

**MARKUS HUMMEL**

**Elektromyographische Verlaufsuntersuchungen  
bei Kühen nach operativer Reposition einer  
linksseitigen Labmagenverlagerung**

**INAUGURAL-DISSERTATION**

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



**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. K. Doll

**Elektromyographische Verlaufsuntersuchungen  
bei Kühen nach operativer Reposition  
einer linksseitigen Labmagenverlagerung**

**INAUGURAL-DISSERTATION**

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

Eingereicht von

**MARKUS HUMMEL**

Tierarzt aus Köln

Gießen 2005

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

Dekan: Prof. Dr. M. Reinacher

1. Berichterstatter: Prof. Dr. K. Doll

2. Berichterstatter: Prof. Dr. M. Diener

Tag der mündlichen Prüfung: 15.03.2005

## **Meinen Eltern und Großeltern**



# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1. EINLEITUNG</b>	1
<b>2. SCHRIFTUM</b>	2
2.1 <u>Anatomie des Labmagens</u>	2
2.2 <u>Motilität von Labmagen und Duodenum</u>	3
2.2.1 <b>Glatte Muskulatur des Magen-Darm-Kanals</b>	4
2.2.2 <b>Labmagenmotilität</b>	5
2.2.2.1 Magenspeicher	6
2.2.2.2 Magenpumpe	7
2.2.2.3 Magenentleerung	8
2.2.3 <b>Motilität des Dünndarmes</b>	10
2.2.3.1 Digestive Motilität	10
2.2.3.2 Interdigestive Motilität	12
2.2.4 <b>Antroduodenale Koordination</b>	14
2.3 <u>Steuerung der gastrointestinalen Funktion</u>	15
2.3.1 <b>Intrinsische Innervation</b>	16
2.3.2 <b>Extrinsische Innervation</b>	17
2.3.3 <b>Steuerung der digestiven Darmmotilität</b>	18
2.3.4 <b>Steuerung der interdigestiven Darmmotilität</b>	19
2.3.5 <b>Motilitätssteigernde Wirkstoffe</b>	20
2.3.5.1 Neostigmin	20
2.3.5.2 Carazolol	20
2.3.5.3 Erythromycin	20
2.4 <u>Elektromyographie</u>	21
2.4.1 <b>Methode der elektromyographischen Messung</b>	24
2.5 <u>Labmagenverlagerung</u>	26
2.5.1 <b>Vorkommen</b>	26
2.5.2 <b>Ätiologie</b>	26
2.5.2.1 Endogene Risikofaktoren	27

## INHALTSVERZEICHNIS

2.5.2.1.1	<i>Geschlecht</i>	27
2.5.2.1.2	<i>Rasse</i>	27
2.5.2.1.3	<i>Alter</i>	27
2.5.2.1.4	<i>Leistung</i>	28
2.5.2.1.5	<i>Leistungsphase</i>	28
2.5.2.1.6	<i>Genetische / familiäre Einflüsse</i>	28
2.5.2.1.7	<i>Begleiterkrankungen</i>	29
2.5.2.2	Exogene Risikofaktoren	30
2.5.2.2.1	<i>Jahreszeit</i>	30
2.5.2.2.2	<i>Fütterung</i>	30
2.5.2.2.3	<i>Haltungsbedingungen</i>	32
2.5.2.2.4	<i>Mechanische Einflüsse</i>	32
<b>2.5.3</b>	<b>Pathogenese</b>	33
<b>2.5.4</b>	<b>Klinische und labordiagnostische Befunde bei Labmagen- verlagerung</b>	34
<b>3.</b>	<b>EIGENE UNTERSUCHUNGEN</b>	43
3.1	<u>Material und Methoden</u>	43
3.1.1	<b>Auswahl der Patienten</b>	43
3.1.2	<b>Durchführung der elektromyographischen Untersuchungen</b>	44
3.1.2.1	Technische Ausrüstung	44
3.1.2.2	Implantation der Elektroden	44
3.1.2.3	Elektromyographische Messungen	46
3.1.2.4	Entfernung der Elektroden	47
3.1.3	<b>Klinische Untersuchungen</b>	48
3.1.3.1	Herzfrequenz und Atemfrequenz	48
3.1.3.2	Körperinnentemperatur	48
3.1.3.3	Futteraufnahme	48
3.1.3.4	Pansenmotilität	49
3.1.3.5	Pansenfüllung	49
3.1.3.6	Darmperistaltik	49
3.1.3.7	Kotkonsistenz	50
3.1.3.8	Kotzerkleinerungsgrad	50

3.1.3.9	Verlagerungsgrad des Labmagens	50
3.1.3.10	Rezidive	51
3.1.3.11	Beurteilung der Laparotomiewunde	51
3.1.3.12	Beurteilung der Omentopexiestelle	51
3.1.3.13	Bauchdeckenspannung	52
3.1.3.14	Ketonkörper	52
3.1.3.15	Milchleistung	52
<b>3.1.4</b>	<b>Laboruntersuchungen</b>	<b>53</b>
<b>3.2</b>	<b><u>Berechnung der myoelektrischen Aktivität</u></b>	<b>55</b>
<b>3.3</b>	<b><u>Statistische Auswertungen</u></b>	<b>56</b>
<b>4.</b>	<b>ERGEBNISSE</b>	<b>58</b>
<b>4.1</b>	<b><u>Myoelektrische Messungen</u></b>	<b>58</b>
<b>4.1.1</b>	<b>Ergebnisse der 20-Minuten-Messungen</b>	<b>58</b>
4.1.1.1	Gesamtintegral	58
4.1.1.2	Gesamtamplitude	61
4.1.1.3	Statistische Beurteilung	63
<b>4.1.2</b>	<b>Ergebnisse der 24-Stunden-Messungen</b>	<b>64</b>
4.1.2.1	Gesamtintegral	64
4.1.2.2	Gesamtamplitude	67
4.1.2.3	Statistische Beurteilung	69
<b>4.1.3</b>	<b>Kontrollgruppe</b>	<b>70</b>
4.1.3.1	Gesamtintegral	70
4.1.3.2	Gesamtamplitude	72
4.1.3.3	Vergleiche zwischen Versuchsgruppe (24-Stunden-Messungen) und Kontrollgruppe	75
<b>4.1.4</b>	<b>Neostigmingabe</b>	<b>78</b>
4.1.4.1	Gesamtintegral	78
4.1.4.2	Gesamtamplitude	80
4.1.4.3	Statistische Beurteilung	82
<b>4.1.5</b>	<b>Erythromydingabe</b>	<b>82</b>
4.1.5.1	Gesamtintegral	83
4.1.5.2	Gesamtamplitude	84

## INHALTSVERZEICHNIS

4.1.5.3	Statistische Beurteilung	86
<b>4.1.6</b>	<b>Carazololgabe</b>	86
4.1.6.1	Gesamtintegral	87
4.1.6.2	Gesamtamplitude	88
4.1.6.3	Statistische Beurteilung	90
<b>4.2</b>	<b><u>Laborparameter</u></b>	90
<b>4.2.1</b>	<b>pH-Wert, Basenabweichung und Bikarbonat im venösen Blut</b>	91
<b>4.2.2</b>	<b>Natrium-, Kalium- und Chloridgehalte im Serum</b>	92
<b>4.2.3</b>	<b>Gehalt an ionisiertem Kalzium im Vollblut sowie Magnesium- und Phosphat (anorg.)-Gehalte im Serum</b>	93
<b>4.2.4</b>	<b>Plasma-Glukosegehalt und AST-Aktivität im Serum</b>	94
<b>4.2.5</b>	<b>D-Laktat- und L-Laktat-Konzentrationen im Serum</b>	95
<b>4.2.6</b>	<b>NEFA- und Gesamtbilirubingehalte im Serum</b>	96
<b>4.2.7</b>	<b>GGT- und GLDH-Aktivität im Serum</b>	97
<b>4.2.8</b>	<b>Anionenlücke</b>	97
<b>4.2.9</b>	<b>Harnstoff- und Kreatiningehalte im Serum</b>	98
<b>4.3</b>	<b><u>Klinische Parameter</u></b>	99
<b>4.3.1</b>	<b>Herzfrequenz und Atemfrequenz</b>	99
<b>4.3.2</b>	<b>Körperinnentemperatur</b>	100
<b>4.3.3</b>	<b>Milchleistung</b>	101
<b>4.3.4</b>	<b>Futteraufnahme</b>	101
<b>4.3.5</b>	<b>Pansenmotilität</b>	102
<b>4.3.6</b>	<b>Pansenfüllung</b>	103
<b>4.3.7</b>	<b>Darmperistaltik</b>	103
<b>4.3.8</b>	<b>Kotkonsistenz</b>	104
<b>4.3.9</b>	<b>Zerkleinerungsgrad der Fäzes</b>	105
<b>4.3.10</b>	<b>Operationswunde</b>	105
<b>4.3.11</b>	<b>Omentopexiestelle</b>	106
<b>4.3.12</b>	<b>Bauchdeckenspannung</b>	106
<b>4.3.13</b>	<b>Ketonkörper im Harn</b>	107
<b>4.3.14</b>	<b>Grad der Labmagenverlagerung</b>	107
<b>4.3.15</b>	<b>Rezidive</b>	108
<b>4.4</b>	<b><u>Entwicklung der myoelektrischen Tagesaktivität (Einzeltiere)</u></b>	108

4.5 <u>Clusteranalyse</u>	111
4.5.1 <b>Entwicklung der myoelektrischen Aktivität in beiden Clustern (A + B)</b>	112
4.5.2 <b>Entwicklung der Laborparameter in beiden Clustern (A + B)</b>	114
4.5.2.1 pH-Wert im venösen Blut	114
4.5.2.2 Basenabweichung im venösen Blut	116
4.5.2.3 Bikarbonat im venösen Blut	117
4.5.2.4 Natriumgehalt im Serum	119
4.5.2.5 Kaliumgehalt im Serum	120
4.5.2.6 Chloridgehalt im Serum	122
4.5.2.7 Gehalt an ionisiertem Kalzium im Vollblut	123
4.5.2.8 Magnesiumgehalt im Serum	125
4.5.2.9 Gehalt an anorganischem Phosphat im Serum	126
4.5.2.10 Glukosegehalt im Plasma	128
4.5.2.11 D-Laktatkonzentration im Serum	129
4.5.2.12 L-Laktatkonzentration im Serum	131
4.5.2.13 NEFA-Konzentration im Serum	132
4.5.2.14 Gesamtbilirubingehalt im Serum	134
4.5.2.15 AST-Aktivität im Serum	135
4.5.2.16 GGT-Aktivität im Serum	137
4.5.2.17 GLDH-Aktivität im Serum	138
4.5.2.18 Anionenlücke	140
4.5.2.19 Harnstoffgehalt im Serum	141
4.5.2.20 Kreatiningehalt im Serum	141
4.5.3 <b>Entwicklung der klinischen Parameter in beiden Clustern (A + B)</b>	142
4.5.3.1 Herzfrequenz	142
4.5.3.2 Atemfrequenz	143
4.5.3.3 Körperinnentemperatur	144
4.5.3.4 Milchleistung	145
4.5.3.5 Futteraufnahme	146
4.5.3.6 Pansenmotilität	147
4.5.3.7 Pansenfüllung	148
4.5.3.8 Darmperistaltik	149

