungsgases (Gemisch aus 80 % Stickstoff und 20 % Kohlendioxid; Messer-Grießheim, Siegen) mit bzw. ohne dreimaliges Spülen gaschromatographisch analysiert (siehe 3.2.5.):

Tab. 1:

Mittelwerte (%)	ohne Spülen	mit 3x Spülen
N <sub>2</sub>	79,73	84,12
CO <sub>2</sub>	6,64	14,26
O <sub>2</sub>	14,24	1,62

Daraus errechnete sich ein Korrekturfaktor für die Inkubationsgasproben für Stickstoff von 1,055, für Kohlendioxid von 2,148 und für Sauerstoff für 0,114.

Rechenbeispiel für Stickstoff:

$$\frac{84,12}{79,73} = 1,055$$

Über die Formel

*Gasanteil*(N<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>) *ohne Spülen* × *Korrekturfaktor*(N<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>)

konnte der Raumluftanteil eliminiert werden.

Weiterhin wurde jeder Probensendung eine Spritze beigelegt, die nach dreimaligem Spülen mit dem bei der Inkubation verwendeten Gasgemisch befüllt war, um eine Kontrolle der Dichtigkeit der Gasspritzen zu ermöglichen.



### 3.2.4. Analyse der Gaszusammensetzung

Die Analyse der Gaszusammensetzung erfolgte im Pansenlabor der Rinderklinik der Tierärztlichen Hochschule Hannover mittels Gaschromatographie nach der von *Höltershinken (1990)* eingeführten Methode.

Bestimmt wurden die Konzentrationen an Kohlendioxid, Stickstoff, Sauerstoff und Methan.

Die entnommenen Inkubationsgasproben enthielten sowohl neugebildetes Gas als auch Anteile des zur Begasung verwendeten Gasgemisches aus 80 % Stickstoff und 20 % Kohlendioxid. Das neugebildete Gas vermischte sich homogen mit dem Begasungsgemisch und strömte bei der Gasmessung gleichermaßen aus dem Inkubationsgefäß aus. Die zu untersuchenden Inkubationsgasproben wurden, wie schon erwähnt, erst im Anschluß an die Gasmessung aus den Inkubationsgefäßen entnommen und enthielten dementsprechend proportional zur gebildeten Gasmenge unterschiedlich hohe Anteile des Begasungsgemisches. Der prozentuale Anteil des Begasungsgemisches an der jeweiligen Probe wurde berechnet und das verbleibende Gasgemisch auf 100 % hochgerechnet.

Zunächst wurde das Verhältnis von verwendetem Begasungsgas zu neugebildetem Gas berechnet:

Formel:

$$\frac{5}{a} = x$$

Rechenbeispiel für Stickstoff (liLMV 21):

Es wurden 0,4 ml neugebildetes Gas gemessen:

$$a = 0,4 \quad x = \frac{5}{0,4} = 12,5$$

5 = Gasraum im Inkubationsgefäß in ml (faßt insgesamt 13,5 ml, eingefüllt werden 7 ml Labmagensaft, 1 ml Stärke-/Puffer-Stärkelösung und 0,5 ml Glucoselösung: 5 ml Gasraum bleiben übrig)

$a$  = Menge an neugebildetem Gas in ml

$x$  = Verhältnis der Menge an Begasungsgas (5 ml) zur Menge an neugebildetem Gas

Dann wurde der aus der Begasung stammende Anteil des jeweiligen Gases berechnet:

Formel:

$$b = \frac{c}{x+1} \cdot x$$

$b =$  Anteil des jeweiligen Gases (%) aus Begasung stammend

$c =$  Anteil des jeweiligen Gases am Begasungsgas (%) (siehe Tab.1, 2.Spalte)

Rechenbeispiel für Stickstoff (liLMV 21):

$$c(\text{Stickstoff}) = 84,12$$

$$b(\text{Stickstoff}) = \frac{84,12}{12,5+1} \cdot 12,5 = 77,89$$

Schließlich wurde der Anteil an jeweils neugebildetem Gas berechnet:

Formel:

$$d = e - b$$

$d =$  Anteil des jeweiligen Gases (%) an neugebildetem Gas

$e =$  gaschromatographisch bestimmter Anteil des jeweiligen Gases x Korrekturfaktor des jeweiligen Gases

Rechenbeispiel für Stickstoff (liLMV 21):

$$e(\text{Stickstoff}) = 88,49$$

$$d(\text{Stickstoff}) = 88,49 - 77,89 = 10,60$$

Ermittelt wurde also die Gaszusammensetzung von nativem Labmagengas aus verlagerten Labmägen sowie die Gaszusammensetzung des bei der Inkubation von Labmagensaft entstandenen Gases. Um für die mit der angewandten Methode ermittelten Werte einen Vergleichsmaßstab zu gewinnen, wurde zusätzlich Pansensaft eines Tieres ohne Erkrankung des Verdauungsapparates und mit guter Futteraufnahme gewonnen und nach den unter 3.2.3. beschriebenen Bedingungen inkubiert. Entsprechend zu der Vorgehensweise bei inkubiertem Labmagensaft wurden Gasproben entnommen und die Gaszusammensetzung bestimmt.

### 3.2.5. Bestimmung des pH-Wertes

Der pH-Wert des Labmagensaftes wurde durch Messung mit einem pH-Meter (WTW pH 531, Weilheim) bestimmt. Die Messung erfolgte zum einen im nativen Labmageninhalt, nach Zugabe von Puffer bei Ansatz b, und zum anderen nach Inkubation, sowohl in den Ansätzen ohne Puffer als auch in den Ansätzen mit Puffer. Das pH-Meter wurde vor jeder Meßserie durch eine Zwei-Punkt-Eichung bei pH 7,00 und pH 4,01 geeicht. Zwischen den Messungen wurde die Elektrode in einer 3 M KCl-Lösung (WTW, Weilheim) aufbewahrt.

### 3.2.6. Bestimmung des Stärkegehaltes

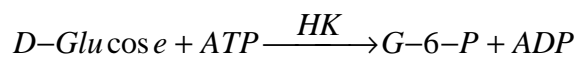
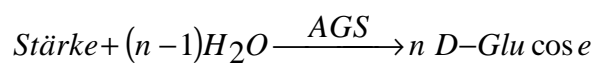
Zur Stärkebestimmung wurden jeweils 2 ml nativer Labmagensaft in Eppendorf-Reaktionsgefäße 2 ml (Eppendorf Vertrieb Deutschland GmbH, Wesseling-Berzdorf) abgefüllt und eingefroren. Die Stärkebestimmung erfolgte dann gesammelt mit dem enzymatischen Testsystem „Stärke UV-Test“ (Boehringer, Ingelheim). Dieses enzymatische Testsystem entspricht dem amtlichen Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG zur Bestimmung von Stärke in Lebensmitteln (*Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG, 1983*).

Hierfür war eine Vorverdauung des Labmagensaftes erforderlich. Dazu wurden 1 ml Labmageninhalt mit 4 ml Dimethylsulfoxid (Merck, Darmstadt) und 1 ml 8 M Salzsäure (Merck, Darmstadt) vermischt und 30 Minuten bei 60 °C inkubiert. Anschließend wurden 2 ml Aqua bidest (Fresenius, Bad Homburg) zugegeben, der Ansatz mit 5 M Natronlauge (Merck, Darmstadt) auf pH 4-5 eingestellt (Kontrolle mit dem pH-Meter) und mit Aqua bidest auf 10 ml aufgefüllt. Da die für den Test eingesetzte Flüssigkeit klar sein mußte, wurde nach der Vorverdauung ca. 1 ml des Ansatzes in Eppendorf-Reaktionsgefäße 1 ml (Eppendorf Vertrieb Deutschland GmbH, Wesseling-Berzdorf) überführt und bei 14000 rpm für 5 Minuten zentrifugiert. Der klare Überstand wurde dann für den Test verwendet.

Die eigentliche Testdurchführung erfolgte nach Anleitung des Herstellers, wobei die eingesetzte Testmenge wegen relativ geringer Stärkegehalte auf 0,15 ml erhöht wurde. Dabei ergab sich folgendes Pipettierschema:

	Leerwert	Probe
Lösung 1	0,1 ml	0,1 ml
Probelösung	-	0,15 ml
Bidest. Wasser	0,15 ml	-
Lösung 2	0,5 ml	0,5 ml
Bidest. Wasser	0,4 ml	0,4 ml
Suspension 3	0,01 ml	0,01 ml

Nach enzymatischem Aufschluß der Stärke durch das Enzym Aminoglucosidase (AGS) zu Glucose wird durch die Enzyme Hexokinase (HK) und Glucose-6-phosphat-Dehydrogenase (G6P-DH) ein zur Glucosemenge proportionaler Anstieg an NADPH (reduziertes Nicotinamid-adenin-dinucleotidphosphat) bewirkt.



Der Anstieg an NADPH wurde photometrisch (Filter 334 nm) bestimmt (Eppendorf PCP 6121, Eppendorf Vertrieb Deutschland GmbH, Wesseling-Berzdorf).

### 3.2.7. Mikrobiologische Untersuchungen

Die mikrobiologischen Untersuchungen wurden in Zusammenarbeit mit dem Institut für Hygiene und Infektionskrankheiten der Tiere der Justus-Liebig-Universität Gießen durchgeführt.

Zur Bestimmung der aeroben und anaeroben Gesamtkeimzahl des Labmageninhalts wurde eine dekadische Verdünnungsreihe hergestellt. Es wurden jeweils 4 sterile Probenröhrchen (Probenröhrchen neutral 12 ml, Kabe Labortechnik, Nümbrecht-Elsenroth) mit 9 ml steriler physiologischer Kochsalzlösung (Fresenius, Bad Homburg) befüllt. Nach gründlicher Durchmischung des Labmageninhalts mittels eines Vortex (Reax IR 2400/min; Heidolph, Schwabach) wurde davon jeweils 1 ml mittels sterilen 1 ml Eppendorf-Pipettenspitzen

(Eppendorf Vertrieb GmbH Deutschland, Wesseling-Berzdorf) in die nächsthöhere Verdünnungsstufe überpipettiert, so daß Verdünnungsstufen von  $10^{-1}$  bis  $10^{-4}$  entstanden (siehe Abbildung 3).

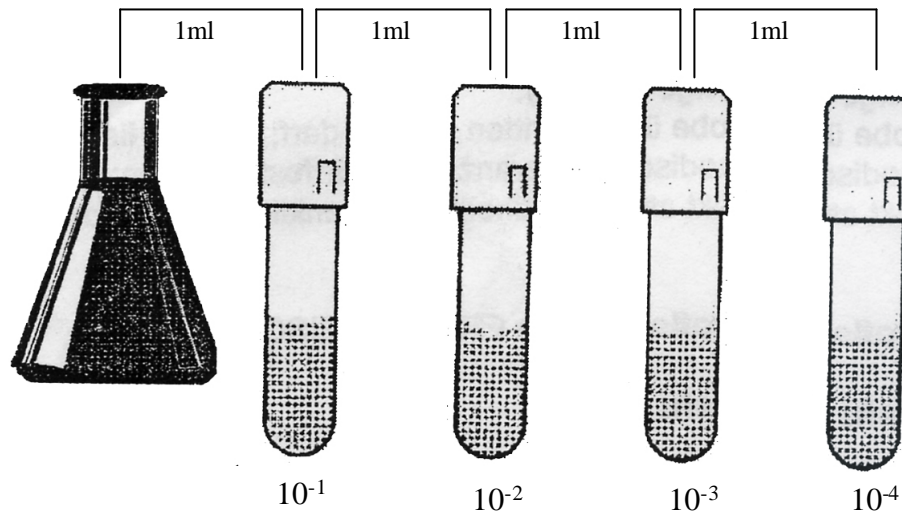


Abb.3: Herstellung der dekadischen Verdünnungsreihe

Alle verwendeten Agarplatten wurden vom Institut für Hygiene und Infektionskrankheiten der Tiere zur Verfügung gestellt. Im Einzelnen handelte es sich um Schädleragar (Becton und Dickinson, Heidelberg) und Traubenzuckerblutagar nach Zeissler (Blutagarbasis: G. Merck, Darmstadt). Beiden Nährböden, die zur Anzucht anaerob wachsender Keime dienen, waren 5 % defibriniertes Schafblut zugefügt. Zudem wurden Blutagarplatten (ebenfalls mit 5 % Schafblut) sowie Dreifarbenagar nach Gassner und Pilzagar nach Kimmig (alle drei: G. Merck, Darmstadt) verwendet. Die jeweils aktuell eingesetzten Schädler- und Zeissleragarplatten wurden mindestens 4 Stunden vor der Beimpfung anaerob inkubiert, um eine Vorreduktion der Nährböden und damit eine höhere Wachstumsrate an anaeroben Keimen zu erreichen (*Schallehn 1990*).

Zur quantitativen Untersuchung wurden jeweils 2 Schädleragarplatten und 2 Blutagarplatten in 4 gleich große Sektoren unterteilt und beschriftet. Nach neuerlicher Durchmischung auf dem Vortex wurden jeweils 10  $\mu$ l jeder Verdünnungsstufe mit sterilen 100  $\mu$ l Eppendorf-Pipettenspitzen (Eppendorf Vertrieb GmbH Deutschland, Wesseling-Berzdorf) auf die entsprechenden Sektoren aufgetropft und mittels ausgeglühter Impföse vollständig auf dem Sektor verteilt. Dies entsprach den Verdünnungsstufen von  $10^{-3}$ /ml bis  $10^{-6}$ /ml. Schädleragarplatten und Zeissleragarplatten (Beimpfungstechnik nachfolgend beschrieben) wurden zuerst beimpft und sofort bei 37 °C für 48 Stunden anaerob inkubiert (Anaerocult<sup>®</sup> A mini; G. Merck, Darmstadt).

Die beimpften Blutagarplatten wurden aerob ebenfalls bei 37 °C für 48 Stunden inkubiert. Ihre Inkubation erfolgte in einem Mini-Brutschrank (Thermocult; Clinicon, Bromma, Schweden).

Zur anschließenden quantitativen Auswertung wurden alle Sektoren herangezogen, die zwischen 3 und 150 Kolonien aufwiesen.

Die Berechnung erfolgte nach folgender Formel:

$$\bar{c} \cdot d = \frac{\sum c}{n_1 \cdot 1 + n_2 \cdot 0,1}$$

$\bar{c}$  = gewogenes arithmetisches Mittel

$\sum c$  = Summe der Kolonien aller Sektoren, die zur Berechnung herangezogen werden

$n_1$  = Anzahl der Sektoren der niedrigsten Verdünnungsstufe

$n_2$  = Anzahl der Sektoren der nächst höheren Verdünnungsstufe

$d$  = Faktor der niedrigsten ausgewerteten Verdünnungsstufe

Zusätzlich wurden zur qualitativen Auswertung des kultivierbaren Keimgehaltes im unverdünnten Labmageninhalt damit jeweils eine Gassneragarplatte zur Identifizierung von Enterobacteriaceae und eine Kimmigagarplatte zur Bestimmung von Pilzen mittels Dreiösenausstrich beimpft. Schließlich wurden jeweils 2 Zeisslerplatten mit 100 µl der 10<sup>-1</sup> Verdünnung beimpft und die Menge mit ausgeglühter Impföse vollständig auf der Platte verteilt, da auf diesen Nährböden Clostridien anhand der Koloniemorphologie deutlich erkennbar sind. Die Bebrütung der Gassneragarplatte erfolgte aerob bei 37 °C über 48 Stunden, die des Kimmigagars bei Raumtemperatur über 5 Tage, während die Zeissleragarplatten, wie oben erwähnt, anaerob bei 37 °C für 48 Stunden inkubiert wurden.

Alle erkennbaren Kolonien wurden bezüglich Koloniemorphologie protokolliert, und soweit möglich, Bakterienfamilien und –genera zugeordnet. Bei fraglichen Kolonien erfolgte eine Subkultivierung (Anaerobier: sowohl aerob auf Blutagar als auch anaerob auf Schädler- und Zeisslerplatten, Aerobier: Blut- und/bzw. Gassneragar). Eine weitere Identifizierung der Kolonien erfolgte dann mittels Gramfärbung bzw. bei Hefen und anderen Pilzen über ein Nativpräparat. Bei Wachstum von Clostridien schloss sich, soweit möglich, eine Identifizierung mittels des biochemischen Testsystems rapid ID 32 A (Bio Merieux Deutschland GmbH, Nürtingen) an.

Die identifizierten Kolonien wurden in folgende Gruppen eingeteilt: aerobe Sporenbildner, Clostridien, coryneforme Bakterien, Kugelbakterien (Kokken), Enterobacteriaceae, Lactobacillaceae, Mucor, Penicillium, Aspergillus, sowie Geotrichum sp. und andere Hefen.