## INHALTSVERZEICHNIS

4.5.3.9	Kotkonsistenz	150
4.5.3.10	Zerkleinerungsgrad der Fäzes	151
4.5.3.11	Operationswunde	151
4.5.3.12	Omentopexiestelle	152
4.5.3.13	Bauchdeckenspannung	152
4.5.3.14	Ketonkörper im Harn	153
4.5.3.15	Grad der Labmagenverlagerung	154
<b>5.</b>	<b>DISKUSSION</b>	155
5.1	<u>Beurteilung der elektromyographischen Befunde</u>	157
5.2	<u>Beurteilung der postoperativen Entwicklung anhand klinischer und labordiagnostischer Befunde</u>	164
<b>6.</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	170
6.1	<u>Summary</u>	172
<b>7.</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	174
<b>8.</b>	<b>ANHANG</b>	196

## Verzeichnis der Abkürzungen:

Abb.	Abbildung
ACh	Acetylcholin
AST	Aspartat-Amino-Transaminase
BE	base excess
Bsp.	Beispiel
BW	Bauchwand
Cl <sup>-</sup>	Chlorid-Ion
d. h.	das heißt
ENS	Enterisches Nervensystem
GA	Gesamtamplitude
GB	Gesamtbilirubin
GGT (γ-GT)	Gamma-Glutamyl-Transferase
GI	Gesamtintegral
GLDH	Glutamat-Dehydrogenase
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Bikarbonat-Ion
i. m.	intramuskulär
ISA	irregular spiking activity
K <sup>+</sup>	Kalium-Ion
KF	Krafftutter
LM	Labmagen
MMC	migrating myoelectric complex
mVsec	Millivolt x Sekunde
Na <sup>+</sup>	Natrium-Ion
NEB	negative Energiebilanz
NEFA	non esterfied fatty acids
NM	nachmittags
NSA	non spiking activity
RSA	regular spiking activity
s	Standardabweichung
s. c.	subcutan
SF	Streufaktor
s. o.	siehe oben
s. u.	siehe unten
Tab.	Tabelle
UV	Umfangsvermehrung
VIP	Vasoaktives Intestinales Peptid
VLDL	very low density lipoproteins
VM	vormittags

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

$\bar{x}$	arithmetischer Mittelwert
$\bar{x}_g$	geometrischer Mittelwert
z. B.	zum Beispiel
ZNS	Zentrales Nervensystem

# 1. EINLEITUNG

Bei der Labmagenverlagerung handelt es sich vorwiegend um eine Erkrankung bei Milchkühen mit hoher Leistung. Die Verlagerung des Labmagens nach links findet sich hauptsächlich innerhalb der ersten vier Wochen nach der Kalbung; sie ist charakterisiert durch Indigestionssymptome bzw. Verdauungsstörungen und führt unbehandelt bei schnellem Milchrückgang sowie Körpermasseverlust zu wochenlangem Siechtum. Die rechtsseitige Labmagenverlagerung ist weniger an die Frühlaktation gebunden, geht in der Regel mit einer Drehung des Labmagens einher und führt dann nach kurzzeitigen Indigestions- und Schocksymptomen innerhalb weniger Tage zum Tode. Wurden Labmagenverlagerungen in den 50er Jahren lediglich vereinzelt beschrieben (BEGG, 1950; MÜLLER, 1953), so lag die Inzidenz in den letzten zwei Jahrzehnten bereits zwischen 0,05 % und 4,4 % (COPPOCK, 1974; DIEDERICHS, 1996; DIRKSEN, 1962; GEISHAUSER, 1995; HESSELHOLT und GRYSER, 1979; LOTTHAMMER, 1992; MARKUSFELD, 1986; VARDEN, 1979; WOLF et al., 2001), mit steigender Tendenz. In einzelnen Herden wurden sogar noch höhere Erkrankungsraten festgestellt. Für diesen Anstieg der Inzidenz werden verschiedenste Faktoren verantwortlich gemacht. Nach vorherrschender Auffassung steht im Mittelpunkt der Pathogenese dieses Leidens eine verminderte Motilität oder sogar Atonie des Labmagens (DIRKSEN, 1961; DIRKSEN, 1962; SVENDSEN, 1969). Folge dieser Motilitätsstörung sei eine vermehrte Gasansammlung im Labmagen und eine verminderte Labmagenentleerung (CONSTABLE et al., 1992; DIRKSEN, 1961; DIRKSEN, 1962; SVENDSEN, 1969; SVENDSEN, 1970). Hieraus resultiere schließlich die links- oder rechtsseitige Labmagenverlagerung.

Allerdings ist diese These einer Störung der Labmagenmotilität, als zentrale Ursache der Verlagerung, bislang noch keineswegs bewiesen. Aus diesem Grunde sollte anhand elektromyographischer Verlaufsuntersuchungen geklärt werden, ob bei Patienten mit linksseitiger Labmagenverlagerung eine solche Störung der Labmagenmotilität vorliegt und wie sich die Motilität von Labmagen und Duodenum in den ersten sieben Tagen post operationem entwickelt.

## 2. SCHRIFTTUM

### 2.1 Anatomie des Labmagens

Der Labmagen hat die Gestalt eines birnenförmigen Sackes und besitzt eine nach links und ventral gerichtete große Krümmung (*Curvatura major*) und eine entsprechend rechts und dorsal gelegene kleine Krümmung (*Curvatura minor*), in die sich der Blättermagen einfügt. Mit dem Labmagenspeicher (*Fundus abomasi*) und dem Labmagenkörper (*Corpus abomasi*) lagert er kaudal der Haube auf der ventralen Bauchwand zwischen den dem Brustbein zustrebenden beiden Rippenbögen und überschreitet von links kranial und rechts kaudal die Medianebene. Der stark verjüngte Pfortnerteil (*Pars pylorica*) des Labmagens biegt im Bereich des rechten Rippenbogens dorsal auf und geht in den Zwölffingerdarm (*Duodenum*) über. Der Labmagen hat enge nachbarliche Beziehungen zum Kranialende des ventralen Pansensacks und kann bei starker Füllung unter dessen Rezessus zur linken Bauchwand hin vordrängen. Die engste Befestigung erfährt der Labmagen in Höhe seines Eingangs und seines Ausgangs durch feste Züge des kleinen Netzes mit der Leberpforte. In den übrigen Teilen ist er beweglicher, so dass er in besonderen Situationen nicht nur unter den Pansen vordrängen und sich zwischen Pansen und linker Bauchwand hochschieben, sondern sich auch entlang der rechten Bauchwand aufsteigend verlagern kann (SCHUMMER u. WILKENS, 1987; STOFFEL, 1996).

Die Wand des Labmagens besteht aus Serosa (viszerales Blatt des Bauchfells), Muskelhaut und Schleimhaut. Die Muskelhaut besteht aus glatter Muskulatur. Die Muskulatur wird unterteilt in eine äußere Längsmuskelschicht, die von der Blätter-/Labmagenöffnung zum Pfortner verläuft, und in eine innere Ringmuskelschicht, die zirkulär verläuft. Letztere bildet auch den Schließmuskel des Pfortners. Die Schleimhaut des Labmagens kann man in zwei Regionen unterteilen: die Region der Mageneigendrüsen (*Glandulae gastricae propriae*) und die Region der Pfortnerdrüsen (*Glandulae gastricae*). Erstere hat erhebliche Ausdehnung und trägt Falten, die an der Blätter-/Labmagenöffnung beginnen, zunächst an Höhe gewinnen und dann pfortnerwärts allmählich auslaufen. Sie sind blattartig, nicht verstreichbar, zeigen spi-

ralförmigen Verlauf und werden daher als Plicae spirales abomasi bezeichnet. An der kleinen Krümmung des Labmagens findet sich ein faltenloser Bereich der Schleimhaut, Sulcus abomasi. Die Pfortnerschleimhaut trägt unterschiedlich hohe, verstreichbare Falten. Durch den Schließmuskel des Pfortners (M. sphincter pylori) wird der Labmagen gegen das Duodenum verschlossen. Eine Vervollständigung dieses Verschlusses stellt der Torus pyloricus dar, ein aus Muskulatur und Fettgewebe bestehender, bis walnußgroßer Wulst, der in den Pfortnerkanal hinein ragt und den Schließmuskel unterstützt (SCHUMMER u. WILKENS, 1987; STOFFEL, 1996).

## **2.2 Motilität von Labmagen und Duodenum**

Drei Parameter der Motilität des Gastrointestinaltraktes sind meßbar: myoelektrische Aktivität, mechanische Aktivität und der Transport der Ingesta. Die myoelektrische Aktivität und die mechanische Aktivität sind eng miteinander gekoppelt: wenn die eine zunimmt, dann nimmt auch die andere zu. Es ist allgemein anerkannt, dass die Fortbewegung der Ingesta durch rhythmische und koordinierte Kontraktionen der glatten Muskelzellen hervorgerufen wird. Diese Kontraktionen lassen sich elektromyographisch als langsame Potentialschwankungen („slow wave“) gefolgt von Potentialsalven („spikes“) darstellen. Die elektrische Aktivität beginnt am Labmagen und gelangt über den Pylorus in das Duodenum. Sie hilft bei der Entleerung des Labmagens. Bei gesunden Wiederkäuern zeigt sich am Antrum pylori eine regelmäßige langsame Welle mit einer Frequenz von 190-220 „slow waves“ pro Stunde. 50 bis 100 % dieser „slow waves“ werden von Potentialsalven überlagert. Von diesen Potentialsalven springen 50 % ins Duodenum über, unabhängig von der Entleerungsrate des Labmagens (VLAMINCK et al., 1984). VLAMINCK et al. (1984) gehen daher davon aus, dass die Entleerungsvorgänge im Labmagen durch den Sphincter pylori reguliert werden.

### **2.2.1 Glatte Muskulatur des Magen-Darm-Kanals**

Die glatte Muskulatur am Labmagen und Dünndarm besteht aus länglichen spindelförmigen Zellen. Jede Einzelzelle ist etwa 20-200 µm lang und hat einen Durchmesser von 5-10 µm. Die Zelle wird von Aktinfilamenten in Längsrichtung durchzogen. Diese stehen durch bipolare Verbindungen mit den Myosinfilamenten in Kontakt. Die Aktinfilamente sind an den gegenüberliegenden Polen an der Zellmembran angeheftet. Eine Kontraktion der Muskelzelle kommt durch Verschiebung der Aktin- und Myosinfilamente zustande (HEES, 1990).