Die aeroben Sporenbildner (Bazillen) stellten sich in ihrer Koloniemorphologie sehr vielfältig dar. Als Bazillen wurden durchsichtige wie auch gelb- bis weißgraue Kolonien von 1 bis 10 mm Größe angesprochen, die aerob oder fakultativ anaerob auf Blutagar (teilweise mit Hämolyse) bzw. Schädleragar/Zeissleragar wuchsen und sich im Grampräparat als große, grampositive Stäbchen (bei Sporenbildung mit im allgemeinen nicht auftreibenden Sporen) darstellten.

Auch die anaeroben Sporenbildner (Clostridien) waren in ihrer Koloniemorphologie sehr variabel. Als Clostridien wurden graue, grünliche bis helle Kolonien von 2 bis 6 mm Größe angesprochen, die auf Schädler- und/oder Zeissleragar wuchsen und sich in der aeroben Subkultivierung auf Blutplatten als strikt anaerob erwiesen. Im Grampräparat handelte es sich bei ihnen um grampositive Stäbchen mit auftreibenden Sporen.

Als coryneforme Bakterien wurden weißgraue, matte bis durchsichtige glänzende, stecknadelspitzen- bis 3 mm große Kolonien angesprochen, die meist aerob, z.T. auch nur anaerob auf Blutagar bzw. Schädleragar wuchsen und sich im Grampräparat als keulenförmige grampositive, teilweise zur Verzweigung neigende Stäbchen darstellten.

Kugelbakterien wuchsen als durchsichtige bis gelbgraue glänzende, aber auch weiss pigmentierte stecknadelspitzen- bis 5 mm große Kolonien, die aerob auf Blutagar und fakultativ anaerob auf Schädleragar anzutreffen waren und im Grampräparat eine runde oder ovale Form bei grampositivem Färbeverhalten aufwiesen.

Enterobacteriaceae zeigten ein weißgraues, etwas schleimiges, z.T. schwärmendes Koloniewachstum von 1 bis 5 mm Größe. Auf Gassneragar wuchsen sie laktosepositiv oder -negativ, waren Cytochromoxydase-negativ, bauten Glucose im Oxidations-/Fermentationstest fermentativ ab und stellten sich im Grampräparat als kleine, gramnegative Stäbchen dar.

Als Lactobacillaceae wurden weißgraue stecknadelspitzen- bis 2 mm große Kolonien angesprochen, die aerob, besser aber anaerob auf Blut- bzw. Schädleragar anzuzüchten waren und sich im Grampräparat als grampositive gerade oder leicht gekrümmte Stäbchen darstellten.

Von den Pilzen vermehrten sich Mucor sp. auf Kimmigagar besonders schnell in Form von Kolonien von 5 bis 8 cm Größe. Im Nativpräparat (Lactophenolwasserblau-) war das typische Bild des „Köpfchenschimmels“ zu sehen.

Als *Penicillium* sp. wurden ca. 2 bis 3 cm große weiße, teils auch grüne Kolonien angesprochen. Im Nativpräparat waren die Fruktifikationsorgane durch den „pinselartigen“ verzweigten Aufbau charakterisiert.

Schimmelpilze der Gattung *Aspergillus* wuchsen meist in Form großer graugrüner Kolonien, die auf dem Kimmigagar im Bebrütungszeitraum die Größe von 2 bis 5 cm erreichten. Im Nativpräparat führte der typische „gießkannenartige“ Konidienaufbau zur Diagnose.

Als *Geotrichum* sp. wurden ca. 1 cm große, weiße, matte „hefeartige“ Kolonien angesprochen, die im Nativpräparat Myzel sowie in typische Arthrosporen zerfallene Myzelabschnitte zeigten.

Als „andere Hefen“ wurden weiße bis cremefarbene, glatte Kolonien auf Kimmigagar von bis zu 4 mm Größe bezeichnet, die sich im Nativpräparat als ovale bis runde Blastosporen von ca. 5 bis 10 µm Größe darstellten und an denen teilweise die Sprossung von Tochterzellen zu beobachten war.

Es erfolgte weiterhin eine Untersuchung des Labmageninhalts mittels Phasenkontrastmikroskopie, um zusätzlich auch solche Keime zu erfassen, die mit den beschriebenen Methoden nicht anzüchtbar waren. Dazu wurde ein Tropfen des nativen Labmageninhalts zusammen mit einem Tropfen physiologischer Kochsalzlösung auf einen Objektträger aufgebracht, mit einem Deckgläschen versehen und unter Ölimmersion im Phasenkontrast untersucht. Jede Probe wurde ca. 10 Minuten lang durchgemustert. Dabei wurde vor allem auf das Vorkommen von *Sarcina*-artigen Bakterien (große Kokken in Paketen) und auf das Vorkommen von schraubenförmigen Bakterien geachtet, wobei eine Einteilung in *Sarcina*-artige Bakterien sowie in lange und in kurze Schraubenbakterien erfolgte. Bei dem phasenkontrastmikroskopischen Nachweis handelt es sich um die einfachste und sicherste Methode zur Erfassung *Sarcina*-artiger Kokkenpakete. Sie können aufgrund ihrer Struktur auf diesem Wege gut identifiziert werden, denn ihre Anzüchtung, die spezielle selektive Bedingungen erfordert, ist aus Labmagensaft mit den Methoden für ihre Kultivierung aus Erde selten möglich (*Vatn et al. 1999*).

Zusätzlich wurden gramgefärbte Ausstriche von nativem Labmagensaft sowie von dem zuvor zur Erfassung des Gasbildungsvermögens inkubierten Labmagensaft (siehe 3.2.3.) angefertigt. Die Ausstriche wurden jeweils 10 Minuten lang durchgemustert, und es erfolgte ebenfalls eine Protokollierung der *Sarcina*-artigen Bakterien sowie der langen und der kurzen Schraubenbakterien.



### 3.3. Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte auf Rechnern der Arbeitsgruppe Biomathematik und Datenverarbeitung des Fachbereichs Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen unter Verwendung des Statistikprogrammpakets BMDP/DYNAMIC, Release 7.0 (*Dixon 1993*).

Die beschreibende Statistik erfolgt unter Verwendung der Kennzahlen Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum. Die Werte der Parameter Gasbildung, Kohlendioxid-, Methan- und Sauerstoffkonzentration im Gas nach Inkubation, Stärkekonzentration und aerobe sowie anaerobe Keimzahl waren nicht normalverteilt. Deshalb wurde hier eine logarithmische Transformation durchgeführt und es werden - außer bei den Gaskonzentrationen – jeweils der geometrische Mittelwert, der Streufaktor sowie bei allen Parametern die Minimal- und Maximalwerte aufgeführt. Die Werte der anderen Parameter waren annähernd normalverteilt. Die Darstellung der Daten erfolgte sowohl tabellarisch als auch grafisch.

Für die Auswertung der Gasbildung in Bezug zur Gruppenzugehörigkeit wurde eine dreifache Varianzanalyse mit Messwiederholungen in den Faktoren Inkubationszeit und Pufferzugabe durchgeführt. Mittels einfaktorieller Varianzanalyse wurde geprüft, ob hinsichtlich der Merkmale Kohlendioxid-, Methan-, Stickstoff- und Sauerstoffkonzentration im nativen Labmagengas, der Methan- und Stickstoffkonzentration im Gas nach Inkubation, der Stärkekonzentration sowie der aeroben und anaeroben Keimzahlen signifikante Gruppenunterschiede bestehen. Bei den auch logarithmiert nicht annähernd normalverteilten Parametern Kohlendioxid- und Sauerstoffkonzentration nach Inkubation wurde der „Kruskal-Wallis-Test“ als parameterfreies Verfahren der einfaktoriellen Varianzanalyse zur Prüfung der Signifikanz von Gruppenunterschieden durchgeführt.

Die Ergebnisse des Keimspektrums, der Phasenkontrastmikroskopie und der Untersuchung der gramgefärbten Ausstriche wurden einem Häufigkeitsvergleich unterzogen, welcher mit dem „Exakten Fisher-Test“ kombiniert wurde, um auch hier mögliche signifikante Gruppenunterschiede zu erkennen.

Um zu ermitteln, welche der untersuchten Parameter sich auf die gebildete Gasmenge auswirken, wurde eine multiple Regressionsanalyse (nicht schrittweise) durchgeführt.

Die Signifikanzniveaus wurden wie folgt festgelegt:

$p = 0,05$       signifikant

$p > 0,05$       nicht signifikant

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Gruppenvergleiche

#### 4.1.1. Gasbildung

Tab. 1: Übersicht über die bei der Inkubation von Labmageninhalt gebildeten Gasmengen. Angegeben sind jeweils die Gasbildung von der 1. bis zur 4. Stunde ohne Pufferzusatz (GB1), die Gasbildung von der 1. bis zur 4. Stunde mit Pufferzusatz (GB2) sowie die Gasbildung von der 4. bis zur 8. Stunde ohne Pufferzusatz (GB3) und die Gasbildung von der 4. bis zur 8. Stunde mit Pufferzusatz (GB4) bei der Kontrollgruppe = Kontr (n = 5), bei den Patienten mit linksseitiger Labmagenverlagerung = liLMV (n = 25) und bei den Patienten mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung = reLMV (n = 15).

Gasbildung (ml)	Gruppe	$\bar{x}_g$	SF	$x_{\min} - x_{\max}$
GB1	Kontr	0,28	1,50	0,20-0,52
	liLMV	0,23	1,93	0,03-0,65
	reLMV	1,33	4,45	0,10-8,02
GB2	Kontr	0,28	1,49	0,19-0,48
	liLMV	0,20	1,95	0,03-0,52
	reLMV	0,70	10,66	0,01-13,13
GB3	Kontr	0,04	4,38	0,01-0,26
	liLMV	0,11	2,92	0,01-0,47
	reLMV	0,52	8,91	0,01-11,46
GB4	Kontr	0,07	3,24	0,01-0,24
	liLMV	0,68	2,94	0,01-1,20
	reLMV	0,95	7,14	0,05-12,31

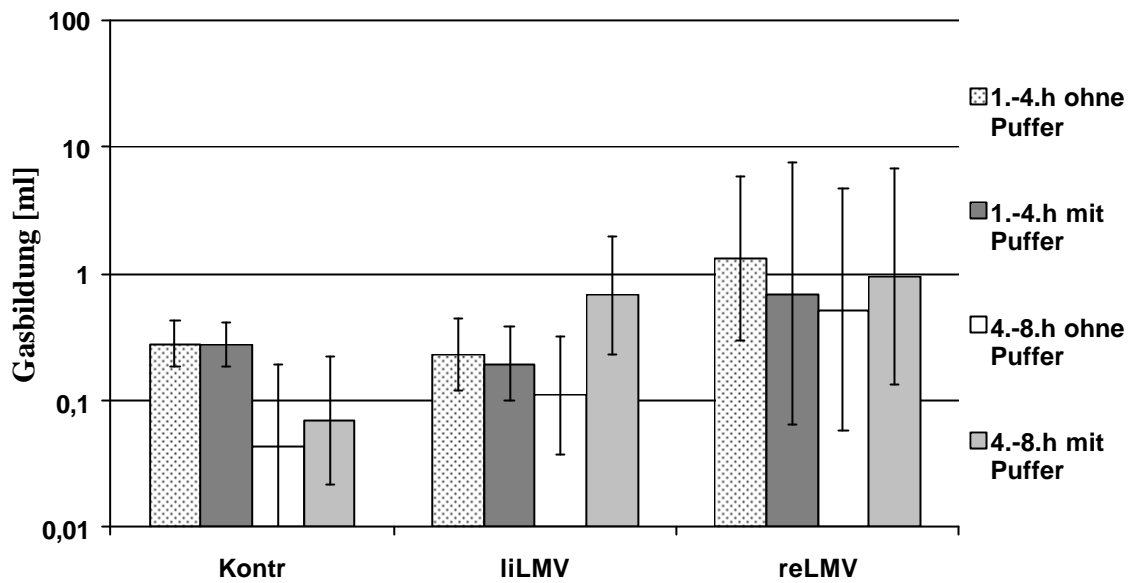


Abb. 1: Nach Inkubation von Labmageninhalt gebildete Gasmengen. Darstellung der geometrischen Mittelwerte und der Streufaktoren aus den Ergebnissen der Kontrollgruppe (Kontr) und der Patientengruppen (liLMV, reLMV) unter Berücksichtigung der Inkubationszeit und der Pufferzugabe.

Mittels dreifaktorieller Varianzanalyse mit Messwiederholungen in den Faktoren Inkubationszeit und Puffer konnte ein signifikanter Mittelwertsunterschied zwischen den Gruppen bezüglich der Gasbildung ( $p = 0,001$ ) festgestellt werden. Dabei war die Gasbildung bei den Tieren mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung am höchsten. Bei den Tieren mit linksseitiger Verlagerung war die Gasbildung in der 4. bis 8. Stunde der Inkubation höher als bei der Kontrollgruppe, im Zeitraum 1. bis 4. Stunde geringfügig niedriger als bei der Kontrollgruppe.

## 4.1.2. Gaszusammensetzung

Tab 2: Übersicht über die Zusammensetzung des nativen Labmagengases sowie der nach Inkubation der Proben gebildeten Labmagen- und Pansengase.

Angegeben sind jeweils die Kohlendioxidkonzentration im nativen Labmagengas ( $\text{CO}_2\text{nativ}$ ), die Kohlendioxidkonzentration im Gas nach Inkubation ( $\text{CO}_2\text{nInk}$ ), die Methankonzentration im nativen Labmagengas ( $\text{CH}_4\text{nativ}$ ), die Methankonzentration im Gas nach Inkubation ( $\text{CH}_4\text{nInk}$ ), die Stickstoffkonzentration im nativen Labmagengas ( $\text{N}_2\text{nativ}$ ), die Stickstoffkonzentration im Gas nach Inkubation ( $\text{N}_2\text{nInk}$ ), die Sauerstoffkonzentration im nativen Labmagengas ( $\text{O}_2\text{nativ}$ ) und die Sauerstoffkonzentration im Gas nach Inkubation ( $\text{O}_2\text{nInk}$ ) bei der Kontrollgruppe = Kontr ( $n = 5$ ), bei den Patienten mit linksseitiger Labmagenverlagerung = liLMV ( $n = 12$ ), bei den Patienten mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung = reLMV ( $n = 7$ ) und in dem bei Inkubation von Pansensaft gebildeten Gas = Pansen ( $n = 1$ ).

Gaszusammensetzung (%)	Gruppe	$\bar{x}$	s	$x_{\min} - x_{\max}$
$\text{CO}_2\text{nativ}$	Kontr	-	-	-
	liLMV	4,85	1,18	2,68-6,90
	reLMV	8,81	3,42	4,85-14,88
$\text{CO}_2\text{nInk}$	Kontr	26,73	27,57	0-57,65
	liLMV	45,83	16,63	0-63,29
	reLMV	58,91	18,34	37,22-83,53
	Pansen	58,84	3,78	53,64-62,51
$\text{CH}_4\text{nativ}$	Kontr	-	-	-
	liLMV	23,54	9,54	6,68-35,31
	reLMV	28,79	11,17	9,79-48,50
$\text{CH}_4\text{nInk}$	Kontr	0,15	0,12	0-0,31
	liLMV	0,85	0,62	0,17-2,36
	reLMV	1,12	0,92	0,01-2,33
	Pansen	6,58	0,49	6,1-7,25
$\text{N}_2\text{nativ}$	Kontr	-	-	-
	liLMV	63,25	8,78	52,50-79,35
	reLMV	58,23	10,39	41,36-75,38

Gaszusammensetzung (%)	Gruppe	$\bar{x}$	s	$x_{\min} - x_{\max}$
N <sub>2</sub> nInk	Kontr	70,84	25,12	42,04-98,13
	liLMV	52,74	14,93	36,54-92,86
	reLMV	39,43	18,21	15,18-60,90
	Pansen	34,34	4,1	30,67-40,07
O <sub>2</sub> nativ	Kontr	-	-	-
	liLMV	8,37	3,23	3,89-13,10
	reLMV	4,15	1,42	3,02-7,42
O <sub>2</sub> nInk	Kontr	2,27	4,18	0-9,63
	liLMV	0,58	2,01	0-6,95
	reLMV	0,51	0,63	0-1,87
	Pansen	0,24	0,14	0,11-0,44

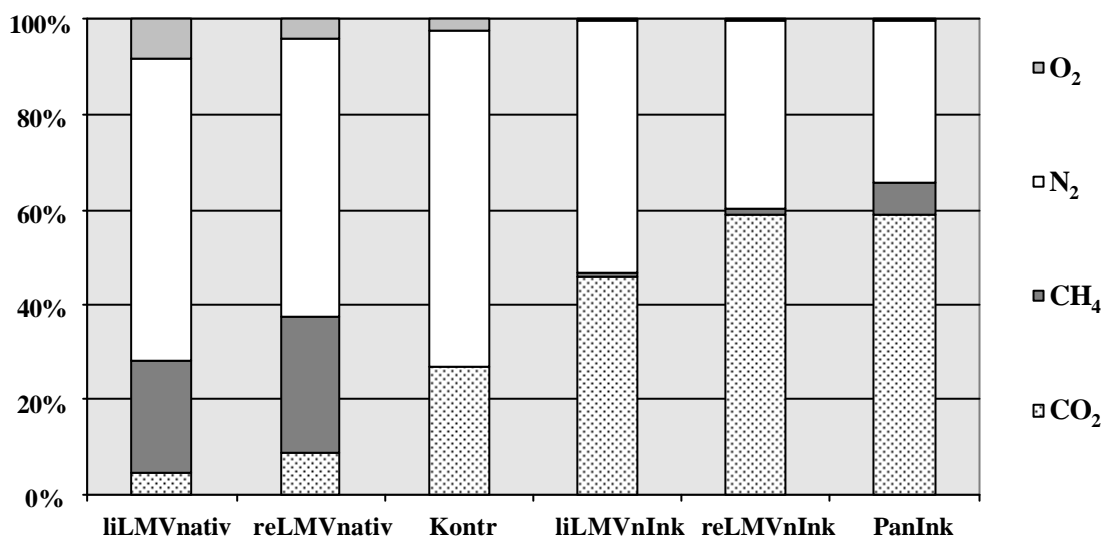


Abb. 2: Prozentuale Zusammensetzung des bei Patienten mit linksseitiger und bei solchen mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung gewonnenen nativen Labmagengases sowie des nach Inkubation von Labmagen- und Panseninhalt gebildeten Gases.