Im Magen-Darm-Kanal liegt glatte Muskulatur vom Single-unit-Typ vor. Hierbei handelt es sich um einen Zellverband, bei welchem durch enge Kontaktstellen der Zellmembranen (gap junctions) die einzelnen Zellen miteinander in Verbindung stehen. Über diese Kontaktstellen können elektrische Potentiale von Zelle zu Zelle weitergeleitet werden. Die myogene Erregung entsteht in Schrittmacherzellen, ähnlich wie im Herzen, die sich von anderen Muskelzellen strukturell nicht unterscheiden, wohl aber elektrophysiologisch; sie depolarisieren spontan. Die myogene Aktivität wird durch neurale Innervation nur moduliert (EHRLEIN, 2000).

Glatte Muskelzellen haben im Gegensatz zur Skelettmuskulatur nur gering ausgeprägte intrazelluläre Kalziumspeicher. Deshalb sind sie zur Auslösung der elektromechanischen Kopplung auf einen Kalziumeinstrom aus dem Extrazellularraum angewiesen. Bei glatten Muskelzellen vom Single-unit-Typ gibt es neben chemisch gesteuerten Kalziumkanälen auch elektrisch gesteuerte, d. h. potentialgesteuerte Kanäle. Als stimulierender Überträgerstoff wirkt an den glatten Muskelzellen des Magen-Darm-Kanals vor allem Acetylcholin (ACh). Die Bindung von ACh an den Rezeptor der Muskelzelle bewirkt eine Öffnung von chemisch gesteuerten Kalziumkanälen. Extrazelluläres Kalzium kann nun in die Zelle einströmen. Der Kalziumeinstrom ist mit einer Depolarisation der Zellmembran verbunden. Diese Depolarisation führt nun zur Öffnung von potentialgesteuerten Kalziumkanälen. Die Depolarisation wird über die gap junctions auf benachbarte Muskelzellen übertragen und somit innerhalb des Muskelgewebes fortgeleitet (EHRLEIN, 2000).

Die glatten Muskelzellen im Magen-Darm-Trakt können nach ihren elektrischen und mechanischen Eigenschaften in sog. tonische und in phasische Zellen differenziert werden. Muskelzellen mit tonischen Eigenschaften erzeugen lang anhaltende, sog. tonische Kontraktionen, während Muskelzellen mit phasischen Eigenschaften durch kurze Kontraktionen mit anschließender Erschlaffung gekennzeichnet sind. Tonische glatte Muskelzellen haben ein konstantes elektrisches Ruhepotential. Phasische glatte Muskelzellen haben dagegen kein gleichbleibendes Ruhepotential, sondern dieses zeigt langsame rhythmische Schwankungen, die aufgrund des langsamen Verlaufs als langsame Wellen („slow waves“) bezeichnet werden. Diese rhythmischen Schwankungen sind immer vorhanden, auch bei erschlaffter Muskulatur, d. h., die „slow waves“ führen selbst noch nicht zu Kontraktionen (EHRLEIN, 2000).

Bei Erregung phasischer oder tonischer Zellen durch ACh nimmt die Depolarisation zu, welche zu einer zusätzlichen Öffnung von Kalziumkanälen führt. Ein lang anhaltender Kalziumeinstrom führt zu einer Erhöhung und Verbreiterung der Plateauphase der „slow waves“, während durch kurzzeitiges Öffnen und Schließen der Kanäle in der Plateauphase Salven von Spikes eintreten. Die Erhöhung und Verbreiterung der Plateauphase bzw. die Zahl der Spikes stehen dabei in einem direktem Zusammenhang zur Kontraktionsstärke. Das in die Muskelzelle eingeströmte Kalzium wird durch Kalzium-Transporter wieder aus der Zelle transportiert. Da bei phasischen glatten Muskelzellen der Kalziumeinstrom und die intrazelluläre Kalziumfreisetzung an die langsamen Wellen gebunden sind, bestimmen die langsamen Wellen der Muskelzellen die maximale Frequenz und die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Kontraktionen (EHRLEIN, 2000).

### **2.2.2 Labmagenmotilität**

Elektrophysiologisch kann man den Labmagen in zwei Regionen einteilen: in eine elektrisch inaktive Region, welche den Fundus abomasi und den proximalen Bereich des Corpus abomasi umfasst, und in eine elektrisch aktive Region, welche den distalen Bereich des Corpus abomasi und das Antrum pylori umfasst. Die elektrisch inaktive Region besitzt keine spontane Schrittmacheraktivität, während in der gesamten elektrisch aktiven Region „slow waves“ vorkommen (RUCKEBUSCH, 1970; SARNA, 1989).

## SCHRIFTUM

Diese Einteilung des Labmagens geht mit der motorischen Funktion der einzelnen Abschnitte einher. Der Fundus abomasi und der proximale Bereich des Corpus abomasi dient als Magenspeicher. Er wird auch als tonischer Teil des Labmagens bezeichnet. Regelmäßige phasische Kontraktionen, welche den Mageninhalt nach distal treiben und ihn mit gastrischen Sekreten mischen, sind hier nicht erforderlich. Die Kontraktionen, die im Fundusbereich auftreten, sind so genannte tonische Kontraktionen, die über mehrere Minuten anhalten und einen kontinuierlichen Druck auf den Labmageninhalt ausüben. Der distale Bereich des Corpus abomasi und das Antrum pylori dienen als Magenpumpe. Dies ist der phasische Teil des Labmagens. Hier treten im Gegensatz zum Fundus klassische peristaltische Wellen auf, die als ringförmige, zirkuläre Einschnürungen von proximal nach distal weitergeleitet werden und dabei an Geschwindigkeit und Kraft zunehmen (WOLFFRAM, 1996).

### 2.2.2.1 Magenspeicher

Der Magenspeicher wird durch drei Reflexkreise gesteuert, die als rezeptive, adaptive und Feedback-Relaxation bezeichnet werden:

Bei der rezeptiven Relaxation kommt es durch Stimulation von Mechanorezeptoren in der Mundhöhle und im Pharynx während des Kauens und Schluckens zu einer kurzzeitigen Erschlaffung des Magens. Ausgelöst wird dies durch vago-vagale Reflexe. Hierdurch wird der Magen zur Aufnahme eines Bissens vorbereitet. Dieser Reflex spielt sicherlich beim Labmagen eine untergeordnete Rolle, da hier, im Gegensatz zum einhöhligen Magen, die Vormägen davorgeschaltet sind. Wenn der Magen mit Nahrung gefüllt wird, werden Spannungsrezeptoren in der Magenwand erregt, die über gastro-gastrische Reflexe zur adaptiven Relaxation führen. Hierdurch wird eine ausreichende Verweildauer des Mageninhalts im Magen gewährleistet. Gastrin unterstützt diese Relaxation. Die Feedback-Relaxation wird durch Nährstoffe aus dem Duodenum ausgelöst. Damit soll erreicht werden, dass die Magenentleerung an die Verdauungs- und Resorptionsvorgänge des Duodenums angepasst wird. Die Hemmung der Magenentleerung erfolgt über entero-gastrische Reflexe sowie über die Freisetzung intestinaler Hormone, wie zum Beispiel Cholecystinin (EHRLEIN, 2000; WOLFFRAM, 1996).

### 2.2.2.2 Magenpumpe

Das charakteristische an der Magenpumpe sind peristaltische Wellen. Sie gehen von der Mitte des Corpus abomasi aus und laufen zum Pylorus hin. Den peristaltischen Wellen liegen elektrische Wellen der glatten Muskulatur zugrunde. Die als Schrittmacherpotentiale oder als „slow waves“ bezeichneten elektrischen Wellen beginnen in der Mitte des Corpus abomasi und breiten sich von Muskelzelle zu Muskelzelle nach distal aus (RUCKEBUSCH, 1970; SARNA, 1989; WOLFFRAM, 1996).

Die Frequenz dieser Schrittmacherpotentiale ist tierartlich verschieden:

Beim Schaf konnten am Antrum pylori, abhängig vom Untersucher, eine Frequenz von  $5,6 \pm 0,3$  (RUCKEBUSCH u. BUENO, 1977),  $6,06 \pm 0,3$  (BOLTON et al., 1976),  $6,5 \pm 0,8$  (RUCKEBUSCH, 1977; RUCKEBUSCH u. PAIRET, 1984) oder etwa 7 (RUCKEBUSCH, 1970) „slow waves“ pro Minute gemessen werden. 60 % dieser „slow waves“ wurden von Potentialsalven überlagert (RUCKEBUSCH und BUENO, 1977). BOLTON et al. (1976) fanden einen variablen Prozentsatz von „slow waves“, die von Potentialsalven überlagert wurden. Beim Kalb wurden 3 bis 4 „slow waves“ am Antrum pylori nachgewiesen (BELL u. GRIVEL, 1975). Bei der Kuh wurden am Corpus abomasi  $5,4 \pm 0,7$  und am Pylorus abomasi  $3,7 \pm 0,2$  „slow waves“ festgestellt (KUIPER u. BREUKINK, 1988). OOMS und OYAERT (1978) konnten bei der Kuh am Antrum pylori eine durchschnittliche Frequenz von 3,33 „slow waves“ pro Minute feststellen; 81,1 % dieser „slow waves“ wurden von Potentialsalven überlagert.

Die Schrittmacherpotentiale bestimmen die maximale Frequenz und die Ausbreitungsgeschwindigkeit der peristaltischen Wellen. Die „slow waves“ selbst bewirken jedoch keine Kontraktionen; sie sind immer vorhanden, auch wenn am Magen peristaltische Wellen fehlen. Kontraktionen treten erst ein, wenn ACh durch anregende Reflexe freigesetzt wird. ACh öffnet während des Maximums der langsamen Wellen Kalziumkanäle, so dass ein Kalzium-Einstrom in die glatten Muskelzellen eintritt. Der Kalzium-Einstrom löst die elektromechanische Kopplung aus. Er ist zugleich mit der Bildung von Potentialsalven verbunden (BELL u. GRIVEL, 1975; EHRLEIN, 2000; RUCKEBUSCH, 1970). Die Freisetzung von ACh und somit die Stimulation der

## SCHRIFTUM

Magenmotorik erfolgt über gastrische Reflexe. Sie werden durch Dehnungsrezeptoren der Magenwand ausgelöst.

Die peristaltischen Wellen sind im Bereich des Corpus abomasi schwach. Wenn die peristaltischen Wellen das Antrum pylori erreichen, werden die Kontraktionen kräftiger (EHRLEIN, 2000).