Angegeben sind die Mittelwerte der Konzentrationen der einzelnen Gase in der jeweiligen Gruppe. liLMVnativ, reLMVnativ = natives Labmagengas von Patienten mit links- bzw. rechtsseitiger Labmagenverlagerung, KontrnInk, liLMVnInk, reLMVnInk = nach der Inkubation von Labmageninhalt gebildetes Gas von Kontrolltieren bzw. Patienten mit links- bzw. rechtsseitiger Labmagenverlagerung, PanInk = nach der Inkubation von Panseninhalt gebildetes Gas.

Mittels der einfaktoriellen Varianzanalyse konnten signifikante Mittelwertsunterschiede zwischen der Zusammensetzung des nativen Labmagengases von Tieren mit rechts- und

solchen mit linksseitiger Labmagenverlagerung bezüglich CO<sub>2</sub> (p = 0,01) und O<sub>2</sub> (p = 0,001) nachgewiesen werden.

Bezüglich des nach Inkubation gewonnenen Gases konnte für N<sub>2</sub> mittels einfaktorieller Varianzanalyse mit p = 0,02 und für CH<sub>4</sub> nach Logarithmierung mit p = 0,02 jeweils ein signifikanter Mittelwertsunterschied zwischen den untersuchten Gruppen nachgewiesen werden. Mit dem Kruskal-Wallis-Test konnte auch für O<sub>2</sub> ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen festgestellt werden (p = 0,03).

Auffällig war, daß in den Proben nach Inkubation weniger CH<sub>4</sub> und dafür mehr CO<sub>2</sub> als im nativen Labmagen gas enthalten war.

#### 4.1.3. pH-Wert

Tab 3: Übersicht über die pH-Werte von Labmageninhalt.

Angegeben sind jeweils der pH-Wert im nativen Labmageninhalt (pH1), der pH-Wert im Ansatz mit Puffer nach Pufferzugabe (pH2) sowie der pH-Wert nach 8 Stunden Inkubation im Ansatz ohne Puffer (pH3) und der pH-Wert nach 8 Stunden Inkubation im Ansatz mit Puffer (pH4) bei der Kontrollgruppe = Kontr (n = 5), bei den Patienten mit linksseitiger Labmagenverlagerung = liLMV (n = 25) und bei den Patienten mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung = reLMV (n = 15).

pH-Wert	Gruppe	$\bar{x}$	s	X <sub>min</sub> -X <sub>max</sub>
pH1	Kontr	2,29	0,43	1,87-2,88
	liLMV	1,85	0,50	1,01-3,53
	reLMV	2,94	1,76	1,28-5,97
pH2	Kontr	4,31	0,13	4,21-4,48
	liLMV	4,40	0,18	4,13-4,83
	reLMV	4,99	0,72	4,15-6,42
pH3	Kontr	2,46	0,46	2,02-3,08
	liLMV	2,09	0,74	1,12-4,51
	reLMV	2,65	1,16	1,38-4,42
pH4	Kontr	4,29	0,08	4,21-4,41
	liLMV	4,20	0,33	3,51-4,78
	reLMV	4,27	0,40	3,50-4,90

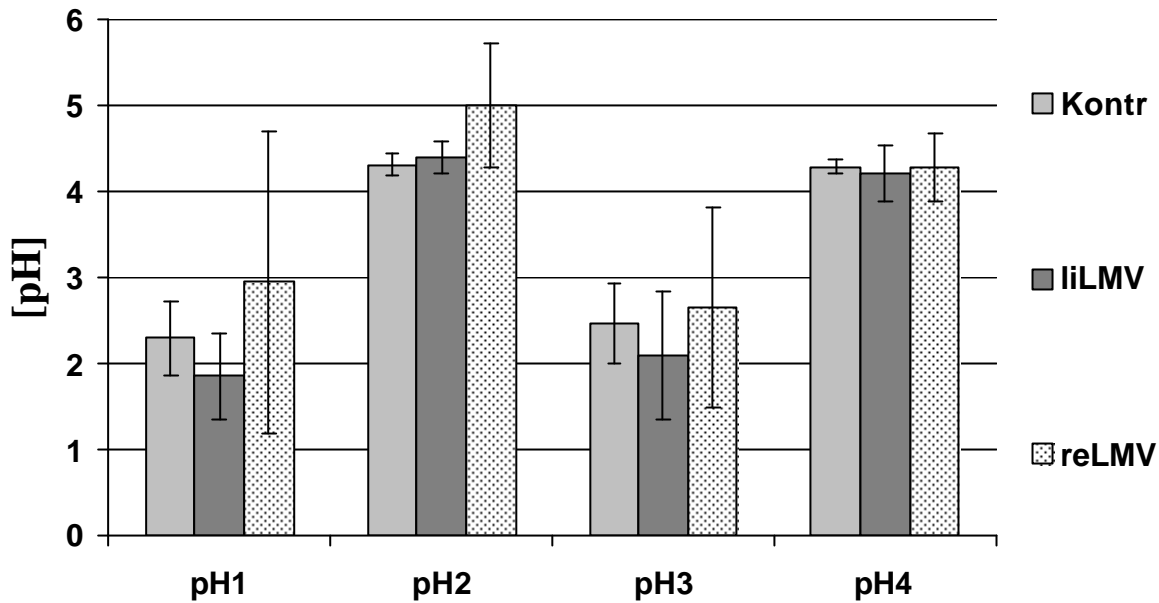


Abb. 3: Übersicht über die pH-Werte ( $\bar{x} \pm s$ ) im nativen Labmageninhalte (pH1) und im Ansatz mit Puffer nach Pufferzugabe (pH2) sowie nach 8 Stunden Inkubation im Ansatz ohne Puffer (pH3) und nach 8 Stunden Inkubation im Ansatz mit Puffer (pH4). Darstellung der arithmetischen Mittelwerte und der Standardabweichung der Kontrollgruppe (Kontr) und der Patientengruppen (liLMV, reLMV).

Mittels dreifaktorieller Varianzanalyse wurde ein signifikanter Mittelwertsunterschied ( $p = 0,01$ ) zwischen den untersuchten Gruppen für den pH-Wert von nativem Labmagensaft festgestellt. Dabei wurden bei den rechtsseitigen Labmagenverlagerungen die höchsten pH-Werte gemessen. Im Labmageninhalte der Kontrolltiere wurden im Durchschnitt pH-Werte von 2,29 gemessen; diese lagen etwas höher als in den Proben der Kühe mit linksseitiger Labmagenverlagerung.

Vergleicht man die Veränderung der pH-Werte durch die Inkubation, so zeigte sich bei den Kontrollen und bei den Proben von Tieren mit linksseitiger Verlagerung sowohl ohne als auch mit Puffer kaum eine Veränderung, wogegen in den Labmagensaftproben von Patienten mit rechtsseitiger Verlagerung sowohl ohne als auch mit Puffer ein deutlicher pH-Abfall messbar war.

## 4.1.4. Stärkegehalt

Tab 4: Übersicht über die Stärkegehalte (mg/l) im Labmageninhalt bei der Kontrollgruppe = Kontr (n = 5), bei Patienten mit linksseitiger Labmagenverlagerung = liLMV (n = 25) und bei den Patienten mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung = reLMV (n = 15).

Stärkegehalt (mg/l)	Gruppe	$\bar{x}_g$	SF	$x_{\min} - x_{\max}$
	Kontr	124,7	1,27	85-155
	liLMV	47	3,24	1,5-329
	reLMV	18,6	3,29	1-121

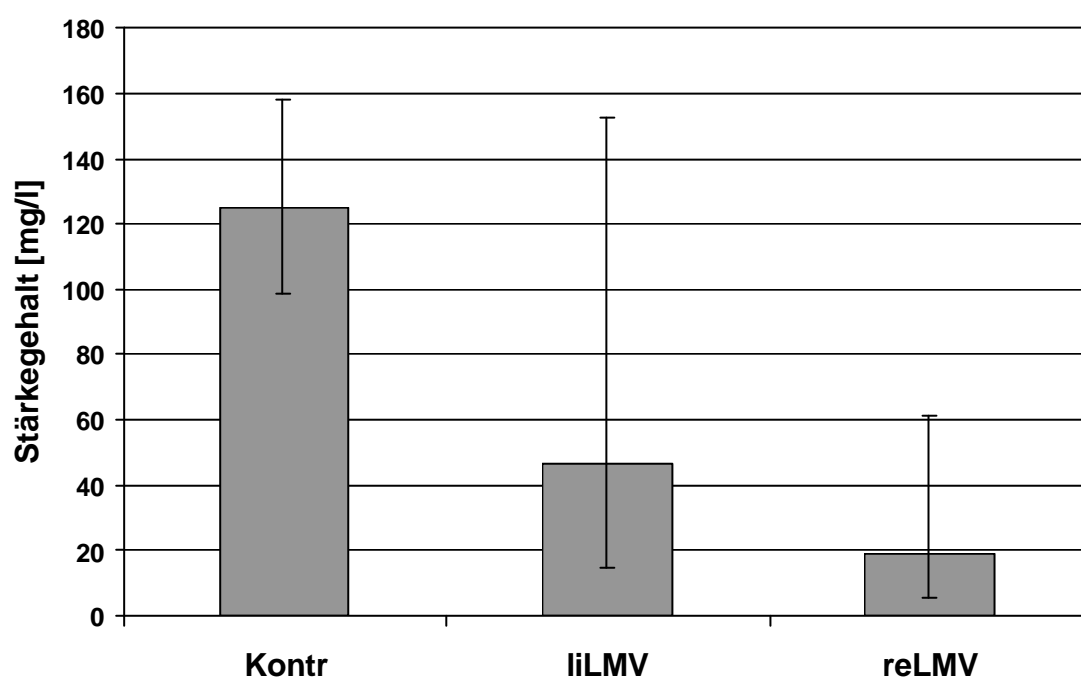


Abb. 4: Übersicht über die Stärkegehalte (mg/l) von nativem Labmageninhalt. Darstellung der geometrischen Mittelwerte und der Streufaktoren der Kontrollgruppe (Kontr) und der Patientengruppen (liLMV, reLMV).

Mittels der einfaktoriellen Varianzanalyse konnte ein signifikanter Mittelwertsunterschied bezüglich des Stärkegehalts ( $p = 0,004$ ) zwischen den Gruppen festgestellt werden. Der Stärkegehalt war im Labmageninhalt von Kühen mit rechtsseitiger Verlagerung am niedrigsten, gefolgt von den Proben von Tieren mit linksseitiger Verlagerung. Die Kontrolltiere wiesen die höchsten Stärkegehalte im Labmageninhalt auf.



## 4.1.5. Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen

Keimzahl

Tab 5: Übersicht über die aerobe und anaerobe Keimzahl (KBE/ml) im nativen Labmageninhalt der Kontrollgruppe = Kontr (n = 5), der Patienten mit linksseitiger Labmagenverlagerung = liLMV (n = 25) und der Patienten mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung = reLMV (n = 15).

Keimzahl (KBE/ml)	Gruppe	$\bar{x}_g$	SF	$x_{\min} - x_{\max}$
aerob	Kontr	10889	4,3	$10^3 - 3,6 \times 10^4$
	liLMV	59020	9,9	$10^3 - 5,8 \times 10^6$
	reLMV	257632	45,2	$10^3 - 10^8$
anaerob	Kontr	16520	5,8	$10^3 - 1,2 \times 10^5$
	liLMV	49888	13,9	$10^3 - 1,3 \times 10^7$
	reLMV	331131	152,4	$10^3 - 9,9 \times 10^8$

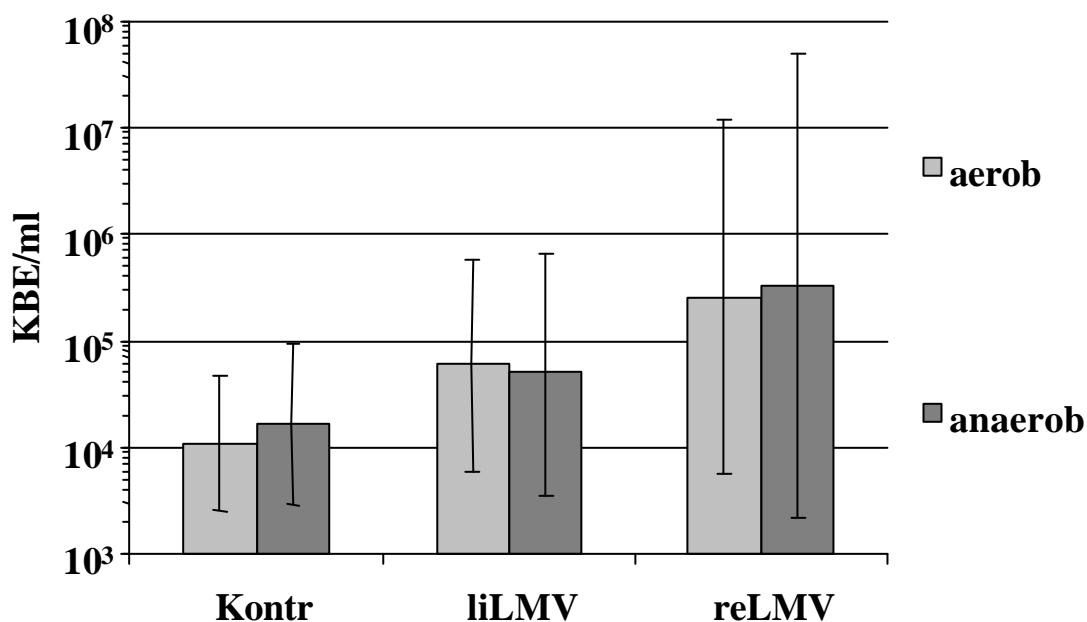


Abb. 5: Übersicht über die aerobe und anaerobe Keimzahl (KBE/ml) im nativen Labmageninhalt. Darstellung der geometrischen Mittelwerte und der Streufaktoren der Kontrollgruppe (Kontr) und der Patientengruppen (liLMV, reLMV).

Mittels der einfaktoriellen Varianzanalyse konnte für die aerobe Keimzahl mit  $p = 0,04$  ein signifikanter Mittelwertsunterschied zwischen den Gruppen festgestellt werden. Dabei wurden bei den rechtsseitigen Labmagenverlagerungen die höchsten Keimgehalte gemessen und bei den Kontrolltieren die niedrigsten.

Bezüglich der anaeroben Keimzahl ließ sich kein signifikanter Unterschied nachweisen, allerdings lagen die Durchschnittswerte bei den rechtsseitigen Labmagenverlagerungen ebenfalls am höchsten und bei den Kontrolltieren am niedrigsten.

### Keimspektrum

Tab 6: Vorkommenshäufigkeit (%) der kulturell nachgewiesenen Keimgruppen im Labmageninhalt der Kontrollgruppe = Kontr (n = 5), der Patienten mit linksseitiger Labmagenverlagerung = liLMV (n = 25) und der Patienten mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung = reLMV (n = 15).