### 2.2.2.3 Magenentleerung

Bei der Entleerung des Antrum pylori werden drei Phasen unterschieden:

1. Eine Phase des Vorschubs.
2. Eine Phase der Entleerung und Durchmischung.
3. Eine Phase der Rücktreibung und Zerkleinerung.

Während der Phase des Vorschubs wird der Mageninhalt durch peristaltische Wellen vom proximalen, kontrahierten Antrum in das distale, erschlaffte Antrum transportiert. Wenn die peristaltische Welle über die Mitte des Antrums läuft, öffnet sich der Pylorus, so dass flüssige Bestandteile in den Darm geschwemmt werden, wohingegen festere Bestandteile durch den zentralen Schnürring in das proximale Antrum zurückgetrieben werden (Phase der Entleerung und Durchmischung). In der dritten Phase kommt es durch Kontraktion des terminalen Antrums und des Pylorus zu einem düsenartigen Rückstrom des Mageninhalt, der die Durchmischung und Zerkleinerung von Partikeln bewirkt (EHRLEIN, 2000).

Eine Zunahme der Potentialsalven am Labmagen steht in Verbindung mit einer Zunahme der Labmagenentleerung (BELL u. GRIVEL, 1975; BELL u. WATSON, 1976; BOLTON et al., 1976). VLAMINCK et al. (1984) fanden hingegen keine Korrelation zwischen myoelektrischer Aktivität und Labmagenentleerung.

Beim Schaf entleeren sich 2,1 bis 9,2 ml Mageninhalt pro Erguss in das Duodenum. Die Menge ist primär abhängig von der Stärke der Kontraktionen am Antrum pylori, aber auch von der Viskosität des Mageninhalt (MALBERT u. RUCKEBUSCH, 1988). BOLTON et al. (1976) hatten bei drei Schafen eine Entleerungsrate von 12,61

± 1,38 ml Mageninhalt je Minute ermittelt. Sie stellten auch fest, dass eine intraabomasale Infusion von 50 ml einer 300 mM Lösung von Essig-, Propion- oder Buttersäure eine Abnahme der elektrischen Aktivität und somit eine Abnahme der Entleerungsrate bewirkt. Dieser Befund wird insbesondere im Hinblick auf die Pathogenese der Labmagenverlagerung diskutiert.

BELL und GRIVEL (1974) stellten am Milchkalb fest, dass die Magenentleerung durch den Speicher, die Tiefe der Antrumwellen, die Öffnung des Pylorus und die Art der Duodenalmotorik beeinflusst wird:

Eine lang anhaltende Relaxion des Speichers und eine flache peristaltische Welle des Labmagenkörpers bedingen eine verzögerte Magenentleerung, während eine tonische Kontraktion des Speichers und eine tiefere peristaltische Welle des Labmagenkörpers zu einer beschleunigten Magenentleerung beitragen (BELL u. GRIVEL, 1975).

Eine kräftige peristaltische Welle des Antrums, die mit einer tiefen Einschnürung verbunden ist, bewirkt in der Entleerungsphase einen vermehrten Vorschub und Fluß von Mageninhalt durch den Pylorus, während bei einer geringen Einschnürtiefe der Antrumwelle der Vorschub verringert und der Rückfluß verstärkt wird (EHRLEIN, 2000).

In der Entleerungsphase öffnet sich der Pylorus aufgrund von Tonusänderungen unterschiedlich weit. Dadurch wird der Widerstand des Magenausgangs und infolgedessen der transpylorische Fluß beeinflusst. Eine rezeptive Erschlaffung des Bulbus duodeni verringert den Widerstand, der vom Darm ausgeht, während ein enges Duodenum den Widerstand erhöht.

Peristaltische Wellen des Duodenums, die den Inhalt schnell nach aboral weitertransportieren, begünstigen ebenfalls die Magenentleerung, während segmentierende Kontraktionen den Widerstand des Duodenums erhöhen und den transpylorischen Fluß hemmen (EHRLEIN, 2000).

Die Magenmotilität kann durch Hormone oder Pharmaka stimuliert werden. Eine Zunahme der Magenentleerung tritt aber nur ein, wenn das Zusammenspiel zwischen

## SCHRIFTUM

Speicher, Pumpe und Duodenalmotorik erhalten bleibt. Durch Verabreichung von ACh oder Parasympathomimetika ist dies nicht gegeben. Als ein wirksames Stimulans der Magenentleerung hat sich Erythromycin erwiesen, das über Motilinrezeptoren die Magenkontraktionen verstärkt (HUHN et al., 1998). Die Labmagenentleerung wird durch Infusion von 100 mM Essigsäure, Propionsäure und Buttersäure, 50 mM HCl und 0,56 M Glukose gehemmt. Ebenso verringert sich die Labmagenmotilität durch diese Infusionen. Bei Schafen wird die Labmagenentleerung und –motilität durch Erhöhung der Konzentration an flüchtigen Fettsäuren im Duodenum auf das anderthalbfache der normalen Konzentration gehemmt (GREGORY u. MILLER, 1989).

### **2.2.3 Motilität des Dünndarmes**

#### 2.2.3.1 Digestive Motilität

An den glatten Muskelzellen des Dünndarmes treten – wie am Labmagen – elektrische langsame Wellen auf, die über die gap junctions der Muskelzellen in distaler Richtung weitergeleitet werden. Die Frequenz der langsamen Wellen nimmt vom Duodenum bis zum Ileum stufenweise ab; von 15 bis 18/min am Duodenum auf 10 bis 13/min am Ileum (RUCKEBUSCH, 1977). Die Schrittmacherpotentiale bestimmen, ähnlich wie am Magen, die maximale Frequenz der Darmkontraktionen (RUCKEBUSCH, 1977). Die Länge der Frequenzplateaus bestimmt zusätzlich die Länge der peristaltischen Wellen, während der Widerstand der Erregungsausbreitung die Geschwindigkeit der peristaltischen Wellen beeinflusst. Daher sind die peristaltischen Wellen am proximalen Darm schnell und lang und werden distal fortschreitend langsamer und kürzer. Durch diese Grundeigenschaften der elektrischen Aktivität wird der Transport des Darminhaltes in distaler Richtung in dem Maße verlangsamt, wie das Volumen des Darminhaltes durch Resorption von Nährstoffen und Wasser abnimmt (EHRLEIN, 2000).

Am Dünndarm lassen sich physiologischerweise verschiedene Kontraktionsformen unterscheiden (GRIVEL u. RUCKEBUSCH, 1972; EHRLEIN u. SCHEMANN, 1987):

1. Nichtpropulsive Kontraktionsformen, bestehend aus
  - stationären Einzelkontraktionen
  - stationären Kontraktionsgruppen
2. Propulsive Kontraktionsformen, bestehend aus
  - wandernden Kontraktionsgruppen
  - wandernde Aktivitätsfront der interdigestiven Motorik
  - aboral und oral fortschreitenden Kontraktionswellen
  - aboral und oral wandernde Riesenkontraktionen

Nichtpropulsive Kontraktionsformen haben eine mischende Funktion. Die fortschreitenden Kontraktionsformen bewirken neben der Durchmischung des Darminhaltes zugleich einen langsamen Weitertransport.

Stationäre Einzelkontraktionen schnüren das Darmlumen lokal ein, verschieben dabei den Darminhalt in orale und aborale Richtung und teilen den Darminhalt kurzzeitig in einzelne Segmente. Sie dienen der Durchmischung des Darminhaltes. Kontraktionsgruppen sind mehrere aufeinanderfolgende kurze Kontraktionen. Sie bestehen aus peristaltischen Wellen, die den Darminhalt einige Zentimeter nach aboral schieben und ihn bei Erschlaffung wieder zurückfließen lassen. Dadurch wird der Darminhalt ebenfalls kräftig durchmischt. Wenn die kurzen peristaltischen Wellen nacheinander an der gleichen Stelle des Darmes auftreten, ist die Kontraktionsgruppe stationär. Wenn sie dagegen jeweils einige Millimeter weiter aboral beginnen und enden, wandert die Kontraktionsgruppe langsam nach aboral weiter. Kontraktionsgruppen wandern meist nur über ein kurzes Darmsegment.

Die wandernde Aktionsfront (Phase III) ist das charakteristische Kontraktionsmuster der interdigestiven Motorik (s. u.). Sie besteht, ähnlich wie die Kontraktionsgruppen, aus peristaltischen Wellen, die jedoch über ein längeres Darmsegment laufen. Riesenkontraktionen zeichnen sich durch eine große Amplitude und eine lange Kontraktionsdauer aus. Sie schnüren das Darmlumen vollständig ab und schreiten langsam in aboraler Richtung weiter. Hierdurch schieben sie den Darminhalt vor sich her und reinigen das betreffende Darmsegment sehr gründlich von Inhalt. Sie wurden bisher nur beim Hund am Ileum beobachtet.

## SCHRIFTUM

### 2.2.3.2 Interdigestive Motorik

Bei Omnivoren und Carnivoren kann die pro Tag erforderliche Nahrungsmenge in etwa 12 Stunden verdaut und resorbiert werden, so dass Magen und Dünndarm in der restlichen Zeit weitgehend leer sind. Dieser Zeitraum wird als interdigestive Periode bezeichnet. In dieser Zeit zeigt der Magen-Darm-Kanal jedoch keine motorische Ruhe, sondern rhythmisch wiederkehrende Aktivitätszyklen. Sie werden als interdigestive Motorik bezeichnet. Bei vielen monogastrischen Pflanzenfressern sowie bei Wiederkäuern bleiben Magen und Dünndarm immer gefüllt, so dass bei diesen Tieren keine deutliche Trennung zwischen einer digestiven und einer interdigestiven Periode möglich ist. Dennoch treten auch bei diesen Tieren die typischen Kontraktionsmuster der interdigestiven Motorik auf (EHRLEIN, 2000).

Die interdigestive Motorik besteht aus drei Phasen, die als Phase I, Phase II und Phase III bezeichnet werden. Diese drei Phasen bilden zusammen einen myoelektrischen Komplex, der entlang des Magen-Darm-Kanals wandert (MMC – Migrating Myoelectric Complex). Die Phase I (NSA – non spiking activity) ist eine Phase der motorischen Ruhe. Hier findet keine elektrische Entladung statt, und es wird kein Darminhalt weitertransportiert. In der Phase II (ISA – irregular spiking activity) kommt es zur Entladung unregelmäßig verteilter Potentialsalven, und es treten somit am Darm Kontraktionen in unregelmäßiger Folge auf. Während dieser Phase mischen Kontraktionen den Darminhalt und transportieren ihn aboral weiter. Während der Phase III (RSA – regular spiking activity) werden regelmäßige Serien elektrischer Entladungen gemessen, die sich fortbewegen. Diese Potentiale sind jeweils mit intensiven Kontraktionen der Ringmuskulatur verbunden. Diese schnüren das Darmlumen vollständig ein und hindern den Darminhalt am Rückfluß. Der Darminhalt wird aboral weitertransportiert (BUENO et al., 1975; BUENO et al., 1979; CODE u. MARLETT, 1975; OOMS u. OYAERT, 1978; RUCKEBUSCH, 1975; RUCKEBUSCH, 1977; RUCKEBUSCH u. BUENO, 1977, SZURSZEWSKI, 1969; VANTRAPPEN et al., 1981).

Bei den Omnivoren und Carnivoren kehren diese drei Phasen zyklisch wieder (GRIVEL u. RUCKEBUSCH, 1972; SZURSZEWSKI, 1969). Alle 90 bis 120 Minuten wandert ein myoelektrischer Komplex den Dünndarm entlang, beim Schaf ebenso wie

beim Hund, also unabhängig von der Darmlänge. In 24 Stunden werden somit etwa 18 Komplexe registriert (RUCKEBUSCH, 1977). Auf ihrem Weg entlang des Dünndarms verringert sich die Geschwindigkeit der Kontraktionen, und bei Herbivoren nimmt zugleich die Dauer der Aktivität zu. Die meisten Kontraktionen erreichen das terminale Ileum, unabhängig von der Darmlänge, 1,5 bis 2 Stunden später. Somit steht die Geschwindigkeit der Fortpflanzung dieser Kontraktionen in direktem proportionalen Zusammenhang zur Darmlänge (GRIVEL u. RUCKEBUSCH, 1972).

Die Phase III hat die größte Bedeutung. Sie beginnt bei den Omnivoren und Carnivoren gleichzeitig am Magen und Duodenum. Am Magen treten im Abstand von 2 bis 3 Minuten 1 bis 2 kräftige Kontraktionen des Magenspeichers und kräftige peristaltische Wellen auf. Der Pylorus öffnet sich dabei weit, und der Bulbus duodeni erschlafft, d. h., es ist eine ausgeprägte antroduodenale Koordination (s. u.) vorhanden. Hierdurch pressen die Magenkontraktionen, im Gegensatz zur digestiven Periode, Nahrungs- und Sekretreste oder unverdauliche Nahrungspartikel in den Darm. Der Magen wird somit von Inhalt befreit und gereinigt. Am Darm besteht die Phase III aus peristaltischen Wellen, die an einem Darmsegment in der maximalen Frequenz auftreten und Reste des Darminhaltes sowie Sekrete in distaler Richtung weiter transportieren (EHRLEIN, 2000).

Der MMC im Darm von Schafen beginnt im proximalen Duodenum und bewegt sich zum Jejunum hin fort. Die Häufigkeit des Auftretens und die Dauer des MMC ist ebenso wie die Dauer der einzelnen Phasen unterschiedlich. Bei Schafen, die mit Heu gefüttert wurden, kamen durchschnittlich 15 bis 20 MMC/Tag vor (BUENO et al., 1975; GRIVEL u. RUCKEBUSCH, 1972), wobei ein MMC 110 bis 150 Minuten, die Phase I (NSA) 5 bis 20 Minuten, die Phase II (ISA) 105 bis 130 Minuten und die Phase III (RSA) 2 bis 3 Minuten dauerte (MALBERT u. RUCKEBUSCH, 1988). Beim Rind dauert Phase I im Schnitt 6,37 Minuten (1-12 Minuten), Phase II im Schnitt 53,96 Minuten (20-91 Minuten) und Phase III im Schnitt 2,7 Minuten (0,6-4 Minuten) (OOMS u. OYAERT, 1978).

Die Phase III wandert vom Duodenum langsam über den gesamten Dünndarm bis zum Ileum. Die aborale Wanderung der Phase III zeichnet sich dadurch aus, dass - ähnlich wie dies bei den Kontraktionsgruppen der Fall ist - sich die Erregung des

## SCHRIFTUM

Darmsegmentes langsam nach aboral verschiebt und hierdurch die aufeinanderfolgenden peristaltischen Wellen jeweils einige Millimeter weiter aboral beginnen und enden. Die Phase III schiebt auf diese Weise Darminhalt- und Sekretreste vor sich her und reinigt somit Magen und Dünndarm (RUCKEBUSCH, 1977). Die eigentliche Fortbewegung des Darminhaltes findet im Wesentlichen gegen Ende der Phase II statt (RUCKEBUSCH, 1977). Während der Phase II, kurz vor Beginn der Phase III, kann ein Minuten-Rhythmus beobachtet werden. Er steht mit dem Transport von Flüssigkeiten im Zusammenhang (FLECKENSTEIN et al., 1982). Die Reinigungswirkung der Phase III wird durch eine vermehrte Magen-, Pankreas- und Gallensekretion unterstützt, die kurz vor Beginn der Phase III eintritt (EHRLEIN, 2000).

Bei Wiederkäuern, deren Labmagen nicht leer wird, gibt es die kräftigen Magenkontraktionen der Phase III nicht. Am Dünndarm tritt jedoch die Phase III in gleicher Weise wie bei monogastrischen Tieren auf, trotz anhaltender digestiver Periode. Wenn bei Wiederkäuern eine Phase III am Duodenum beginnt, kommt es am Labmagen zu einer kurzzeitigen Hemmung (2 bis 10 Minuten) der Motilität (GREGORY et al., 1984; KUIPER et al., 1986; PLAZA et al., 1996; RUCKEBUSCH, 1975).

Bei Schafen und bei ad libitum gefütterten Schweinen werden etwa konstant 400 ml Darminhalt pro Stunde transportiert. Bei Hunden variiert die Menge stark. Sie liegt zwischen 100 ml in der Hungerperiode und 300 ml unmittelbar nach einer Mahlzeit (RUCKEBUSCH, 1975).

Nach operativen Eingriffen in der Bauchhöhle bleibt die Phase III in Abhängigkeit des Schweregrades über einige Stunden oder Tage aus. Das Wiederauftreten der Phase III ist postoperativ ein Anzeichen dafür, dass sich die Magen-Darm-Funktionen wieder normalisiert haben (EHRLEIN, 2000).

### **2.2.4 Antroduodenale Koordination**

Zwischen der Labmagen- und Duodenalmotorik besteht eine enge Beziehung (BOLTON et al., 1976), die als antroduodenale Koordination bezeichnet wird (BORTOFF u. WEG, 1965). BEDI und CODE (1972) vermuteten, dass neurale und muskuläre

Elemente in der Wand der Magen-Darm-Verbindung für diese Koordination verantwortlich seien. Da der Pylorus als elektrischer Isolator wirkt, enden die elektrischen und somit auch die peristaltischen Wellen des Magens am Pylorus (RUCKEBUSCH u. BUENO, 1977). Die antroduodenale Koordination besteht einerseits darin, dass Duodenalkontraktionen während der Entleerungsphase des Labmagens gehemmt werden (RUCKEBUSCH u. BUENO, 1977) und andererseits darin, dass bei regelmäßiger Aktivität des Duodenum die Aktivität des Labmagens gehemmt und somit die Entleerung verzögert wird (KUIPER et al., 1986; RUCKEBUSCH, 1975). Das Vorkommen einer regelmäßigen Aktivität an der antroduodenalen Verbindung hemmt etwa 18 bis 20 mal am Tag die elektrische Aktivität am Labmagen (RUCKEBUSCH u. BUENO, 1977). Darüber hinaus wird der entleerte Mageninhalt bereits während der Kontraktionen des terminalen Antrums und des Pylorus durch eine peristaltische Welle des Duodenum aboral weitertransportiert. Aufgrund der höheren Frequenz der Duodenalkontraktionen kann sich das Duodenum zwei- bis dreimal während einer Antrumwelle kontrahieren und wie ein Förderband den entleerten Mageninhalt weitertransportieren (EHRLEIN, 2000). Der Bulbus duodeni besitzt eine Reservoirfunktion. Er wird vor der Phase III der interdigestiven Motorik entleert. Die Anzahl der Phasen III steht in einem festen Verhältnis zum Volumen der Mahlzeiten (RUCKEBUSCH u. PAIRET, 1984).

### **2.3 Steuerung der gastrointestinalen Funktion**

Die Motorik von Magen und Darm wird neural und hormonell gesteuert. Die dafür verantwortlichen neuralen Strukturen befinden sich in verschiedenen Ebenen des Nervensystems. In Magen und Darm ist dafür überwiegend das wandständige (intramurale, intrinsische) Nervensystem verantwortlich. Es ist weitgehend unabhängig vom zentralen Nervensystem, weswegen es auch als enterisches Nervensystem (ENS) bezeichnet wird. Das ENS wird gemäß den Bedürfnissen des Gesamtorganismus sowohl vom sympathischen als auch vom parasympathischen Anteil des vegetativen Nervensystems (extrinsisch) mitgesteuert (BÖHME, 1992; COSTA et al., 1987; PFANNKUCHE et al., 2002; SCHEMANN et al., 2001; SCHNORR, 1982; WOOD, 1987).

## SCHRIFTUM

Fast alle Organe oder Organsysteme werden von beiden Teilen des vegetativen Nervensystems innerviert und von ihnen meist funktionell gegensinnig beeinflusst. Das Zusammenspiel von sympathischer und parasympathischer Innervation ermöglicht dadurch die Regulation von Organfunktionen. Im Magen-Darmtrakt bewirkt der Parasympathikus eine Steigerung der Motilität über muskarinerge Acetylcholinrezeptoren. Acetylcholin dient als Transmitter. Der Sympathikus ist der Gegenspieler und bewirkt eine Abnahme der Motilität über  $\alpha$ - und  $\beta_2$ -Adrenozeptoren. Hierbei dient Noradrenalin als Transmitter (LÖSCHER, 1994; PFANNKUCHE et al., 2002; SCHEMANN et al., 2001; WOOD, 1987).