Keimart	Gruppe	Vorkommenshäufigkeit (%)
Bazillen	Kontr	100
	liLMV	100
	reLMV	73,3
Clostridien	Kontr	20
	liLMV	72
	reLMV	86,7
Coryneforme	Kontr	60
	liLMV	48
	reLMV	60
Kugelbakt.	Kontr	20
	liLMV	20
	reLMV	40
Enterobakt.	Kontr	0
	liLMV	12
	reLMV	40
Lactobaz.	Kontr	0
	liLMV	4
	reLMV	20

Keimart	Gruppe	Vorkommenshäufigkeit (%)
Mucor	Kontr	100
	liLMV	60
	reLMV	20
Penicillium	Kontr	0
	liLMV	0
	reLMV	6,7
Aspergillus	Kontr	0
	liLMV	4
	reLMV	13,3
Geotrichum	Kontr	0
	liLMV	52
	reLMV	33,3
Hefen	Kontr	0
	liLMV	48
	reLMV	26,7

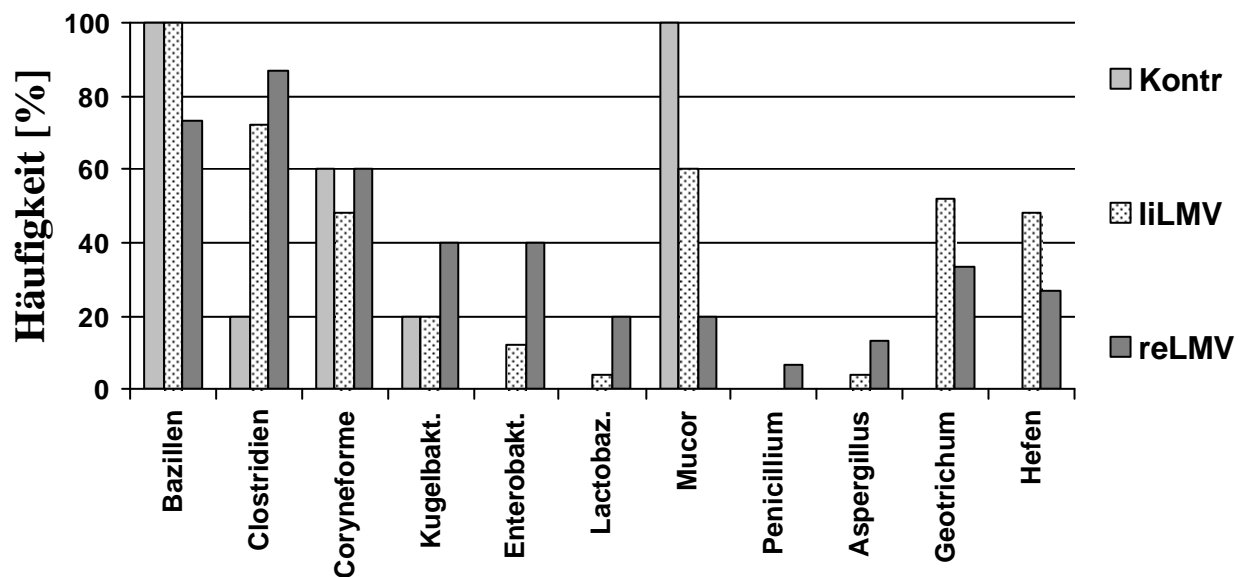


Abb. 6: Vorkommenshäufigkeit (%) der verschiedenen Keimgruppen im Labmageninhalt der Kontrollgruppe (Kontr) und der Patientengruppen (liLMV, reLMV).

Mittels eines Häufigkeitsvergleichs und des exakten Fisher-Tests konnten bezüglich der Vorkommenshäufigkeit an Bazillen ( $p = 0,03$ ), Clostridien ( $p = 0,03$ ) und Mucor ( $p = 0,004$ ) signifikante Unterschiede festgestellt werden. Dabei wurden die Bazillen bei Kontrollen und linksseitigen Verlagerungen in 100 % der Proben und bei rechtsseitigen Verlagerungen weniger häufig gefunden. Die Clostridien wurden am seltensten bei den Kontrollen und am häufigsten bei Tieren mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung nachgewiesen. Mucor wurde dagegen am häufigsten bei den Kontrolltieren und am seltensten bei Patienten mit rechtsseitiger Verlagerung festgestellt.

Bezüglich der anderen Keimgruppen (Coryneforme, Kugelbakterien, Enterobacteriaceae, Lactobazillaceae, Penicillium, Aspergillus, Geotrichum, Hefen) konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Der Versuch, die isolierten Clostridien mit dem biochemischen Testsystem rapid ID 32 A weiter zu differenzieren, verlief meist erfolglos. Nachgewiesen werden konnten *Cl. subterminale* (1x), *Cl. botulinum* (2x) und *Cl. perfringens* (7x).

Tab 7: Vorkommenshäufigkeit (%) phasenkontrastmikroskopisch nachgewiesener Sarcina-artiger Kokkenpakete (KokP), kurzer Schraubenbakterien (SchrK) und langer Schraubenbakterien (SchrL) im Labmageninhalt der Kontrollgruppe = Kontr ( $n = 5$ ), der Patienten mit linksseitiger Labmagenverlagerung = liLMV ( $n = 25$ ) und der Patienten mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung = reLMV ( $n = 15$ ).

Keimart	Gruppe	Häufigkeit (%)
KokP	Kontr	100
	liLMV	100
	reLMV	100
SchrK	Kontr	100
	liLMV	80
	reLMV	93,3
SchrL	Kontr	20
	liLMV	76
	reLMV	80

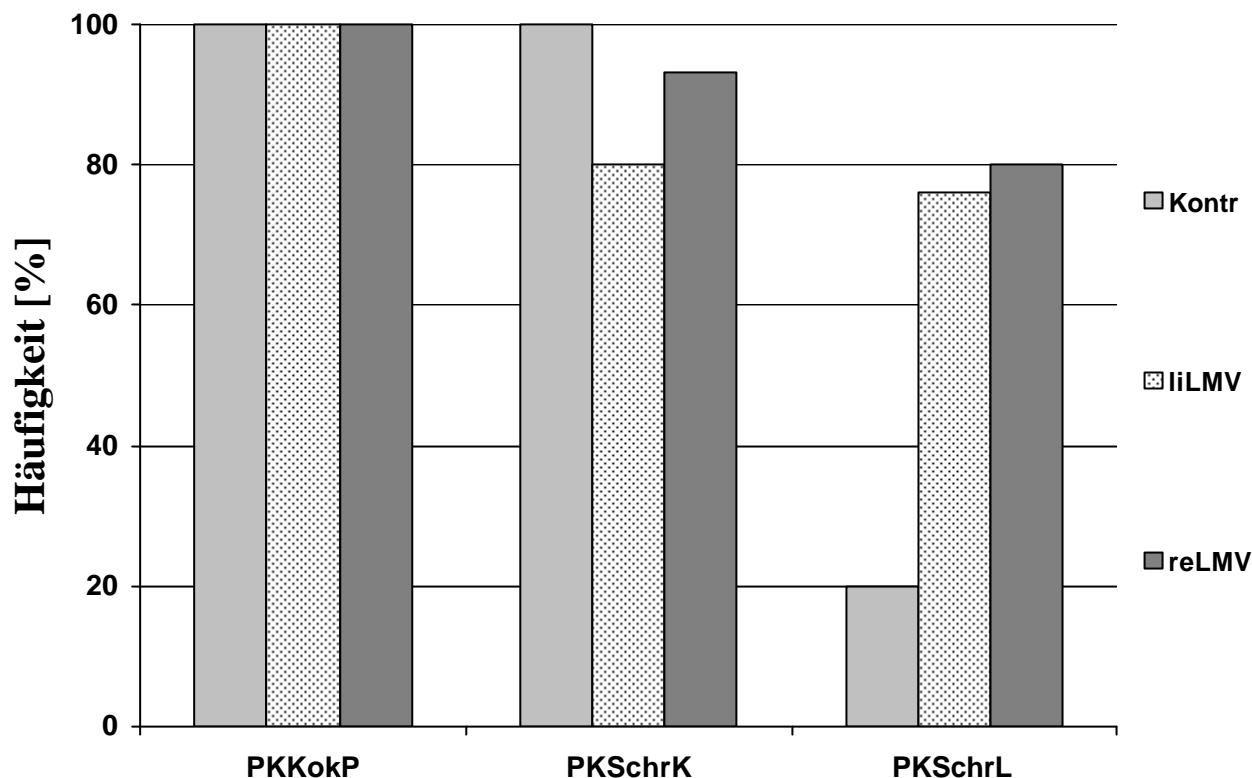


Abb. 7: Vorkommenshäufigkeit (%) phasenkontrastmikroskopisch nachgewiesener Sarcina-artiger Kokkenpakete (KokP), kurzer Schraubenbakterien (SchrK) und langer Schraubenbakterien (SchrL) im Labmageninhalt der Kontrollgruppe (Kontr) und der Patientengruppen (liLMV, reLMV).

Mittels des exakten Fisher-Tests konnte nur für lange Schraubenbakterien mit  $p = 0,05$  ein signifikanter Häufigkeitsunterschied zwischen den Gruppen festgestellt werden, wobei der Nachweis bei Kontrollen am seltensten gelang und nahezu gleich häufig bei links- und rechtsseitigen Verlagerungen.

Sarcina-artige Kokkenpakete konnten in allen Proben gefunden werden, kurze Schraubenbakterien am häufigsten in den Kontrollproben und am seltensten im Labmageninhalt bei linksseitigen Verlagerungen.

Tab 8: Ergebnisse der Keimidentifizierung anhand der Gramfärbung. Angegeben sind jeweils die Vorkommenshäufigkeit (%) von Sarcina-artigen Kokkenpaketen im nativen Labmagensaft (KokP1), im Labmagensaft nach Inkubation (KokP2), von kurzen sowie langen Schraubenbakterien ebenfalls im nativen und im inkubierten Labmagensaft (SchrK1/2, SchrL1/2) bei der Kontrollgruppe = Kontr (n = 5), bei den Patienten mit linksseitiger Labmagenverlagerung = liLMV (n = 25) und bei den Patienten mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung = reLMV (n = 15).

Keimart	Gruppe	Häufigkeit (%)
KokP1	Kontr	100
	liLMV	96
	reLMV	100
KokP2	Kontr	100
	liLMV	96
	reLMV	86,7
SchrK1	Kontr	100
	liLMV	100
	reLMV	100
SchrK2	Kontr	100
	liLMV	100
	reLMV	100
SchrL1	Kontr	0
	liLMV	16
	reLMV	6,7
SchrL2	Kontr	20
	liLMV	32
	reLMV	20

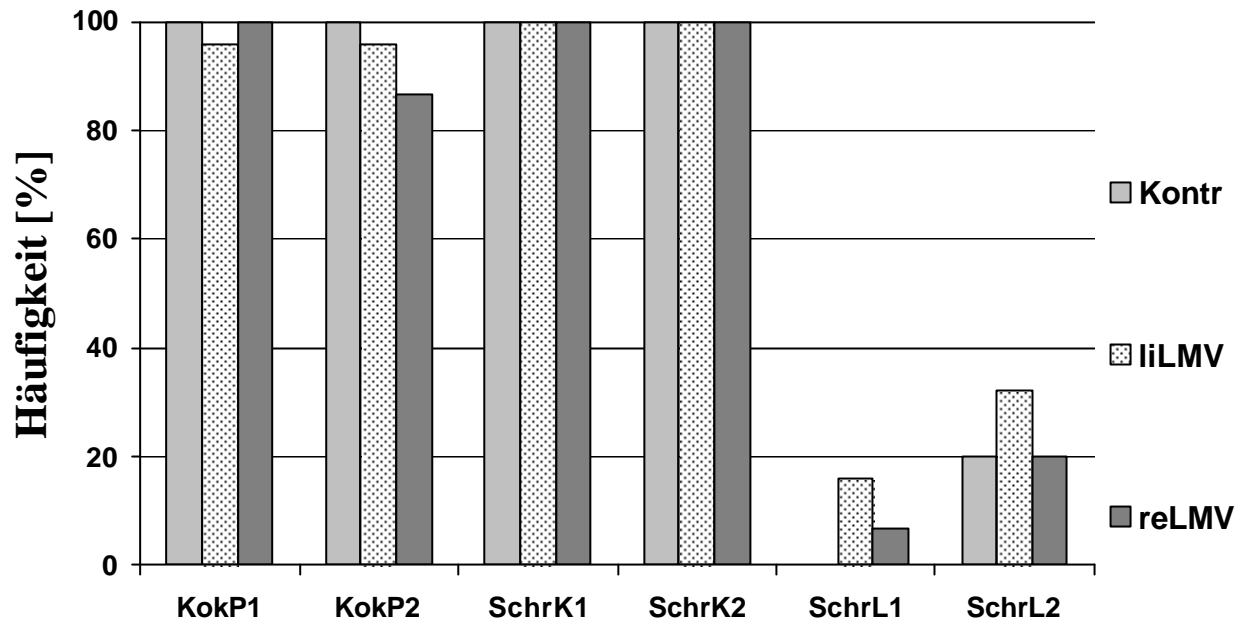
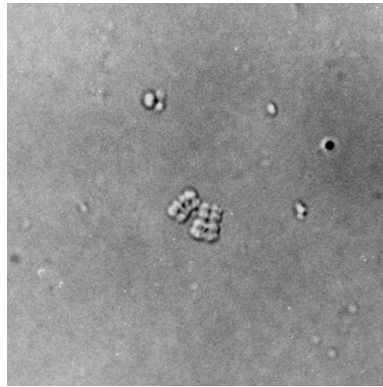


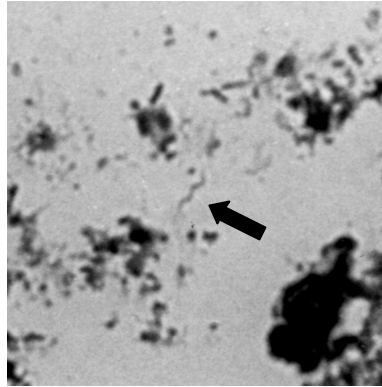
Abb. 8: Ergebnisse der Keimidentifizierung anhand der Gramfärbung.

Vorkommenshäufigkeit (%) von *Sarcina*-artigen Kokkenpaketen im nativen Labmagensaft (KokP1), im Labmagensaft nach Inkubation (KokP2), von kurzen sowie langen Schraubenbakterien ebenfalls im nativen und inkubierten Labmagensaft (SchrK1/2, SchrL1/2) der Kontrollgruppe (Kontr) und der Patientengruppen (liLMV, reLMV).

Mittels des exakten Fisher-Tests konnte kein signifikanter Häufigkeitsunterschied zwischen den Gruppen festgestellt werden. In nahezu allen Proben konnten sowohl im nativen als auch im inkubierten Labmagensaft *Sarcina*-artige Kokkenpakete und in allen Proben kurze Schraubenbakterien gefunden werden. Die langen Schraubenbakterien wurden dagegen nur selten gefunden, und zwar bei linksseitiger Verlagerung am häufigsten im nativen Labmagensaft, dagegen nie bei den Kontrolltieren. Sie fanden sich im inkubierten Labmagensaft bei linksseitigen Verlagerungen etwas häufiger als bei Kontrollen und bei rechtsseitigen Verlagerungen.



Sarcina-artige  
Phasenkontrast



Schraubenbakterium  
Gramfärbung

Abb. 9: Beispiel für die Darstellung Sarcina-artiger Kokkenpakete im Phasenkontrast bzw. für ein langes Schraubenbakterium in einem gramgefärbten Präparat.

#### 4.2. Ergebnisse der multiplen nicht schrittweisen Regressionsanalyse

Mit der multiplen nicht schrittweisen Regressionsanalyse konnte eine Abhängigkeit der Gasbildung vom pH-Wert des Labmageninhalts festgestellt werden ( $p < 0,001$ ). Weitere signifikante Abhängigkeiten ergaben sich mit  $p < 0,01$  für die Häufigkeit von Mucor (negativ korreliert) und mit  $p = 0,05$  für die Häufigkeit von Kugelbakterien (negativ korreliert).



## 5. Diskussion

In der vorliegenden Arbeit sollte geklärt werden, ob die im Labmageninhalt vorhandenen Mikroorganismen in der Lage sind, Gas zu bilden und ob diesbezüglich Unterschiede zwischen Kontrolltieren und Tieren mit Labmagenverlagerung bestehen. Des Weiteren sollte geprüft werden, ob zwischen Art und Menge der im Labmagen vorhandenen Bakterien und Pilze, den Aziditätsverhältnissen und dem Stärkegehalt des Labmageninhalts einerseits und dem Gasbildungsvermögen andererseits Zusammenhänge bestehen.