### **2.3.1 Intrinsische Innervation**

Das ENS liegt zwischen Längs- und Ringmuskulatur (Plexus myentericus) sowie zwischen Ringmuskulatur und Submucosa (Plexus submucosus) und besteht aus einem neuronalen Netzwerk. Der Plexus myentericus besteht neben den Nervenplexus aus Ganglienzellen, von denen sekundär Nerven zur Tunica muscularis, Submucosa und Mukosa ziehen. Die efferenten Fasern des Plexus myentericus enden an den glatten Muskelzellen der Längs- und Ringmuskulatur und beeinflussen den Muskeltonus und den Rhythmus der Kontraktionen. Der Plexus submucosus steuert vorwiegend die sekretorische Funktion der Epithelzellen. Afferente Fasern beider Plexus leiten sensorische Impulse von Mechano- und Nozizeptoren zum ZNS. Längs- und Ringmuskulatur von Magen und Dünndarm sind dicht innerviert von Neuronen, die unterschiedliche Amine, Peptide und andere Stoffe enthalten. Diese regeln als neuroaktive Stoffe im Zusammenspiel die Tätigkeit von Magen und Dünndarm. Hierbei sind sie als Neurotransmitter, Neuromodulatoren oder Hormone tätig. Neurotransmitter sind Substanzen, die an den Synapsen des Nervengewebes den Nervenimpuls auf chemischem Wege an die nächste Nervenzelle oder an die motorische Endplatte weitergeben. Neurone können einen oder mehrere Neurotransmitter freisetzen. Neurone können somit anregend (exzitatorisch) oder hemmend (inhibitorisch) wirken. Neuromodulatoren können Synthese, Speicherung, Freisetzung, Stoffwechsel, Wirkung und Umfeld von Neurotransmittern beeinflussen. Die hormonelle Regelung erfolgt endokrin (Wirkung nach Abgabe in die Blutbahn) oder parakrin (unmittelbare Wirkung). Hierzu zählen unter anderem Acetylcholin (ACh), Vasoakti-

ves Intestinales Polypeptid (VIP) und Substanz P. Aufsteigende cholinerge, exzitatorische und absteigende nitroserge, inhibitorische Neurone innervieren die Ringmuskulatur. Die Längsmuskelschicht wird von aufsteigenden und absteigenden exzitatorischen cholinergen Neuronen innerviert. Die inhibitorische Innervation des Labmagens ist weniger ausgeprägt als bei Monogastriern (BÖHME, 1992; COSTA et al., 1987; DOCKRAY, 1987; GEISHAUSER, 1995; PFANNKUCHE et al., 2002; SCHNORR, 1982; WOOD, 1987).

Das ENS bewältigt eine Vielzahl von Aufgaben. Es regelt neben der Motorik auch Sekretion, Durchblutung und Immunvorgänge des Labmagens. Die Abstimmung dieser Tätigkeiten aufeinander erfordert ein hohes Maß an neuronaler Integration. In Labmagen und Darm kommen drei ihrer Aufgabe nach unterschiedliche Nervenzelltypen vor: 1. Sensorische Neurone, die Informationen von Chemo- und Mechanorezeptoren innerhalb des ENS oder an das ZNS weiterleiten; 2. Interneurone, die über Synapsen im Nervengeflecht verschaltet sind; sie verarbeiten Informationen von ENS oder ZNS und bestimmen die darauffolgenden Reflexe; 3. Motoneurone, deren Tätigkeit von Interneuronen aufeinander abgestimmt wird; sie haben selbst anregende oder hemmende Wirkung auf die peripheren Erfolgsorgane (GEISHAUSER, 1995).

### **2.3.2 Extrinsische Innervation**

Der Labmagen wird sympathisch von den Bauchgeflechten (Plexus gastrici) versorgt. Plexus gastrici sind Nervenäste aus dem Bauchhöhlengeflecht (Ganglion coeliacum, Plexus coeliacus). Die parasympathische Versorgung des Labmagens erfolgt durch den Nervus vagus. Der mit seinen efferenten Fasern für die motorischen Vorgänge des Magens verantwortliche Nervus vagus erreicht als Truncus vagalis dorsalis und ventralis die Bauchhöhle und verzweigt sich dort in weitere Nebenäste, die die einzelnen Bauchhöhlenorgane unterschiedlich innervieren. Der Labmagen wird sowohl von Ästen des Truncus vagalis dorsalis als auch des Truncus vagalis ventralis innerviert. Die motorische Vormagentätigkeit wird reflektorisch durch Reize des Mageninhaltes gesteuert, die über afferente Vagusfasern dem motorischen Zentrum in der Medulla oblongata zugeleitet werden. In bestimmten Abschnitten der Magenwand sind afferente Nervenendigungen in Form von Mechano- und Chemorezeptoren vorhanden (BÖHME, 1992; SCHNORR, 1982).

## SCHRIFTUM

Der Nervus vagus innerviert sowohl Neurone, die anregend, als auch Neurone, die hemmend auf die Bewegungsvorgänge des Magens wirken. Die anregende Wirkung besteht einerseits in der Erhöhung des Mageninnendruckes und andererseits in der Auslösung von Kontraktionen im distalen Labmagen. Eine Bahn des Nervus vagus, welche die Bewegungsvorgänge im Labmagen anregt, besteht aus präganglionären cholinergen Fasern, die mit cholinergen Neuronen im Plexus myentericus Synapsen bilden und Labmagenmuskel zur Kontraktion bringen. Als Neurotransmitter dient hierbei Azetylcholin (ACh), weswegen die Fasern als cholinerg bezeichnet werden. Die hemmende Wirkung des Nervus vagus besteht in einer Entspannung der Labmagenwand. Hierbei kommt es durch den Nervus vagus zur Freisetzung von Neurotransmittern aus postganglionären Neuronen des ENS. Diese Neurotransmitter sind nicht adrenerg und nicht cholinerg (nicht-adrenerg-nicht-cholinerg = NANC). VIP und NO (Stickstoffmonoxid) stellen unter anderem diese Transmitter dar (GEISHAUSER, 1995).

### **2.3.3 Steuerung der digestiven Darmmotilität**

Die Kontraktionsformen des Dünndarmes werden durch das enterische Nervensystem in Verbindung mit den elektrischen langsamen Wellen der glatten Muskulatur gesteuert. Das enterische Nervensystem des Darmes übt eine hemmende Wirkung auf die Motorik aus, indem NO und VIP als hemmende Überträgerstoffe freigesetzt werden. Hierdurch bleiben die langsamen Wellen der glatten Muskelzellen unter-schwellig, und potentialabhängige Kalziumkanäle bleiben geschlossen. Kontraktionen treten erst ein, wenn die neurale Bremse gelöst wird und somit einzelne Darm-segmente erregbar werden. Diese Erregung des Darmes kann räumlich und zeitlich unterschiedlich erfolgen und hierdurch die verschiedenen Kontraktionsformen (s. o.) herbeiführen. Der peristaltische Reflex stellt dabei den grundlegenden Schaltkreis des enterischen Nervensystems dar. Die Schaltkreise des peristaltischen Reflexes sind entlang des Darmes wie Perlen einer Perlenkette aneinandergereiht und durch Interneurone miteinander verbunden. Bei der Erregung einzelner Darmbereiche werden die Schaltkreise des peristaltischen Reflexes aktiviert. Hierdurch wird die Wirkung der Hemmneurone aufgehoben und somit die Bremse gelöst. Durch Freisetzung von ACh werden in Verbindung mit langsamen Wellen der glatten Muskulatur

potentialabhängige Kalziumkanäle geöffnet. Der Kalzium-Einstrom wiederum löst die elektromechanische Kopplung aus und ist mit der Bildung von Potentialsalven verbunden. Durch Feedback-Regulation des Darmes werden nicht nur Magenentleerung, sondern auch Motorik und Transport des Darminhaltes im proximalen Duodenum gesteuert (EHRLEIN, 2000).

### **2.3.4 Steuerung der interdigestiven Darmmotilität**

Der MMC wird vom enterischen Nervensystem rhythmisch erzeugt (VANTRAPPEN et al., 1981). Extrinsische und intrinsische neurale Einflüsse unterstützen dies (BUENO et al., 1979). Vor allem der Nervus vagus spielt hier eine besondere Rolle (GREGORY et al., 1984). Durch die Nahrungsaufnahme wird im Gastrointestinaltrakt ein Stimulanz gebildet, welches die Bildung der Phase III unterdrückt (VANTRAPPEN et al., 1981). Diese Hemmung ist bei Wiederkäuern unvollständig. Die Nahrungsaufnahme hat beim Schaf, beim ad libitum gefütterten Schwein und beim von Milch abgesetzten Kalb keinen Einfluß auf die motorischen Vorgänge am Dünndarm. Beim Hund werden die myoelektrischen Komplexe jedoch durch die Nahrungsaufnahme für die Dauer von 8 bis 12 Stunden durch ein kontinuierliches Aktivitätsmuster ersetzt (BUENO et al., 1975; CODE u. MARLETT, 1975; RUCKEBUSCH, 1977). Dasselbe Bild zeigt sich bei Milchkälbern und Milchlämmern (RUCKEBUSCH u. BUENO, 1973) und bei Schafen nach Infusion mit Insulin oder flüchtigen Fettsäuren (BUENO u. RUCKEBUSCH, 1976). An der Unterdrückung der Phase III sind sowohl vago-vagale Reflexe als auch eine große Anzahl von gastrointestinalen Hormonen beteiligt. Das Wiederauftreten der Phase III nach Ende der postprandialen Periode wird durch die Freisetzung von Motilin aus endokrinen Zellen der Duodenalschleimhaut gefördert. Das Hormon Motilin startet und koordiniert die Phase III des MMC. Die zyklische Zunahme des Plasma-Motilin-Spiegels löst die Phase III aus (TANAKA et al., 1989; VANTRAPPEN et al., 1979).

## **2.3.5 Motilitätssteigernde Wirkstoffe**

### 2.3.5.1 Neostigmin

Neostigmin ist ein indirekt wirkendes Parasympathomimetikum. Indirekt wirkende Parasympathomimetika sind Pharmaka, welche durch Hemmung der Acetylcholinesterase zu einem Anstieg der AcetylcholinKonzentration im synaptischen Spalt und damit zu starken und anhaltenden cholinergen Effekten führen. Aufgrund der Art der Hemmung des Enzyms werden reversible und schwer-reversible Hemmstoffe der Acetylcholinesterase unterschieden. Neostigmin ist aufgrund seiner chemischen Struktur ein Carbamathemstoff. Die Acetylcholinesterase wird durch Blockierung der zwei Bindungsstellen für Acetylcholin (anionische und esterophile Bindungsstelle) reversibel gehemmt (LÖSCHER, 1994).

### 2.3.5.2 Carazolol

Carazolol ist ein Adrenolytikum/Adrenozeptorenblocker. Es blockiert  $\beta_1$ - und  $\beta_2$ -Adrenozeptoren. Adrenolytika/Adrenozeptorenblocker werden auch als Sympatholytika bezeichnet. Carazolol wird normalerweise beim Schwein zur Behandlung von tachykarden Rhythmusstörungen (z.B. infolge Verladen, Transport, Umstallen, Deckakt, Geburt) sowie zur Prophylaxe des plötzlichen Herztodes eingesetzt. Durch die Blockade der  $\beta_2$ -Adrenozeptoren kann auch die Wirkung des Sympathikus am Magen-Darmtrakt blockiert werden. Statt einer Hemmung der Motilität (Sympathikus) kann es zu einer Steigerung der Motilität kommen. Dies ist bereits als Nebenwirkung eines weiteren  $\beta_1$ - und  $\beta_2$ -Adrenozeptorenblockers, dem Propranolol (aus der Humanmedizin), bekannt (LÖSCHER, 1994).