### In-vitro Gasbildung

Hinsichtlich der in-vitro Gasbildung ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen den untersuchten Gruppen. Am absolut höchsten war sie bei den Tieren mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung. Bei der Inkubation von Labmageninhalt von Tieren mit linksseitiger Verlagerung wurde zwischen der 4. bis 8. Stunde mehr Gas gebildet als in den Proben der Kontrollgruppe, zwischen der 1. bis 4. Stunde jedoch geringfügig weniger. Insgesamt zeigen diese Ergebnisse, daß Gasbildung im Labmagen selbst möglich ist, und daß dieses Gas grundsätzlich auch an der Aufgasung des Labmagens beteiligt sein könnte. Auf diese Möglichkeit hatte auch schon *Dirksen (1962)* hingewiesen, ausgehend von der Beobachtung, daß beim Auftreten von Rezidiven der Labmagen sehr rasch aufgasen kann. Vergleicht man allerdings das Gasbildungsvermögen von Pansensaft mit dem Gasbildungsvermögen von Labmageninhalt, so ist letzteres deutlich geringer. Unter denselben Versuchsbedingungen inkubierter Pansensaft bildet mit ca. 5,4 ml in 4 Stunden durchschnittlich 10x mehr Gas als Labmageninhalt. Dieses für Pansensaft ermittelte Gasbildungsvermögen, umgerechnet 1,9 ml Gas pro 10 ml Pansensaft pro Stunde, stimmt überein mit von *Dirksen (1990)* mitgeteilten Werten von 1 bis 2 ml Gas pro 10 ml Pansensaft pro Stunde.

Demgegenüber liegen die Werte für das Gasbildungsvermögen von Labmageninhalt im Bereich von 0 bis 4,7 ml pro 10 ml Inhalt pro Stunde. Für Proben von Kontrolltieren ergab sich eine durchschnittliche Gasbildung von 0,07 ml pro 10 ml Inhalt pro Stunde, für Proben von Tieren mit linksseitiger Labmagenverlagerung ebenfalls von 0,07 ml und für Proben von Tieren mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung von 1,01 ml pro 10 ml Inhalt pro Stunde. Umgerechnet auf die Menge an Labmageninhalt, der laut *Dirksen (1990)* bei 10 bis 15 l liegt, ergab sich also ein Gasbildungsvermögen von 70 bis 105 ml pro Stunde bei Kontrolltieren. Bei Tieren mit linksseitiger Labmagenverlagerung lag dieser Wert ebenfalls bei 70 bis 105 ml und bei Tieren mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung bei 1010 bis 1515 ml pro Stunde. Das

Gasbildungsvermögen von Labmageninhalt von Kontrolltieren und Tieren mit linksseitiger Labmagenverlagerung bleibt also deutlich hinter dem Gasbildungsvermögen von Panseninhalt zurück und ist mit 70 bis 105 ml pro Stunde nicht sehr ergiebig. Diese geringe Gasproduktion kann für eine Aufgasung des Labmagens kaum alleinig verantwortlich gemacht werden. Das Gasbildungsvermögen von Tieren mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung liegt dagegen im Durchschnitt deutlich höher. Bei durchschnittlichen Gasproduktionen bis zu 1,5 l pro Stunde ist mit einer deutlichen Aufgasung des Labmagens zu rechnen.

Mittels der nicht schrittweisen multiplen Regressionsanalyse wurde die Abhängigkeit der Gasbildung von anderen untersuchten Faktoren analysiert. Dabei ergab sich eine signifikante Beziehung zwischen der Gasbildung und dem pH-Wert des nativen Labmagensaftes. Je höher dieser lag, desto höher war das Gasbildungsvermögen. Da davon ausgegangen werden kann, daß die Gasbildung im Labmagen mikrobiell bedingt ist, deutet dieser Befund darauf hin, daß höhere pH-Werte mit einem Anstieg der Gesamtkeimzahl und einer Änderung des Keimpektrums einhergehen, wodurch es zu einer erhöhten mikrobiellen Gasbildung kommen kann. Relativ hohe pH-Werte im nativen Labmageninhalt wurden allerdings nur bei Tieren mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung gefunden, wenn diese Verlagerung entweder schon längere Zeit bestanden hatte oder der Labmagen stark gedreht war. Diese Tiere waren laut Besitzerangaben bis zu 1 Woche krank und hatten laut Operationsbefund Drehungen des Labmagens von 180° bis 360° mit blauroter Verfärbung des Labmagens und gestauten Gefäßen. Es ist außerdem bekannt, daß es bei frischen (v.a. linksseitigen) Labmagenverlagerungen durch eine vermehrte Sekretion der Labmagendrüsen während der Labmagenverlagerung zu einer pH-Absenkung im Labmagen kommt (*Meermann u. Aksoy 1983, Geishauser et al. 1996b, Geishauser et al. 1996c*), was also einer Gasbildung eher entgegenwirken würde. Letzteres erlaubt natürlich keine Aussage über die pH-Verhältnisse und die Gasbildung im Labmagen unmittelbar vor der Entstehung einer Verlagerung. In einer Untersuchung von *van Winden et al. (2002)* konnte zumindest gezeigt werden, daß Kühe 3 Wochen nach der Kalbung eine signifikante Erhöhung des pH-Werts im Labmagensaft aufweisen. Dementsprechend könnten vor Entstehung der Labmagenverlagerung sowohl der pH-Wert als auch das Gasbildungsvermögen erhöht sein, und erst nach der Entstehung der Verlagerung könnte der pH-Wert absinken und dementsprechend auch das Gasbildungsvermögen abnehmen.

Bei der Untersuchung des Gasbildungsvermögens wurden jeweils 2 Ansätze mit Phosphat-Citrat-Puffer auf einen pH-Wert von 4 bis 5 eingestellt und diese Ergebnisse mit denjenigen der Ansätze ohne Pufferzugabe verglichen. Dies erfolgte um zu verhindern, daß bestimmte

Bakterien allein durch den niedrigen pH-Wert, der ja durch Stoffwechselprodukte der Bakterien weiter absinken könnte, absterben und so das Gasbildungsvermögen verfälscht wird. Mittels dreifaktorieller Varianzanalyse konnte jedoch kein signifikanter Unterschied bezüglich Gasbildung mit bzw. ohne Pufferzugabe festgestellt werden. Nach 4 Stunden war die Gasbildung in den Proben mit Pufferzusatz geringgradig niedriger als in denen ohne Pufferzugabe, nach weiteren 4 Stunden dagegen etwas höher. Dies deutet darauf hin, daß das Ausgangskeimspektrum abhängig vom pH-Wert in nativem Labmagensaft unterschiedlich war (bei höheren pH-Werten wurden z.B. häufiger Enterobacteriaceae nachgewiesen) und sich bei Veränderung des pH-Wertes, z.B. durch Pufferzugabe, nicht so schnell, also zumindest nicht innerhalb des Inkubationszeitraums von 8 Stunden, deutlich ändert.

Eine der Ausgangshypothesen war, daß ein verändertes Keimspektrum im nativen Labmageninhalt zu einer verstärkten Gasbildung führen und somit mitverantwortlich für die Entstehung einer Labmagenverlagerung sein könnte. Mittels der multiplen nicht schrittweisen Regressionsanalyse konnte jedoch keine Keimgruppe identifiziert werden, die eine erhöhte Gasbildung bewirkt. Es konnte nur eine geringgradige negative Korrelation, also eine Verminderung der Gasbildung bei Vorkommen von Mucor und Kugelbakterien festgestellt werden.

### Gaszusammensetzung

Um weitere Hinweise auf den Entstehungsort des Labmagengases zu erhalten, wurde mittels Gaschromatographie die Zusammensetzung von nativem Labmagengas bei rechts- und bei linksseitigen Labmagenverlagerungen bestimmt sowie das bei der Inkubation von Labmagensaft gewonnene Inkubationsgas untersucht.

Problematisch bei dieser Methode war der lange Transportweg, da die gaschromatographischen Untersuchungen im Pansenlabor der tierärztlichen Hochschule Hannover durchgeführt wurden. Die besten Ergebnisse im Hinblick auf Verunreinigung des Gases während des Transports wurden mit gasdichten Hamiltonspritzen mit eingebautem Ventil erreicht, wobei auch hierbei ein geringgradiges Eindringen von Umgebungsluft feststellbar war. Ein weiteres Problem war, daß die während der Inkubation gebildeten geringen Gasmengen durch Einsaugen direkt in die Spritze gewonnen werden mußten. Dadurch befand sich stets noch ein geringer Anteil an Raumluft in der Spritze. Da bei den Inkubationsgasproben wegen der geringen Gasmenge - im Gegensatz zur Aspiration von nativem Labmagengas - auch auf das dreimalige Spülen der Spritze verzichtet werden mußte, war der Anteil an Raumluft in den Inkubationsgasproben auch höher als in den nativen

Labmagengasproben. Mittels des unter 3.2.5. beschriebenen Korrekturfaktors wurde dieser Anteil an Raumluft aus den gemessenen Werten herausgerechnet. Durch diese Einflussfaktoren erklärt sich u.a. der messbare Sauerstoffgehalt in den Proben.

Bei den eigenen Untersuchungen ergab sich für natives Labmagengas bei rechtsseitigen Verlagerungen im Durchschnitt ein Gehalt von 8,8 % Kohlendioxid, 28,8 % Methan, 58,2 % Stickstoff und 4,2 % Sauerstoff. Bei linksseitigen Labmagenverlagerungen wurde ein Gehalt von durchschnittlich 4,9 % Kohlendioxid, 23,5 % Methan, 63,3 % Stickstoff und 8,4 % Sauerstoff gemessen. Die bezüglich Kohlendioxid und Sauerstoff festgestellten signifikanten Unterschiede zwischen rechts- und linksseitigen Labmagenverlagerungen hängen wahrscheinlich mit Unterschieden bei der Entnahmetechnik zusammen. Da die Gasentnahme bei linksseitigen Labmagenverlagerungen während der Laparoskopie über einen dünnen Entgasungskatheter erfolgte (im Gegensatz zum dicken Entgasungsschlauch bei rechtsseitigen Verlagerungen), scheint es bei der Probenentnahme zu einer stärkeren Verunreinigung mit Raumluft gekommen zu sein. In der Literatur finden sich für Labmagengas aus verlagerten Labmägen Werte von 1,9-13,2 % Kohlendioxid, 0,2-40,5 % Methan, 25,5-89,9 % Stickstoff und 0,8-16,4 % Sauerstoff (*Dirksen 1962*), welche also mit den eigenen Ergebnissen weitgehend übereinstimmen. Auch *Sarashina et al. (1989)* untersuchten die Konzentration an Kohlendioxid und Methan in verlagerten Labmägen und erhielten Werte von durchschnittlich 18,4 % Kohlendioxid und 42,4 % Methan. Diese Werte liegen zwar höher als die eigenen gemessenen Werte, das Verhältnis von Kohlendioxid zu Methan fällt allerdings vergleichbar aus.

Die Inkubationsgasproben weisen im Durchschnitt für rechtsseitige Labmagenverlagerungen 58,9 % Kohlendioxid, 1,1 % Methan, 39,4 % Stickstoff und 0,5 % Sauerstoff, für linksseitige Labmagenverlagerungen 45,8 % Kohlendioxid, 0,9 % Methan, 52,7 % Stickstoff und 0,6 % Sauerstoff und für Kontrolltiere 26,7 % Kohlendioxid, 0,2 % Methan, 70,8 % Stickstoff und 2,3 % Sauerstoff auf. Die Unterschiede zwischen den Gruppen sind bezüglich Stickstoff, Methan und Sauerstoff signifikant, wobei sich diese Unterschiede eigentlich nur durch eine unterschiedliche Zusammensetzung der Mikroflora des Labmagensafts erklären lassen. Wesentlicher im Hinblick auf den Entstehungsort des Gases ist jedoch der Vergleich zwischen nativem Labmagengas und Inkubationsgas. Hierbei ist deutlich zu erkennen, daß in den Inkubationsgasen sehr viel weniger Methan enthalten ist als in nativem Labmagengas. Dafür erhöht sich der Anteil an Kohlendioxid. Der im nativen Labmagengas niedrigere Kohlendioxidgehalt kann über einen Gasaustausch zwischen Blut und Labmagengas im Tier erklärt werden, wie es zwischen Pansengas und Blut bekannt ist (*McIver et al 1956*).

*Sarashina et al. (1989)* erhielten vergleichbare Ergebnisse. Bei der Inkubation von Labmagensaft entstanden, außer in Kombination mit frischem Pansensaft, nur niedrige Methankonzentrationen. Bezüglich des niedrigen Methangehalts stellte sich die Frage, ob durch die gewählte Inkubationsmethode bzw. die Entnahmetechnik und den Transport bei den Inkubationsgasproben fälschlich ein niedrigerer Methanwert gemessen wird. Um diese Frage abzuklären, wurde Pansensaft unter den gleichen Bedingungen wie Labmagensaft inkubiert und Inkubationsgasproben nach der ansonsten auch verwendeten Technik gewonnen. Dabei ergab sich eine durchschnittliche Zusammensetzung des Inkubationsgases von Pansensaft von 58,8 % Kohlendioxid, 6,6 % Methan, 34,3 % Stickstoff und 0,2 % Sauerstoff. Es wurde also bei der verwendeten Methode deutlich weniger Methan gebildet bzw. gemessen, als laut Literaturangaben im Pansengas enthalten ist. *Sarashina et al. (1989)* geben Werte von 58 % Kohlendioxid und 30 % Methan für Pansengas an. Andere Werte für Pansengas liegen zwischen 29-70 % Kohlendioxid, 25-45 % Methan, 1-35 % Stickstoff und 0-5 % Sauerstoff (*Dirksen 1962*). Allerdings wurde bei Inkubation von Pansensaft im Vergleich zu Labmagensaft um 5-10x so viel Methan gemessen. Die konstant niedrigen Methangehalte aus den Inkubationsgasproben sind also zumindest z.T. auf die angewandte Inkubationsmethode bzw. Entnahmetechnik und den Transport zurückzuführen. Trotzdem kann übereinstimmend mit *Sarashina et al. (1989)* für inkubierten Pansensaft eine deutlich höhere Methanbildung als für Labmageninhalt nachgewiesen werden. Die Tatsache, daß der Methangehalt von nativem Labmagengas um den Faktor 25 höher ist als in dem bei der Inkubation von Labmageninhalt gebildeten Gas, könnte darauf hindeuten, daß zumindest ein Teil des Labmagengases aus dem Pansen übertritt und nicht direkt im Labmagen selbst entsteht.

In seinen Untersuchungen zur Labmagenmotorik der Ziege zeigte *Ehrlein (1970)* durch Röntgenaufnahmen, daß sich im Labmagenfundus häufig eine Gasblase befindet, die entweder im Zusammenhang mit einer Kontraktion oder unabhängig davon wieder in den Hauben-Pansen-Raum zurückgedrängt wird. Bei einer bestehenden Atonie des Labmagens kann dieses Gas möglicherweise nicht mehr in den Hauben-Pansen-Raum zurückgedrängt werden und sich deshalb im Labmagen ansammeln. Es sind keine Untersuchungen bekannt, welche die Menge an übertretendem Gas aus dem Hauben-Pansen-Raum in den Labmagen quantifizieren.

Auch im Hinblick auf das ermittelte geringe Gasbildungsvermögen v.a. für Labmagensaft von Tieren mit linksseitiger Labmagenverlagerung bleibt die Möglichkeit bestehen, daß ein großer Teil der zur Verlagerung führenden Gasansammlung im Labmagen durch Übertritt aus dem Pansen zustande kommt und nur ein kleiner Teil direkt im Labmagen entsteht.

### pH-Wert

Bezüglich des pH-Wertes im nativen Labmagensaft unterschieden sich die drei untersuchten Gruppen signifikant. Bei rechtsseitiger Labmagenverlagerung wurden die höchsten pH-Werte gemessen. Die Erhöhung des pH-Werts hängt mit der Erkrankungsdauer bzw. dem Grad der Drehung zusammen. Es kommt nach anfänglicher Ansäuerung des Labmageninhalts durch vermehrte Sekretion vermutlich zur vermehrten Transsudation aus den durch die Drehung gestauten Blutgefäßen, was eine Alkalisierung des Labmageninhalts zur Folge hat. Bei linksseitigen Labmagenverlagerungen wurden im Durchschnitt die niedrigsten pH-Werte gemessen, was eine von *Meermann und Aksoy (1983)* und *Geishauser et al (1996b)* dargestellte Ansäuerung des Labmageninhalts im Verlauf einer Labmagenverlagerung unterstreicht. Bei den Kontrolltieren wurden im Durchschnitt pH-Werte von 2,29 gemessen. Obwohl dieser Wert etwas höher liegt als bei den Tieren mit linksseitiger Labmagenverlagerung, wurde bei Inkubation der Proben dieser Kontrollkühe durchschnittlich eine geringere Gasbildung gemessen. Allerdings fallen diese Unterschiede nicht so deutlich aus wie gegenüber den rechtsseitigen Labmagenverlagerungen, so daß sich eine pH-Abhängigkeit der Gasbildung ergibt, wobei v.a. bei pH-Werten  $> 3,5$  vermehrt Gas gebildet wird. Mittels der multiplen schrittweisen Regressionsanalyse konnte der Zusammenhang zwischen pH-Wert und Gasbildung, nicht aber ein vermuteter Zusammenhang zwischen Keimzahl und Gasbildung belegt werden. Betrachtet man die Veränderung der pH-Werte während der Inkubation, so zeigte sich bei den Proben der Kontrolltiere und auch bei denjenigen von Tieren mit linksseitiger Verlagerung kaum eine Veränderung, und zwar sowohl in den Ansätzen ohne als auch in denen mit Pufferzusatz, wogegen bei rechtsseitiger Verlagerung sowohl ohne als auch mit Puffer ein deutlicher pH-Abfall messbar war. Dies könnte auf die bei mikrobieller Aktivität anfallenden Stoffwechselprodukte zurückzuführen zu sein. Anscheinend besteht im Labmagensaft von Tieren mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung eine höhere mikrobielle Aktivität als im Labmagensaft von Kontrolltieren und Tieren mit linksseitiger Labmagenverlagerung. Dieser pH-Abfall korreliert mit der bei rechtsseitigen Labmagenverlagerungen erhöhten Gasbildung und unterstützt die Verbindung dieser Gasbildung zu mikrobiellen Umsetzungen. Wie oben schon erwähnt, ist es möglich, daß die pH-Werte kurz vor der Entstehung einer Labmagenverlagerung von den im verlagerten Labmagen gemessenen differieren. Es wäre also denkbar, daß kurz vor Entstehung einer Labmagenverlagerung der pH-Wert im Labmagen ansteigt, sich die

Mikroflora sowohl bezüglich Quantität als auch Qualität ändert und damit möglicherweise auch das Gasbildungsvermögen erhöht wird.

### Stärkegehalt

Der Stärkegehalt des Labmagensaftes wurde untersucht, weil Stärke eine Energiequelle für Bakterien darstellt und ein verminderter Stärkegehalt dementsprechend einen Hinweis für stattgefundene mikrobielle Aktivität liefert. Selbstverständlich ist auch die Zusammensetzung der angebotenen Ration, die aufgenommene Futtermenge sowie der Zeitpunkt der letzten Futteraufnahme mitbeteiligt am Stärkegehalt im Labmagen. Es konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den untersuchten Gruppen festgestellt werden, wobei der Stärkegehalt bei rechtsseitigen Verlagerungen am niedrigsten und bei Kontrolltieren am höchsten war. Das könnte bedeuten, daß bei Tieren mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung und dementsprechend höherer Gasbildung der Stärkegehalt im Labmagen durch mikrobielle Verstoffwechslung reduziert wurde. Eine andere Erklärungsmöglichkeit für die niedrigen Stärkegehalte bei rechtsseitigen Labmagenverlagerungen wäre allerdings die bei dieser Erkrankung beeinträchtigte bzw. aufgehobene Futteraufnahme. Inwieweit diese Ergebnisse also mit der letzten Futteraufnahme (Kontrolltiere erhielten 2 Stunden vor Punktion 2 kg Kraftfutter) bzw. mit der tatsächlichen mikrobiellen Verstoffwechslung in Zusammenhang stehen, kann nicht endgültig geklärt werden. Da es sich bei den Angaben zur Krankheitsdauer um nicht verifizierbare Besitzerangaben handelte und zwischen den Krankheitsverläufen von rechts- bzw. linksseitigen Labmagenverlagerungen bezüglich der Futteraufnahme erhebliche Unterschiede bestehen, konnte eine Korrelation zur Krankheitsdauer nicht belegt werden.

### Mikrobiologie

Die Gasbildung im Labmagen könnte auf Gasproduktion von Bakterien zurückzuführen sein. Deshalb wurde auf Zusammenhänge zwischen Gasbildung und Keimgehalt des Labmagens untersucht. Dazu wurde die aerobe und anaerobe Keimzahl bestimmt, das Keimspektrum analysiert sowie phasenkontrastmikroskopische Untersuchungen durchgeführt und gramgefärbte Ausstriche von Labmagensaft ausgewertet.

Die Auswertung der aeroben Keimzahl mittels einfaktorieller Varianzanalyse ergab einen signifikanten Gruppenunterschied, wobei bei den rechtsseitigen Labmagenverlagerungen die höchsten Keimgehalte gemessen wurden und bei den Kontrolltiere die niedrigsten. Für die anaerobe Keimzahl ergab sich kein signifikanter Unterschied; die Durchschnittswerte liegen jedoch ebenfalls bei den rechtsseitigen Labmagenverlagerungen am höchsten und bei den

Kontrolltieren am niedrigsten. Es läßt sich also für Tiere mit Labmagenverlagerung insgesamt betrachtet ein höherer Keimgehalt nachweisen, der dementsprechend auch für eine vermehrte Gasproduktion verantwortlich sein kann. Die aus der Literatur bekannten Werte für den Keimgehalt von Labmagensaft bei Schafen liegen bei  $10^5$ - $10^9$ /ml anaeroben und bei  $10^3$ - $10^6$ /ml aeroben Bakterien (Simcock et al. 1999). Die in der vorliegenden Arbeit ermittelten Werte bei Kontrolltieren lagen mit einer anaeroben Keimzahl von  $10^3$ - $10^5$ /ml und einer aeroben Keimzahl von  $10^3$ - $10^4$ /ml niedriger. Im Vergleich dazu findet sich in Pansensaft eine Gesamtkeimzahl von  $10^{10}$ - $10^{11}$ /ml, davon sind ca.  $10^4$  aerobe Keime (Breves u. Leonhard-Marek 2000). Diese Keimzahlen übersteigen auch die Gehalte in verlagerten Labmägen deutlich, was sich mit der unterschiedlichen Gasbildungskapazität von Pansensaft und Labmagensaft deckt.

Bezüglich des Keimspektrums wurde eine Zuordnung zu bestimmten Bakteriengruppen durchgeführt, da mit dieser Untersuchung ein Überblick über die vorhandenen Keime gewonnen werden sollte. Es ergaben sich in qualitativer Hinsicht nur für Bazillen, Clostridien und Mucor signifikante Gruppenunterschiede, wobei bei der Auswertung mittels multipler Regressionsanalyse kein positiver Einfluß dieser Bakteriengruppen auf die Gasbildung nachgewiesen werden konnte. Das vermehrte Vorkommen von Enterobacteriaceae bei rechtsseitigen Labmagenverlagerungen ist wahrscheinlich durch eine mangelnde Abtötung der Enterobacteriaceae wegen des erhöhten pH-Werts bedingt.

Es konnte also ein erhöhtes Gasbildungsvermögen in Zusammenhang mit erhöhter Keimzahl und erhöhtem pH-Wert nachgewiesen werden; welche Keime allerdings im Einzelfall für die Gasproduktion verantwortlich waren, konnte in den vorliegenden Untersuchungen nicht geklärt werden. Es konnte außerdem gezeigt werden, daß trotz niedrigem pH-Wert im Labmagen durchaus lebensfähige Keime vorhanden sind. Es ist zusätzlich zu bedenken, daß nur die Keime im Labmagensaft selbst erfasst wurden und nicht die unter Umständen stärker besiedelte, weil durch Schleimsekretion geschützte Mikroflora der Labmagenschleimhaut (Wolfram 1996). Möglicherweise könnten dort noch höhere Keimzahlen und ein verändertes Keimspektrum bei Tieren mit Labmagenverlagerung gefunden werden. Daß eine Besiedlung der Labmagenschleimhaut bei Rindern möglich ist, zeigten z.B. Untersuchungen von Al-Mashat und Taylor (1983), Eustis und Bergeland (1981), Vatn et al. (1999), Braun et al. (1997) sowie Günther und Schulze (1992).

Die phasenkontrastmikroskopischen Untersuchungen und die Auswertung der gramgefärbten Ausstriche wurden in erster Linie durchgeführt, um mit den beschriebenen Methoden nicht anzüchtbare Mikroorganismen, v.a. Sarcina-artige (benötigen Medium mit niedrigem pH-



Wert) und Schraubenbakterien (mikroaerophil, hohe Ansprüche an Nährböden) feststellen zu können. Es konnten mit beiden Methoden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen bezüglich *Sarcina*-artigen sowie kurzen Schraubenbakterien festgestellt werden. Nur mittels Phasenkontrastmikroskopie konnte für lange Schraubenbakterien mit  $p = 0,05$  ein knapp signifikant geringeres Vorkommen bei Kontrolltieren als bei Tieren mit Labmagenverlagerung festgestellt werden. Dieses Ergebnis konnte allerdings bei der Auswertung der Gramfärbungen nicht belegt werden. Gerade die *Sarcina*-artigen Kokken wären im Hinblick auf die Entstehung einer Labmagenverlagerung interessant, weil viele wichtige Faktoren auf sie zutreffen. Sie können anaerob und bei niedrigem pH-Wert wachsen, verstoffwechseln Kohlenhydrate unter Bildung von Kohlendioxid und wurden schon im Zusammenhang mit Labmagentympanie bei Ziegenlämmern (*DeBey et al. 1996*) und Schaflämmern (*Vatn et al. 1999*) sowie bei der Magendilatation von Hunden und Pferden nachgewiesen (*Vatn et al. 2000a*). Da sie in Erde sowie auf Getreideprodukten vorkommen, wäre auch die Aufnahmemöglichkeit für Kühe gegeben, und auch ein Zusammenhang von gehäuftem Auftreten der Labmagenverlagerung bei ausgeprägter Konzentratfütterung wäre einleuchtend. Mit den durchgeführten Methoden konnten *Sarcina*-artige Kokken in allen Proben nachgewiesen werden. Da keine quantitative Untersuchung durchgeführt wurde, war dementsprechend ein möglicher Unterschied zwischen den Patientengruppen und den Kontrolltieren nicht zu verifizieren. Möglicherweise gilt auch hierbei, daß vor Entstehung einer Labmagenverlagerung eine andere Situation bestanden hätte, und *Sarcina*-artige Kokken vor der Entstehung einer Labmagenverlagerung möglicherweise zahlreicher vorhanden gewesen wären. Allerdings fanden *DeBey et al. (1996)* und *Vatn et al. (1999, 2000)* nach Labmagen- bzw. Magendilatation massenhaft *Sarcina*-artige Kokken bei Ziegenlämmern bzw. Hunden und Pferden. Die Anzüchtung dieser *Sarcina*-artigen Kokken wäre nur über ein Selektivmedium (*Canale-Parola 1986*) möglich, wobei diese Anzüchtung aus Labmagensaft mit den bekannten, für Isolierung aus Erde entwickelten Methoden, fast nie gelingt (*Vatn et al. 1999*). *Vatn et al. (2000a)* fanden zwei verschiedene mikroskopisch sichtbare Erscheinungsbilder der *Sarcina*-artigen Kokken im Magensaft von Pferden und Hunden, die sie mit einer aktiven und einer weniger aktiven Form in Verbindung bringen. In der vorliegenden Untersuchung konnten nur *Sarcina*-artige Kokken in 4er bis 16er Paketen nachgewiesen werden und nicht die von *Vatn et al. (2000a)* als aktivere Form beschriebenen Pakete mit bis zu 50 Kokken.

## 6. Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Herkunft des bei Labmagenverlagerung im dislozierten Labmagen angesammelten Gases zu klären. Dazu wurde das In-vitro-Gasbildungsvermögen der Mikroorganismen in nativem Labmagensaft gesunder Tiere sowie in solchem von Tieren mit Labmagenverlagerung untersucht. Um zusätzliche Hinweise über die Herkunft des im verlagerten Labmagen gefundenen Gases zu erhalten, wurde natives Labmagengas von Tieren mit einer Labmagenverlagerung und nach Inkubation von Labmageninhalt in vitro gebildetes Gas gaschromatographisch analysiert. Weiterhin wurden mikrobiologische Untersuchungen durchgeführt. Diese umfassten die aerobe und anaerobe Keimzahlbestimmung, eine Identifizierung der gewachsenen Kolonien, die phasenkontrastmikroskopische Auswertung von nativem Labmagensaft sowie die Auswertung von gramgefärbten Ausstrichen. Zusätzlich wurde der Stärkegehalt im Labmagensaft bestimmt.

Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen (Kontr, liLMV, reLMV) bestanden hinsichtlich Gasbildung ( $p = 0,001$ ), pH-Wert ( $p = 0,01$ ), Stärkegehalt ( $p = 0,004$ ), aerober Keimzahl ( $p = 0,04$ ) und einzelnen Keimgruppen (Bazillen, Clostridien, Mucor). Die Gasbildung war bei rechtsseitigen Verlagerungen mit durchschnittlich 0,8 ml in 4 Stunden am höchsten, gefolgt von linksseitigen Verlagerungen mit 0,3 ml in 4 Stunden und 0,15 ml in 4 Stunden bei Kontrolltieren. Der mittlere pH-Wert von nativem Labmagensaft war mit 2,94 bei den Tieren mit rechtsseitigen Verlagerungen am höchsten, bei Kontrolltieren lag der pH-Wert bei 2,29 und bei den linksseitigen Verlagerungen bei 1,85. Bezüglich des Stärkegehaltes des Labmageninhaltes ergab sich für rechtseitige Verlagerungen mit 18,6 mg/l der durchschnittlich niedrigste Wert, bei linksseitigen Verlagerungen lag der Gehalt bei 47 mg/l, und am höchsten war er mit 124,7 mg/l bei den Kontrolltieren. Die aeroben und anaeroben Keimzahlbestimmungen ergaben für rechtsseitige Verlagerungen die höchsten Keimgehalte und für Kontrolltiere die niedrigsten, wobei bezüglich der anaeroben Keimzahl kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden konnte. Hinsichtlich des Keimspektrums ergaben sich zwar signifikante Unterschiede im Vorkommen von Bazillen, Clostridien und Mucor; allerdings konnte kein Zusammenhang zwischen qualitativem Keimspektrum und Gasbildung ermittelt werden. Auch bezüglich des Vorkommens an Sarcina-artigen Kokken und Schraubenbakterien, welches mittels phasenkontrastmikroskopischer Untersuchungen und Auswertung der gramgefärbten Ausstriche bestimmt wurde, konnte keine Korrelation zur der Gasbildung nachgewiesen werden.

Ein signifikanter Zusammenhang wurde dagegen mittels linearer nicht schrittweiser Regressionsanalyse zwischen dem pH-Wert von nativem Labmagensaft und dem Gasbildungsvermögen in vitro nachgewiesen.

Aus den Befunden kann geschlossen werden, daß eine mikrobielle Gasbildung im Labmagen zwar möglich ist, diese aber - außer bei hohen pH-Werten - deutlich geringer ist als das Gasbildungsvermögen von Pansensaft. Die Analyse der Gaszusammensetzung zeigte außerdem, daß bei der In-vitro-Inkubation von Labmagensaft - im Vergleich zu Pansensaft - nur geringe Mengen an Methan entstehen. Da sich im verlagerten Labmagen aber Methan in größeren Mengen nachweisen läßt, scheint zumindest ein Teil der Gasansammlung nicht im Labmagen selbst entstanden zu sein, sondern ist vermutlich aus dem Pansen übergetreten.

Aus den unterschiedlichen Keimzahlen und Keimspektren, welche im Labmageninhalt nachgewiesen wurden, sowie anhand der veränderten pH-Werte und Stärkegehalte ergeben sich zwar Hinweise auf eine mikrobiell bedingte Gasbildung im Labmagen, allerdings konnte mittels der angewandten Methoden kein bestimmter Keim identifiziert werden, der möglicherweise hauptsächlich für die Gasbildung verantwortlich sein könnte.

## 7. Summary

This study was performed to investigate the origin of the gas accumulation in the abomasum during abomasal displacement. The capability of *in vitro* gas production by microorganisms from native abomasal fluid of healthy cows as well as from animals with displaced abomasum was determined. Further evidence was provided by gaschromatographic analysis of native abomasal gas taken from animals with displaced abomasum and gas produced during incubation of abomasal fluid.

Microbiological investigations comprised the determination of the aerobic and anaerobic microbial count, the identification of grown colonies, the phase-contrast microscopical analysis of native abomasal fluid and the analysis of gram stained smears. Moreover the starch contents in abomasal fluid was determined.