### 2.3.5.3 Erythromycin

Erythromycin ist ein Makrolid-Antibiotikum. Makrolide besitzen einen Makrolactonring, der mit einem oder mehreren Aminozykern bzw. neutralen Zuckern verknüpft

ist, die für die antibiotische Wirkung essentiell sind. Erythromycin gehört zur 14-C-Gruppe, es besitzt 14 Kohlenstoffatome im Lactonring. Der Wirkungsmechanismus beruht auf einer Hemmung der Proteinsynthese durch Bindung an die 50-S-Untereinheit der Ribosomen und ist daher vom Wirktyp bakteriostatisch. Erythromycin hat ein gram-positives-Wirkungsspektrum (KROKER, 1994).

HUHN et al. (1998) hatten als zusätzlichen Effekt des Erythromycin-Lactobionat eine Stimulation der Magen-Darmmotilität beobachtet. Sie konnten sowohl nach intravenöser als auch nach intramuskulärer Injektion eine signifikante Steigerung der myoelektrischen Aktivität im Bereich des Corpus und Antrum abomasi und im proximalen Duodenum feststellen. Bereits nach wenigen Minuten kam es zum Wirkungseintritt, die ein bis drei Stunden (je nach Injektionsart und Dosierung) anhielt.

## **2.4 Elektromyographie**

Die Elektromyographie ist ein Verfahren zur Registrierung der elektrischen Aktivität von Muskelfasern. Die elektrische Aktivität der gastrointestinalen Muskulatur besteht grundsätzlich aus zwei Anteilen (RUCKEBUSCH, 1970; SARNA, 1989):

- Langsame Welle (slow wave)
- Potentialsalven (spike potential)

Die langsame Welle besteht aus einer immer wiederkehrenden langsamen Änderung des elektrischen Membranpotentials (rhythmische Spontandepolarisation). Andere Bezeichnungen sind Schrittmacherpotentiale (PP – pacesetter potentials), da sie die maximale Frequenz der Muskelkontraktionen bestimmen (BOLTON et al., 1976; KELLY et al., 1969), basaler elektrischer Rhythmus (BER – basic electrical rhythm), da sie einen elektrischen Grundrhythmus darstellt (BELL u. GRIVEL, 1975), oder elektrische Kontrollaktivität (ECA – electric control activity), da sie die Kontraktionen steuert (KUIPER u. BREUKINK, 1987). Normalerweise liegen die Amplituden dieser Membranpotentialschwankungen unterhalb der Reizschwelle; die glatte Muskulatur kontrahiert sich nicht. Durch neurochemische Stimuli kann nun ein Amplitudenpoten-

## SCHRIFTUM

tial die Reizschwelle überschreiten. Als Folge davon kommt es zu einem Ausbruch von raschen Membranpotentialschwankungen (Potentialsalven), die sich der langsamen Welle in der Depolarisationsphase überlagern. Eine andere Bezeichnung hierfür ist „Aktivität der elektrischen Antworten“ (ERA – electric response activity) (KUIPER u. BREUKINK, 1987). Als Folge kontrahiert sich die glatte Muskulatur (KUIPER u. BREUKINK, 1987; RUCKEBUSCH, 1970; SARNA, 1989). Da unterschiedliche Formen der Kontraktion mit bestimmten Mustern elektrischer Aktivität verbunden sind, kann mit Messungen der elektrischen Ströme die Motilität von Magen und Darm erschlossen werden.

Am Corpus abomasi konnten KUIPER und BREUKINK (1988) fünf Aktivitätsmuster unterscheiden:

1. Eine elektrische Kontrollaktivität (ECA – electric control activity), der meist eine Aktivität der elektrischen Antworten (ERA – electric response activity) folgte. Sie traten am gesamten Corpus abomasi gleichzeitig und mehr oder weniger regelmäßig auf. Die Frequenz lag bei  $5,4 \pm 0,7$  „slow waves“ pro Minute. Sie begannen an der Incisura angularis und pflanzten sich Richtung Pylorus mit zunehmender Geschwindigkeit fort. Am Pylorus lag die Frequenz noch bei  $3,7 \pm 0,2$  „slow waves“ pro Minute. Hier wurden sämtliche „slow waves“ von Potentialsalven überlagert.
2. Ein 5-Minuten-Rhythmus, der sich der ERA-Amplitude überlagerte.
3. Gelegentlich wurden am Corpus abomasi niederfrequente Potentialschwankungen registriert (etwa 20 bis 50 pro Minute).
4. Am Corpus abomasi wurden ferner Perioden relativer Inaktivität beobachtet. Eine kurzfristige Hemmung ergab sich während der Entwicklung der Phase III (RSA - regular spiking activity) der interdigestiven Motorik am Duodenum. Manchmal dauerte diese inaktive Phase am Corpus abomasi mehrere Stunden.
5. Während dieser Inaktivitätsperioden konnte ein Minuten-Rhythmus kleiner Serien von Potentialsalven beobachtet werden.

Bei Kühen mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung zeigte sich nach operativer Behebung dieser Verlagerung eine reduzierte Frequenz der „slow waves“ am Antrum pylori. Zusätzlich kamen eine höhere Anzahl an unregelmäßigen „slow waves“ und

eine höhere Anzahl von „slow waves“ ohne Potentialsalven vor. Am proximalen Duodenum fand sich eine geringere fortlaufende Spike-Aktivität. Zudem kam eine höhere Anzahl an retrograden „slow waves“ vor. Die einzelnen Phasen der interdigestiven Motorik waren verlängert (OOMS et al., 1978; VLAMINCK et al., 1978).

NELSON et al. (1995) beobachteten sechs Stunden vor Auftreten einer linksseitigen Labmagenverlagerung eine signifikante Zunahme in der Anzahl der Potentialsalven und damit einhergehend verkürzte Intervalle zwischen einzelnen Phasen von Potentialsalven. Während der Dauer einer linksseitigen Labmagenverlagerung zeigte sich eine geringe Abnahme (minus 8-12 %) von Potentialsalven am Corpus abomasi und Antrum pylori. Amplitude und Dauer der Potentialsalven änderten sich aber nicht signifikant.

Es zeigte sich nach kraftfutterreicher Fütterung, im Vergleich zur ausschließlichen Fütterung mit Heu, eine deutliche Änderung der myoelektrischen Aktivität von Labmagen und Duodenum. Die Anzahl der MMC, die am Duodenum beginnen, nahm ab. Bei beiden Rationen zeigte sich ein zyklisches Aktivitätsmuster am Pylorus. Alle 15 bis 17 Sekunden passierte eine Aktivitätsfront das Antrum pylori und erreichte den Pylorus. Potentialsalven überlagerten fast alle „slow waves“. Wenn ein MMC am Duodenum begann, fehlten diese Potentialsalven (KUIPER et al., 1986). LESTER und BOLTON (1994) hatten dagegen beobachtet, dass bei kraftfutterreicher Fütterung, gegenüber ausschließlicher Heufütterung, die Frequenz der „slow waves“ und die der Potentialsalven signifikant abnahm. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der „slow waves“ und die Frequenz der Potentialsalven am Duodenum wurden nicht signifikant beeinflusst. Eine plötzliche Futterumstellung von Rauhfutter auf Kraftfutter soll aber alleine keine Änderung in der antroduodenalen myoelektrischen Aktivität bewirken (MADISON et al., 1994)

Wiederkauen beeinflusst nicht die Aktivität des Antrum pylori, aber die des Duodenums. Dagegen erhöht die Futteraufnahme die Aktivität des Antrum pylori und des Duodenums, aber nur innerhalb der ersten Stunde nach der Futteraufnahme (PLAZA et al., 1996).

Die Frequenz des MMC des Duodenums wird nicht durch die Menge des aufgenommenen Futters beeinflusst. Aber die Dauer der Phase II (ISA – irregular spiking

activity), die Amplituden der Labmagenaktivität und die Frequenz der Magenentleerung werden bei Verringerung der Futteraufnahme reduziert. Daraus folgt, dass das Labmagenvolumen, die Labmagenentleerung und die Magen-Darm-Passage linear abhängig sind von der Futteraufnahme (GREGORY et al., 1985).

Bei einer Labmagendilatation kommt es zu einer Abnahme von Frequenz und Amplitudenhöhe der myoelektrischen Aktivität des Duodenums. Am Fundus abomasi und am Antrum pylori verschwinden die Potentialsalven. Nach Behebung der Dilatation kehren die normalen Muster der myoelektrischen Aktivität zurück (KASSEM et al., 1991).

### **2.4.1 Methoden der elektromyographischen Messung**

Zur Messung der myoelektrischen Aktivität werden Elektroden verwendet, die in die Lamina muscularis des Gastrointestinaltraktes implantiert werden. Das Material, aus dem die Elektroden bestehen, kann recht unterschiedlich sein. In der Literatur wurden folgende Materialien beschrieben:

Vor allem kamen Drahtelektroden aus einer Nickel-Chrom-Legierung mit einem Durchmesser von 120 µm zum Einsatz (BRIKAS, 1992; BUENO et al., 1975; BUENO et al., 1979; BUENO u. RUCKEBUSCH, 1976; FLECKENSTEIN et al., 1982; GREGORY et al., 1984; GRIVEL u. RUCKEBUSCH, 1972; KUIPER et al., 1986; KUIPER u. BREUKINK, 1987; MALBERT u. RUCKEBUSCH, 1988; OOMS et al., 1978; OOMS u. OYAERT, 1978; PLAZA et al., 1996; RUCKEBUSCH, 1970; RUCKEBUSCH, 1977; RUCKEBUSCH u. PAIRET, 1984; VLAMINCK et al., 1978). Hierbei handelte sich in der Regel um Bipolarelektroden, deren beide Enden im Abstand von 2 mm implantiert wurden. Des Weiteren wurden rostfreie Stahldrahtelektroden für elektromyographische Messungen mit einem Durchmesser von 28 gauge (0,36 mm) verwendet (HUHN et al., 1998; KASSEM et al., 1991; NELSON, 1995; RUCKEBUSCH u. BUENO, 1977). Auch hierbei handelte es sich in der Regel um Bipolarelektroden, deren beide Enden im Abstand von 2 mm implantiert wurden. Sowohl die Nickelchromdrähte als auch die Stahldrähte sind mit einem nichtleitenden Material isoliert; in der Regel besteht die Isolierung aus Teflon. Nur die abisolierten Enden werden in die Lamina muscularis eingesetzt. Außerdem wurden Silber-Silberchlorid-