Differences of statistical significance between the different groups (Kontr, liLMV, reLMV) were observed in terms of gas production ( $p = 0,001$ ), pH-value ( $p = 0,01$ ), starch contents ( $p = 0,004$ ) and discrete groups of microorganisms (Bacillus, Clostridium, Mucor).

Highest amounts of gas production were measured for right displaced abomasums (0.8 ml/4h), followed by left displaced abomasums (0.3 ml/4h) and the control group (0.15 ml/4h). Abomasal fluid from right displaced abomasums was least acidic (pH 2.94), that of the control group (pH 2.29) and that from left displaced abomasums (pH 1.85) turned out to be more acidic. With respect to the starch contents of the abomasal fluid right displaced abomasums were determined to contain least starch contents (18.6 mg/l), followed by left displaced abomasums (47 mg/l) and the control group (124.7 mg/l).

Determinations of aerobic and anaerobic microbial count revealed highest microbial counts for right displaced abomasums and lowest microbial counts for the control group. However, with regard to anaerobic microbial count no statistical significance could be observed.

Analysis of the microbial spectrum resulted in significant differences in the incidence of Bacillus, Clostridium and Mucor, but no correlation was observed between microbial spectrum and gas production. Analysis of gram stained smears and phase-contrast microscopy of native abomasal fluid did not reveal a correlation between the incidence of Sarcina-like cocci or spiral bacteria and gas production as well.

Linear non-stepwise regression analysis demonstrated a statistically significant correlation between pH-value of native abomasal fluid and the capability of *in vitro* gas production.

These results suggest, that a microbial gas production in the abomasum is possible. However, apart from higher pH-values the volume of gas production is considerably lower than the

capability of in vitro gas production reported for ruminal fluid. Moreover analysis of gas composition revealed, that in vitro incubation of abomasal fluid results in low amounts of methane compared to in vitro incubation of ruminal fluid. Given that in the displaced abomasum larger quantities of methane can be found, a considerable part of the gas accumulation is likely not produced in the abomasum, but passes over from the rumen.

The different microbial counts and the microbial spectra, which was found in abomasal fluid as well as changed acidity and starch contents indicate microbial gas production in the abomasum. However, the applied techniques were not able to identify particular microorganisms, which could solely account for gas production in the abomasum.

## 8. Literaturverzeichnis

AL-MASHAT, R.R., TAYLOR, D.J. (1980):  
Campylobacter spp in enteric lesions in cattle.  
Vet. Rec. 107: 31-34

AL-MASHAT, R.R., TAYLOR, D.J. (1983):  
Bacteria in enteric lesions of cattle.  
Vet. Rec. 112: 5-10

AMTLICHE SAMMLUNG VON UNTERSUCHUNGSVERFAHREN NACH §35 LMBG  
(1983):  
Untersuchung von Lebensmitteln: Bestimmung von Stärke in Fleischerzeugnissen  
L 07.00-25 S.1-3

ARSENAULT, G., BRISSON, G.J., SEOANE, J.R., JONES, J., (1980):  
Abomasal bloat and gas production in the digestive tract of lambs.  
Can. J. Anim. Sci. 60: 303-309

BAJCSY, A.C., REHAGE, J., SCHOLZ, H., SZENCI, O. (1997):  
Changes in blood ionized calcium and some other blood parameters before and after  
replacement of a left-sided displaced abomasum in dairy cattle.  
Dtsch. tierärztl. Wschr. 104: 527-529

BRAUN, U., ANLIKER, H., CORBOZ, L., OSSENT, P. (1997):  
Untersuchungen über das Vorkommen von spiralförmigen Bakterien im Labmagen des  
Rindes.  
Schweiz. Arch. Tierheilk. 139: 507-516

BRAUN, U., WILD, K., MERZ, M., HERTZBERG, H. (1997):  
Percutaneous ultrasound-guided abomasocentesis in cows.  
Vet. Rec. 140: 599-602

BREUKINK, H.J. (1990):  
Abomasal displacement, etiology, pathogenesis, treatment and prevention.  
Bov. Pract. 26: 148-153

BREUKINK, H.J., DE RUYTER, T. (1976):  
Abomasal displacement in cattle: Influence of concentrates in the ration on fatty acid  
concentrations in ruminal, abomasal and duodenal contents.  
Am. J. Vet. Res. 37: 1181-1184

CANALE-PAROLA, E. (1986):  
Genus Sarcina.  
In: Sneath P.H.A. (ed), Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. The Williams &  
Wilkins Co, Baltimore, 2. Aufl. S.1100-1102

- CARLSON, S.A., STOFFREGEN, W.C., BOLIN, S.R. (2002):  
Abomasitis associated with multiple antibiotic resistant Salmonella enterica serotype Typhimurium phagetype DT104.  
Vet. Microbiol. 85: 233-240
- CATO, E.P., GEORGE, W.L., FINEGOLD, S.M. (1986):  
Genus Clostridium.  
In: Sneath P.H.A. (ed), Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. The Williams & Wilkins Co, Baltimore, 2. Aufl. S.1141-1143
- CONSTABLE, P.D., MILLER, G.Y., HOFFSIS, G.F., HULL, B.L., RINGS, D.M. (1992):  
Risk factors for abomasal volvulus and left abomasal displacement in cattle.  
Am. J. Vet. Res. 53: 1184-1192
- COPPOCK, E. (1973):  
Displaced abomasum in dairy cattle: Etiological factors.  
J. Dairy Sci. 57: 926-933
- COPPOCK, E., NOLLER, C.H., WOLFE, S.A., CALLAHAN, C.J., BAKER, J.S. (1972):  
Effect of forage-concentrate ratio in complete feeds fed ad libitum on feed intake prepartum and the occurrence of abomasal displacement in dairy cows.  
J. Dairy Sci. 55: 783-789
- CORREA, M.T., ERB, H., SCARLETT, J. (1993):  
Path analyses for seven postpartum disorders of Holstein cows.  
J. Dairy Sci. 76: 1305-1312
- CURTIS, C.R., ERB H.N., SNIFFEN, C.J., SMITH, R.D., KRONFELD, D.S. (1985):  
Path analysis of dry period nutrition, postpartum metabolic and reproductive disorders and mastitis in Holstein cows.  
J. Dairy Sci. 68: 2347-2360
- DEBEY, B.M., BLANCHARD, P.C., DURFEE, P.T. (1996):  
Abomasal bloat associated with Sarcina-like bacteria in goat kids.  
J. Am. Vet. Med. Assoc. 209: 1468-1469
- DELGADO-LECAROZ, R., WARNICK, L.D., GUARD, C.L., SMITH, M.C., BARRY, D.A. (2000):  
Cross-sectional study of the association of abomasal displacement or volvulus with serum electrolyte and mineral concentrations in dairy cows.  
Can. Vet. J. 41: 301-305
- DELUYKER, H.A., GAY, J.M., WEAVER, L.D., AZARI, A.S. (1991):  
Change of milk yield with clinical diseases for a high producing dairy herd.  
J. Dairy. Sci. 74: 436-445
- DIRKSEN, G. (1962):  
Die Erweiterung, Verlagerung und Drehung des Labmagens beim Rind.  
Habilitationsschrift, Hannover. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.

- DIRKSEN, G., KAUFMANN, W. (1978):  
Untersuchungen über die Pansenmotorik der Milchkuh im Zeitraum um die Kalbung.  
Fortschr. Vet. med. 28: 144-152
- DIRKSEN, G. (1990):  
Verdauungsapparat.  
In: Rosenberger G., Die klinische Untersuchung des Rindes, Verlag Paul Parey, Berlin und  
Hamburg, 3. Auflage S.288-400
- DIXON, W.J. (1993):  
BMDP – Statistical software.  
Univ. California Press, Berkeley, CA
- EHRLEIN, H.-J. (1970):  
Untersuchungen über die Motorik des Labmagens der Ziege unter besonderer  
Berücksichtigung des Pylorus.  
Zbl. Vet. Med. A. 17: 481-497
- EICHER, R., AUDIGE, L., BRAUN, U., BLUM, J., MEYLAN, M., STEINER, A. (1999):  
Epidemiologie und Risikofaktoren der Blinddarmdilataion und Labmagenverlagerung bei der  
Milchkuh.  
Schweiz. Arch. Tierheilk. 141:423-429
- ERB, H.N., GRÖHN, Y.T. (1988):  
Epidemiology of metabolic disorders in the periparturient dairy cow.  
J. Dairy Sci. 71: 2557-2571
- EUSTIS, S.L., BERGELAND, M.E. (1981):  
Suppurative abomasitis associated with Clostridium septicum infection.  
J. Am. Vet. Med. Assoc. 178: 732-734
- FENG, P., HOOVER, W.H., MILLER, T.K., BLAUWIEKEL, R. (1993):  
Interactions of fiber and nonstructural carbohydrates on lactation and ruminal function.  
J. Dairy Sci. 76: 1324-1333
- FRERKING, H., WOLFERS, H. (1980):  
Untersuchungen an Kühen mit linksseitiger Labmagenverlagerung mit besonderer  
Berücksichtigung des postoperativen Verbleibs sowie der präoperativen Leberbefunde dieser  
Patienten.  
Tierärztl. Umschau 35: 220-225
- FÜRLI, M., KRÜGER, M. (1998):  
Zur Ätiologie, Pathogenese und Prophylaxe der geburtsnahen Labmagenerkrankung bei  
Kühen.  
In: Fürll, M., Ätiologie, Pathogenese, Diagnostik, Prognose, Therapie und Prophylaxe der  
Dislocatio abomasi. Leipziger Universitätsverlag GmbH, Leipzig S. 141-162
- FÜRLI, M., DABBAGH, M.N., JÄKEL, L. (1999):  
Körperkondition und Dislocation abomasi (DA): Vergleichende Untersuchungen zum  
Verhalten der Rückenfettdicke sowie weiterer Kriterien bei Rindern.  
Dtsch. tierärztl. Wschr. 106: 5-9



- GEISHAUSER, T. (1995):  
Abomasal displacement in the bovine – a review on character, occurrence, aetiology and pathogenesis.  
J. Vet. Med. A. 42: 229-251
- GEISHAUSER, T., ZIEBELL, K.L. (1995):  
Fett/Eiweiß-Quotient in der Milch von Rinderherden mit Vorkommen von Labmagenverlagerung.  
Dtsch. tierärztl. Wschr. 102: 469-471
- GEISHAUSER, T., DIEDERICHS, M., FAILING, K. (1996a):  
Vorkommen von Labmagenverlagerung bei Rindern in Hessen.  
Dtsch. tierärztl. Wschr. 103: 142-144
- GEISHAUSER, T., REICHE, D., SEEH, C., THÜNKER, B., VERWOHLT, S., FAILING, K. (1996b):  
pH, Natrium, Kalium, Magnesium, Kalzium, Phosphat und Chlorid im Pansen- und Labmageninhalt von Kühen mit Labmagenverlagerung.  
Dtsch. tierärztl. Wschr. 103: 16-20
- GEISHAUSER, T., REICHE, D., SEEH, C., THÜNKER, B., VERWOHLT, S., FAILING, K. (1996c):  
Ammonia in ruminal and abomasal contents of cows with abomasal displacement.  
Dtsch. tierärztl. Wschr. 103: 465-468
- GEISHAUSER, T., OEKENTORP, N. (1997):  
The association between ionized calcium in blood and selected parameters in dairy cows with left displaced abomasum.  
J. Vet. Med. A 44: 493-500
- GEISHAUSER, T., LESLIE, K., DUFFIELD, T., EDGE, V. (1997a):  
An evaluation of milk ketone tests for the prediction of left displaced abomasum in dairy cows.  
J. Dairy Sci. 80: 3188-3192
- GEISHAUSER, T., LESLIE, K., DUFFIELD, T., EDGE, V. (1997b):  
Evaluation of aspartate transaminase activity and  $\beta$ -hydroxybutyrate concentration in blood as tests for prediction of left displaced abomasum in dairy cows.  
Am. J. Vet. Res. 58: 1216-1220
- GEISHAUSER, T., LESLIE, K., DUFFIELD, T., EDGE, V. (1999):  
The association between first DHI milk-test parameters and subsequent displaced abomasum diagnosis in dairy cows.  
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 112: 1-4
- GOODWIN, S., ZEIKUS, J.G. (1987a):  
Ecophysiological adaptations of anaerobic bacteria to low pH: Analysis of anaerobic digestion in acidic bog sediments.  
Appl. Environ. Microbiol. 53: 57-64

- GOODWIN, S., ZEIKUS, J.G. (1987b):  
Physiological adaptations of anaerobic bacteria to low pH: Metabolic control of proton motive force in *Sarcina ventriculi*.  
J. Bacteriol. 169: 2150-2157
- GORRILL, A.D., NICHOLSON, J.W., MACINTYRE, T.M. (1975):  
Effects of formalin added to milk replacers on growth, feed intake, digestion and incidence of abomasal bloat in lambs  
Can. J. Anim. Sci. 55: 557-563
- GRAUERHOLZ, H., GODEHART, F., GROTTKER, S. (1982):  
Beitrag zur linksseitigen Labmagenverlagerung beim Rind.  
Prakt. Tierarzt 63: 38-46
- GRÖHN, Y.T., EICKER, S.W., HERTL, J.A. (1995):  
The association between previous 305-day milk yield and disease in New York State dairy cows.  
J. Dairy Sci. 78: 1693-1702
- GRYMER, J., HESSELHOLT, M. (1980):  
Abomasal displacement – a production disease in intensive dairy herds.  
Dansk Vet. Tidsskr. 63: 852-857
- GRYMER, J., HESSELHOLT, M., WILLEBERG, P. (1981):  
Feed composition and left abomasal displacement in dairy cattle – a case-control study.  
Nord. Veterinaermed. 33: 306-309
- GRYMER, J., WILLEBERG, P., HESSELHOLT, M. (1982):  
Milk production and left displaced abomasum: Cause and effect relationships.  
Nord. Vet. Med. 34: 412-415
- GÜNTHER, H., SCHULZE, F. (1992):  
Histologische Untersuchungen zum Vorkommen von *Campylobacter* ähnlich geformten Keimen im Labmagen von Kälbern.  
J. Vet. Med. B 39: 737-745
- GUNNING, R.F. (2000):  
Microbial flora of the abomasal glands of weaned calves.  
Vet. Rec. 146: 384
- GYANG, E.O., MARKHAM, R.J., USENIK, E.A., MAHESWARAN, S.K. (1986):  
Polymorphonuclear leukocyte function in cattle with left displaced abomasum with or without concurrent infections.  
Am. J. Vet. Res. 47: 429-432
- HÄNSEL, H., NEUMANN, W. (1993):  
Physik – Mechanik und Wärmelehre.  
Spektrum Akad. Verl., Heidelberg, Berlin, Oxford, S. 174, 229-241

- HARINGSMA, P.C., MOUWEN, J.M. (1992):  
Possible role of spiral-shaped bacteria in the pathogenesis of abomasal ulcers in adult cattle.  
Tijdschr. Diergeneesk. 117: 485-486
- HARMS, V. (1998):  
Physik für Mediziner und Pharmazeuten.  
Harms, Kiel-Mönkeberg, 14. Aufl., S. 58-61
- HÖLTERSINKEN, M. (1990):  
In-vitro-Untersuchungen über die Wirkungen von Baquiloprim/Sulfadimidin auf die  
Fermentationsvorgänge im Pansensaft des Rindes.  
Vet. med. Diss., Hannover
- HOLT, J.G., KRIEG, N.R., SNEATH, P.H. A., STALEY, J.T., WILLIAMS, S.T. (1994):  
Bergey's Manual of Determinative Bacteriology.  
The Williams&Wilkins Co, Baltimore, 9. Aufl.
- HOLTENIUS, P., TRAVEN, M. (1990):  
Impaired glucose tolerance and heterogeneity of insulin responses in cows with abomasal  
displacement.  
J. Vet. Med. A 37: 445-451
- HUNTINGTON, G.B. (1997):  
Starch utilization by ruminants.  
J. Anim. Sci. 75: 852-867
- JELINSKI, M.D., RIBBLE, C.S., CHIRINO-TREJO, M., CLARK, E.G., JANZEN, E.D.  
(1995):  
The relationship between the presence of *Helicobacter pylori*, *Clostridium perfringens* type A,  
*Campylobacter* spp, or fungi and fatal abomasal ulcers in unweaned beef calves.  
Can. Vet. J. 36: 379-382
- JENSEN, B.B., JORGENSEN, H. (1994):  
Effect of dietary fiber on microbial activity and microbial gas production in various regions of  
the gastrointestinal tract of pigs.  
Appl. Environ. Microbiol. 60: 1897-1904
- KASKE, M. (2000):  
Vormagenmotorik und Ingestapassage.  
In: v. Engelhardt, W., Breves G., Physiologie der Haustiere. Enke im Hippokrates Verlag  
GmbH, Stuttgart S. 333-344
- KERN, D.L., SLYTER, L.L., LEFFEL, E.C., WEAVER, J.M., OLTJEN, R.R. (1974):  
Ponies vs. steers: Microbial and chemical characteristics of intestinal ingesta.  
J. Anim. Sci. 38: 559-564
- KRÜGER, M., RÖPKE, M. (1998):  
Bakterielle Endotoxine – Ursachen für Erkrankungen bei Tieren.  
In: Fürll, M., Ätiologie, Pathogenese, Diagnostik, Prognose, Therapie und Prophylaxe der  
Dislocatio abomasi. Leipziger Universitätsverlag GmbH, Leipzig S. 133-139

- KRÜGER, M. (2002):  
Allgemeine Bakteriologie.  
In: Mayr, A., Medizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 7. Aufl. S. 377-415
- KUIPER, R. (1991):  
Abomasal Diseases.  
Bov. Pract. 26: 111-117
- KUIPER, R.P., VAN BEUKELEN, P., BREUKINK, H.J. (1986):  
Myo-electric activity of abomasum and duodenum in cows fed different rations.  
Proc. XIV. World Congr. Dis. Cattle, Dublin, Vol. 1: 42-46
- LEWIS, C.J., NAYLOR, R.D. (1998):  
Sudden death in sheep associated with *Clostridium sordellii*.  
Vet. Rec. 142: 417-421
- LOTTHAMMER, K.-H. (1992):  
Epidemiologische Studien über das Vorkommen von Labmagenverlagerung (dislocatio abomasi) in Milchrinderbeständen.  
Tierärztl. Umschau 47: 320-328
- MARKUSFELD, O. (1977):  
Displaced abomasum in dairy cattle in the western Galilee district of Israel – distribution and possible etiological factors.  
Refu. Vet. 34: 11-17
- MARKUSFELD, O. (1987):  
Periparturient traits in seven high dairy herds. Incidence rates, association with parity and interrelationships among traits.  
J. Dairy Sci. 70: 158-166
- MARTENS, H. (1998):  
Beziehungen zwischen Fütterung, Physiologie der Vormägen und der Pathogenese der Dislocatio abomasi.  
In: Fürll, M., Ätiologie, Pathogenese, Diagnostik, Prognose, Therapie und Prophylaxe der Dislocatio abomasi. Leipziger Universitätsverlag GmbH, Leipzig S. 81-101
- MARTENS, H., BREVES, G., LEONHARD-MAREK, S. (2000):  
Funktionen der Vormägen.  
In: v. Engelhardt W., Breves, G., Physiologie der Haustiere. Enke im Hippokrates Verlag GmbH, Stuttgart S. 344-363
- MARTIN, W., KIRBY, K.L., CURTIS, R.A. (1978):  
Left abomasal displacement in dairy cows. Its relationship to production.  
Can. Vet. J. 19: 250-253
- MASSEY, C.D., WANG, C., DONOVAN, G.A., BEEDE, D.K. (1993):  
Hypocalcemia at parturition as a risk factor for left displacement of the abomasum in dairy cows.  
J. Am. Vet. Med. Assoc. 203: 852-853

- MATTHE, A. (2001):  
Nährstoffumsetzungen im Verdauungstrakt des Rindes nach Einsatz unterschiedlicher Mengen an Mais- oder Weizenstärke.  
Agrarwiss. Diss., Gießen
- MCALLAN, A.B., SMITH, R.H. (1983):  
Factors influencing the digestion of dietary carbohydrates between the mouth and abomasum of steers.  
Br. J. Nutr. 50: 445-454
- MCCARTHY, R.D. JR., KLUSMEYER, T.H., VICINI, J.L., CLARK, J.H. (1989):  
Effects of source of protein and carbohydrate on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows.  
J. Dairy Sci. 72: 2002-2016
- MCIVER, M.A., REDFILED, A.C., BENEDICT, E.B. (1956):  
Gaseous exchange between the blood and the lumen of the stomach and intestine.  
J. Physiol. (London) 133: 92-111
- MEIRHAEGHE VAN, H., DEPREZ, P., VAN DEN HENDE, C., MUYLLE, E. (1988a):  
Plasma glucose clearance and insulin response in cows with abomasal displacement.  
J. Vet. Med. A 35: 221-228
- MEIRHAEGHE VAN, H., DEPREZ, P., VAN DEN HENDE, C., MUYLLE, E. (1988b):  
The influence of insulin on abomasal emptying in cattle.  
J. Vet. Med. A 35: 213-220
- MILLER, T.L., WOLIN, M.J. (1974):  
A serum bottle modification of the Hungate technique for cultivating obligate anaerobes.  
Appl. Microbiol. 27: 985-987
- MUYELLE, E., VAN DEN HENDE, C., SUSTRONCK, B., DEPREZ, P. (1990):  
Biochemical profiles in cows with abomasal displacement estimated by blood and liver parameters.  
J. Vet. Med A 37: 259-263
- MYLREA, P.J. (1969):  
The bacterial content of the small intestine of young calves.  
Res. Vet. Sci. 10: 394-395
- NICHOLLS, C.D., HAYES, P.R., LEE, D.L. (1987):  
Physiological and microbiological changes in the abomasum of sheep infected with large doses of *Haemonchus contortus*.  
J. Comp. Path. 97: 299-308
- ÖZKAN, K., POULSEN, J.S. (1986):  
Changes in ionized calcium content and related clinical chemical parameters in cases of left-sided abomasal displacement.  
Nord. Veterinaermed. 38: 277-287

OLSON, W.G., STEVENS, J.B. (1984):

Fiber II – Displaced abomasum.

Bov. Pract. 19: 126-127

OWENS, F.N., ZINN, R.A., KIM, Y.K. (1986):

Limits to starch digestion in the ruminant small intestine.

J. Anim. Sci. 63: 1634-1648

PALMER, J.E., WHITLOCK, R.H. (1983):

Bleeding abomasal ulcers in adult dairy cattle.

J. Am. Vet. Med. Assoc. 183: 448-451

PFEFFER, E. (1987):

Verdauung.

In: Wittke, G., Lehrbuch der Veterinär-Physiologie. Paul Parey Verlag, Berlin, 7. Aufl. S. 29-58

POULSEN, J.S. (1973):

Abomasal displacement in dairy cows – clinical chemistry and studies on the aetiology.

Vet. med. Diss., Stockholm

REICHE, D., GEISHAUSER, T., SCHEMANN, M. (1998):

Labmagenverlagerung: Physiologie und Pathophysiologie der Labmagenmotorik.

In: Fürll, M., Ätiologie, Pathogenese, Diagnostik, Prognose, Therapie und Prophylaxe der Dislocatio abomasi. Leipziger Universitätsverlag GmbH, Leipzig S. 17-27

ROBB, E.J., JOHNSTONE, C., BARTON, C., MUMSON, R., GARDNER, W.,

STOLTZFUS, R. (1986):

Epidemiologic study of risk factors for abomasal displacement – a case control study.

J. Dairy Sci. 69, Suppl. 1: 105

ROBB, E.J., JOHNSTONE, C., BARTON, C., MUNSON, R., STOLTZFUS, R., GARDNER, W. (1987):

Cohort investigations of risk factors for bovine abomasal displacement

J. Dairy Sci. 70, Suppl. 1: 227

ROEDER, B.L., CHENGAPPA, M.M., NAGARAJA, T.G., AVERY, T.B., KENNEDY, G.A. (1987):

Isolation of Clostridium perfringens from neonatal calves with ruminal and abomasal tympany, abomasitis, and abomasal ulceration.

J. Am. Vet. Med. Assoc. 190: 1550-1555

ROEDER, B.L., CHENGAPPA, M.M., NAGARAJA, T.G., AVERY, T.B., KENNEDY, G.A. (1988):

Experimental induction of abdominal tympany, abomasitis, and abomasal ulceration by intraruminal inoculation of Clostridium perfringens type A in neonatal calves.

Am. J. Vet. Res. 49: 201-207

- ROGOLSKY, B., VAN KRUININGEN, H.J. (1978):  
Short-chain fatty acids and bacterial fermentation in the normal canine stomach and in acute gastric dilatation.  
J. Am. Anim. Hosp. Assoc. 14: 504-515
- SARASHINA, T., ICHIJO, S., TAKAHASHI, J., OSAME, S. (1990):  
Origin of abomasum gas in the cows with displaced abomasum.  
Jap. J. Vet. Sci. 52: 371-378
- SARWAR, M., FIRKINS, J.L., EASTRIDGE, M.L. (1992):  
Effects of varying forage and concentrate carbohydrates on nutrient digestibilities and milk production by dairy cows.  
J. Dairy Sci. 75: 1533-1542
- SAVAGE, D.C. (1982):  
The effect of stress, diet and environment on the stability of the gastrointestinal microflora.  
In: White, E.G., Normal and induced changes in the gastrointestinal microflora in man and animals with special regard to animal performance. Paul Parey Verlag, Berlin S. 23-31
- SCHALLEHN, G. (1990):  
Isolierung und Identifizierung von Clostridien.  
Zbl. Bakt. 274: 259-280
- SIMCOCK, D.C., JOBLIN, K.N., SCOTT, I., BURGESS, D.M., ROGERS, C.W., POMROY, W.E., SIMPSON, H.V. (1999):  
Hypergastrinaemia, abomasal bacterial population densities and pH in sheep infected with *Ostertagia circumcincta*.  
Int. J. Parasitol. 29: 1053-1063
- SONNENBORN, U., GREINWALD, R. (1991):  
Beziehungen zwischen Wirtsorganismus und Darmflora unter besonderer Berücksichtigung von Physiologie und Funktion der normalen *Escherichia coli*-Flora.  
Schattauer Verlag, Stuttgart, 2. Aufl., S. 4
- STÖBER, M., WEGNER, W., LÜNEBRINK, J. (1974):  
Untersuchungen über die familiäre Disposition zur linksseitigen Labmagenverlagerung beim Rind.  
Dtsch. tierärztl. Wschr. 81: 430-433
- SVENDSEN, P. (1969):  
Etiology and pathogenesis of abomasal displacement in cattle.  
Nord. Veterinaarmed. 21 Suppl. I: 1-60
- SVENDSEN, P. (1970):  
Abomasal displacement in cattle.  
Nord. Vet. Med. 22: 571-577
- VAN WINDEN, S.C., MÜLLER, K.E., KUIPER, R., NOORDHUIZEN, J.P. (2002):  
Studies on the pH value of abomasal contents in dairy cows during the first 3 weeks after calving.  
J. Vet. Med. A 49: 157-160

- VARDEN, S.A. (1979):  
Displacement of the abomasum in the cow, incidence, etiological factors and results of treatment.  
Nord. Vet. Med. 31: 106-113
- VATN, S., TRANULIS, M.A., HOFSHAGEN, M. (1999):  
Sarcina-like bacteria, Clostridium fallax and Clostridium sordellii in lambs with abomasal bloat, haemorrhage and ulcers.  
J. Comp. Path. 122: 193-200
- VATN, S., GUNNES, G., NYBO, K., JUUL, H.M. (2000a):  
Possible involvement of Sarcina ventriculi in canine and equine acute gastric dilatation.  
Acta vet. scand. 41: 333-337
- VATN, S., SJAASTAD, O.V., ULVUND, M.J. (2000b):  
Histamine in lambs with abomasal bloat, haemorrhage und ulcers.  
J. Vet. Med. A 47: 251-255
- VLAMINCK, K., VAN DEN HENDE, C., OYAERT, W., MUYELLE, E. (1984):  
Studies on abomasal emptying in cattle. I. Correlation between abomasal emptying, electromyographic activity and pressure changes in the abomasum.  
Zbl. Vet. Med. A 31: 561-566
- VLAMINCK, K., VAN MEIRHAEGHE, H., VAN DEN HENDE, C., OYAERT, W. (1985):  
Einfluß von Endotoxinen auf die Labmagentleerung beim Rind.  
Dtsch. tierärztl. Wschr. 92: 392-395
- VÖRÖS, K., KARSAI, F. (1987):  
Blut- und Pansensaftveränderungen vor dem Auftreten der linksseitigen Labmagenverlagerung bei Milchkühen.  
Tierärztl. Umschau 42: 489-496
- WALLACE, C.E. (1975):  
Left abomasal displacement – a retrospective study of 315 cases.  
Bov. Pract. 10: 50-58
- WILLEBERG, P., GRYSER, J., HESSELHOLT, M. (1982):  
Left displacement of the abomasum. Relationship to age and medical history.  
Nord. Vet. Med. 34: 404-411
- WOLF, V. (2001):  
Populationsgenetische Untersuchungen zum Auftreten der Labmagenverlagerung bei Deutschen Holstein Kühen.  
Vet. med. Diss., Hannover
- WOLFFRAM, S. (1996):  
Motorik, Verdauungs- und Sekretionsprozesse der Vormägen und des Labmagens – eine kurze Übersicht.  
Schweiz. Arch. Tierheilk. 138: 343-350



YAMADA, H. (1982):

Clinical and pathological studies on the etiological factors of bovine abomasal displacement and atony. Clinical cases.

Jpn. J. Vet. Sci. 44: 39-50

ZEECK, A., EICK, S., KRONE, B., SCHRÖDER, K. (2000):

Chemie für Mediziner

Urban & Fischer, München Jena, 4. Auflage, S. 41-56

## 9. Anhang

Eigene Herstellungen:

- 16%ige Glucoselösung: Es wurden 16 g Glucose-Monohydrat (Caesar & Lorenz GmbH, Hilden) abgewogen und in 100 ml Aqua bidest. aufgelöst. Die Lösung wurde anschließend steril filtriert und in sterilisierte Glasflaschen mit Durchstechseptum eingefüllt.
- Phosphat-Citrat-Puffer: Es wurden 6,5 ml 0,5 M Zitronensäure (Fluka, Sigma-Aldrich Chemie GMBH, Taufkirchen) und 43,6 ml 1 M Natriumhydrogenphosphat (Fluka, Sigma-Aldrich Chemie GMBH, Taufkirchen) gemischt und mit 5 M Natronlauge der pH-Wert auf 7,0 eingestellt. Die Lösung wurde ebenfalls steril filtriert und in sterilisierte Glasflaschen mit Durchstechseptum eingefüllt.
- 2%ige Stärkelösung bzw. 2 % Pufferstärkelösung: 2000 mg lösliche Stärke (Starch soluble A.C.S. Reagent; Aldrich, Steinheim) wurden in einen Glaskolben eingewogen und 100 ml Aqua bidest. bzw. Phosphat-Citrat-Puffer zugegeben. Auf einem Magnetrührer wurde vorsichtig unter Rühren erhitzt, bis sich die Stärke vollständig gelöst hatte. Jeweils 2 ml der Lösung wurden in Eppendorff-Reaktionsgefäße pipetiert und bis zur Verwendung eingefroren.

## **Danksagung:**

### **Herzlich bedanken möchte ich mich bei:**

- Prof. Dr. K. Doll für die Ermöglichung der Bearbeitung dieses Themas und für seine Unterstützung beim Verfassen dieser Arbeit.
- den Mitarbeitern der Klinik für Wiederkäuer und Schweine insbesondere bei Frau Brigitte Neeb-Sonntag und Frau Sabine Zielinsky für viele Anregungen und Hilfe bei der Durchführung der labortechnischen Untersuchungen.
- Herrn Dr. R. Weiss aus dem Institut für Hygiene und Infektionskrankheiten der Tiere für seine engagierte und freundliche Hilfe bei den mikrobiologischen Arbeiten.
- den Mitarbeitern des Pansenlabors der tierärztlichen Hochschule Hannover insbesondere bei Herrn J. Senkpiel für die Durchführung der gaschromatographischen Untersuchungen
- Herrn Dr. K. Failing und Herrn H. Heiter von der Arbeitsgruppe Biomathematik und Datenverarbeitung für die stets freundliche und engagierte Hilfe bei der statistischen Auswertung der Ergebnisse.
- allen Angehörigen der Klinik für Wiederkäuer und Schweine der Justus-Liebig-Universität Gießen für die freundschaftliche Unterstützung und gute Zusammenarbeit.
- meiner Familie und Thomas.



*édition scientifique*  
**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**

VVB LAUFERSWEILER VERLAG  
GLEIBERGER WEG 4  
D-35435 WETTENBERG

Tel: +49-(0)6406-4413 Fax: -72757  
redaktion@doktorverlag.de  
www.doktorverlag.de

ISBN 3-89687-444-6



9 783896 874443