Elektroden mit einem Durchmesser von 1 mm verwendet (BEDI u. CODE, 1972; BORTOFF u. WEG, 1965; CODE u. MARLETT, 1975; KELLY et al., 1969; LESTER u. BOLTON, 1994; MADISON et al., 1993; TANAKA et al., 1989). Deren Ende mündete entweder in einer Platte aus Teflon (CODE u. MARLETT, 1975; KELLY et al., 1969; NELSON et al., 1995), Akryl (BEDI u. CODE, 1972) oder Tyrode-Agar (BORTOFF u. WEG, 1965), welche an der Lamina muscularis befestigt wurde. SZURSZEWSKI (1969) benutzte Platinelektroden mit einer Endplatte aus Teflon. Die in der Literatur beschriebenen Meßpunkte liegen an verschiedenen Stellen des Labmagens und des Duodenums. In der Regel wurden mehr als ein Meßpunkt am Labmagen und Duodenum gewählt, damit auch die Ausbreitung der myoelektrischen Aktivität gemessen werden konnte. Die Wahl der Meßpunkte ist abhängig vom Ziel der Untersuchung. Meistens wurden Meßpunkte gewählt, die zwischen 10 cm oral und 10 cm aboral des Pylorus lagen (BELL u. GRIVEL, 1975; LESTER u. BOLTON, 1994; MADISON et al., 1993; MALBERT u. RUCKEBUSCH, 1988; NELSON et al., 1995; PLAZA et al., 1996; RUCKEBUSCH, 1970; RUCKEBUSCH u. BUENO, 1977; VLAMINCK et al., 1984). Aber es wurden auch Meßpunkte außerhalb dieses Bereiches gewählt, vor allem bei schwerpunktmäßiger Untersuchung der Darmmotilität. Zum Aufzeichnen der myoelektrischen Aktivität wurden die Elektroden bisher direkt an ein Aufzeichnungsgerät angeschlossen. Hierbei kamen EEG-Geräte (BUENO et al., 1975; BUENO u. RUCKEBUSCH, 1976; FLECKENSTEIN et al., 1982; OOMS et al., 1978; OOMS u. OYAERT, 1978; PLAZA et al., 1996; RUCKEBUSCH, 1977; RUCKEBUSCH u. BUENO, 1977; VLAMINCK et al., 1978), Schreibpolygraphen (BORTOFF u. WEG, 1965; CODE u. MARLETT, 1975; GREGORY et al., 1984; GRIVEL u. RUCKEBUSCH, 1972; KELLY et al., 1969; KUIPER et al., 1986; KUIPER u. BREUKINK, 1987; MALBERT u. RUCKEBUSCH, 1988; RUCKEBUSCH u. PAIRET, 1984; SZURSZEWSKI, 1969; TANAKA et al., 1989), Physiographen (MADISON et al., 1993), Schreiboszillographen (RUCKEBUSCH, 1970) und neuerdings Personalcomputer (HUHN et al., 1998; KASSEM et al., 1991; NELSON et al., 1995) mit entsprechender Software zum Einsatz. Darüber hinaus stehen inzwischen Systeme zur Verfügung, welche eine Erfassung der elektromyographischen Signale auf telemetrischen Wege erlauben (zum Bsp. von Konigsberg Instruments, Inc., Pasadena, Kalifornien, USA).

## **2.5 Labmagenverlagerung**

### **2.5.1 Vorkommen**

Die Labmagenverlagerung kommt weltweit vor. Vor allem in Regionen mit intensiver Rinderhaltung tritt diese Erkrankung gehäuft auf. Die Laktationsinzidenz liegt zwischen 0,05 und 4,4 % (COPPOCK, 1974; DIEDERICHS, 1996; DIRKSEN, 1962; GEISHAUSER, 1995; HESSELHOLT u. GRYSER, 1979; LOTTHAMMER, 1992; MARKUSFELD, 1986; VARDEN, 1979; WOLF et al., 2001). Die Inzidenz stieg in den letzten Jahren sprunghaft an. In hessischen Tierarztpraxen stieg sie von 1980 bis 1992 von 0,18 % auf 0,6 %. Im Patientengut der Medizinischen und Gerichtlichen Veterinärklinik II in Gießen erhöhte sich der Anteil der Patienten mit Labmagenverlagerung in Bezug auf die Gesamtzahl der Patienten von 1970 bis 1992 von 2,1 % auf 25,6 % (DIEDERICHS, 1996; GEISHAUSER et al., 1996). Im Patientengut der Medizinischen Klinik in Leipzig stieg die Zahl der Kühe mit Labmagenverlagerung im Jahre 1994 auf das 13-fache der Vorjahre an (FÜRLL et al., 1996).

### **2.5.2 Ätiologie**

Über Theorien zu Ätiologie und Pathogenese der Labmagenverlagerung bei Rindern gibt es eine Vielzahl von Veröffentlichungen. Einig ist sich die Mehrheit der Autoren darin, dass es sich um ein multifaktoriell bedingtes Geschehen handelt; eine Störung der Labmagenmotilität sei dabei Voraussetzung für die entstehende Erweiterung und Verlagerung. Bei diesem Geschehen sollen zahlreiche Risikofaktoren eine Rolle spielen, die man in endogene und exogene Faktoren unterteilen kann.

## 2.5.2.1 Endogene Risikofaktoren

### 2.5.2.1.1 Geschlecht

Die Labmagenverlagerung kommt vorwiegend bei weiblichen Rindern vor, aber auch Bullen können eine Labmagenverlagerung entwickeln. Bei Kühen kommt die linksseitige Labmagenverlagerung häufiger vor als die Verlagerung nach rechts (CONSTABLE et al., 1992; DIEDERICHS, 1996; FÜRLL et al., 1996; GEISHAUSER et al., 1992; HESSELHOLT u. GRYSMER, 1979; KARATZIAS, 1992; WOLF et al., 2001), während bei Bullen beide Formen etwa gleich häufig sind (CONSTABLE et al., 1992; DIEDERICHS, 1996).

### 2.5.2.1.2 Rasse

Bei Milchrassen kommt die Labmagenverlagerung häufiger vor als bei Fleischrassen (CONSTABLE et al., 1992). In Hessen wurde eine Labmagenverlagerung vermehrt bei der Rasse Deutsche Schwarzbunte festgestellt (DIEDERICHS, 1996; GEISHAUSER et al., 1996). In Nordamerika bestände für Guernsey-Rinder ein höheres Risiko, an linksseitiger Labmagenverlagerung zu erkranken, als für Holstein-Rinder (CONSTABLE et al., 1992). Die Kühe, die eine Labmagenverlagerung entwickeln, seien größer und schwerer als Kühe ohne Labmagenverlagerung (COPPOCK, 1974). Außerdem sind sie zur Zeit des Partus meist überkonditioniert (FÜRLL et al., 1999).

### 2.5.2.1.3 Alter

Die Labmagenverlagerung kann in jedem Alter vorkommen, also auch bei Kälbern. Das höchste Risiko bestände jedoch bei 4 bis 7 Jahren alten Kühen (CONSTABLE et al., 1992; DIEDERICHS, 1996; DIRKSEN, 1962; KARATZIAS, 1992; MARTIN, 1972; WALLACE, 1975).

## SCHRIFTUM

### 2.5.2.1.4 Leistung

Meist handelt es sich um Kühe mit hoher Milchleistung oder um Tiere, die aus Betrieben mit überdurchschnittlicher Milchleistung stammen (COPPOCK, 1974; DIRKSEN, 1961; DIRKSEN, 1962; LOTTHAMMER, 1992).

### 2.5.2.1.5 Leistungsphase

Die Labmagenverlagerung kommt vor allem in den ersten vier Wochen nach der Kalbung vor. So entfallen 80 % der linksseitigen Labmagenverlagerungen (CONSTABLE et al., 1992; MARKUSFELD, 1986; MARTIN, 1972; MATHER u. DEDRICK, 1966; SALI et al., 1987; VARDEN, 1979; WALLACE, 1975) und 50 bis 70 % der rechtsseitigen Labmagenverlagerungen (CONSTABLE et al., 1992) auf diesen Zeitraum. Die Labmagenverlagerung kann aber auch zu jedem anderen Zeitpunkt der Laktation und Trächtigkeit auftreten (DIRKSEN, 1962).

### 2.5.2.1.6 Genetische / familiäre Einflüsse

Es wird auch eine familiäre Disposition für die linksseitige Labmagenverlagerung vermutet (STÖBER et al., 1974). Die Heritabilität von Labmagenverlagerung für Deutsche Schwarzbunte Rinder in 30 hessischen Zuchtherden wurde auf 24 % (GEISHAUSER et al., 1996) und von Black Holsteins in Ontario/Canada auf 28 % geschätzt (URIBE et al., 1995). Im Schwellenmodell (WOLF et al., 2001) beliefen sich die Heritabilitätsschätzwerte auf  $h^2 = 0,51$  für linksseitige und  $h^2 = 0,19$  für rechtsseitige Labmagenverlagerung bei Deutschen Holstein-Kühen. Damit wird angenommen, dass eine Labmagenverlagerung bei den untersuchten Rassen mittelgradig erblich sei.

### 2.5.2.1.7 Begleiterkrankungen

Es werden viele Begleiterkrankungen im Zusammenhang mit der Labmagenverlagerung beschrieben. Diese können vor der Labmagenverlagerung, zur gleichen Zeit oder im Anschluß an diese auftreten. Hierzu zählen vor allem Erkrankungen der Labmagenwand (Schleimhauterosionen, nichtblutende, blutende und perforierende Labmagenulzera, Ödeme und Degenerationen der Muskulatur sowie Verklebungen der Labmagenwand mit Nachbarorganen) (CONSTABLE et al., 1992; DIRKSEN, 1962; ESPERSEN, 1961; YAMADA, 1982) sowie Stoffwechselstörungen. Hierzu zählt vor allem die Ketose (CONSTABLE et al., 1992; COPPOCK, 1974; DIRKSEN, 1961; DIRKSEN, 1962; ESPERSEN, 1961; LOTTHAMMER, 1992; MARKUSFELD, 1986; MATHER u. DEDRICK, 1966; ROHRBACH et al., 1999; VARDEN, 1979; WALLACE, 1975). Diese kann als primäre Ketose vor der Labmagenverlagerung bereits vorhanden sein (DIRKSEN, 1961; VARDEN, 1979; VÖRÖS u. KARSAI, 1987) oder aber als sekundäre Ketose im Anschluß an eine Labmagenverlagerung auftreten (DIRKSEN, 1961). Die Ketose wird häufiger im Zusammenhang mit einer linksseitigen als einer rechtsseitigen Labmagenverlagerung beobachtet (CONSTABLE et al., 1992). Ketosen sollen aber auch einen Risikofaktor für das Auftreten einer Labmagenverlagerung darstellen (GEISHAUSER et al., 1982). Die Labmagenverlagerung wird auch im Zusammenhang mit dem Fettmobilisationssyndrom beobachtet (DIRKSEN, 1961; FÜRLL et al., 1999; FÜRLL et al., 2000). Zwillingssträchtigkeiten, Nachgeburtverhalten, Metritis und Mastitis können im Zusammenhang mit Labmagenverlagerungen festgestellt werden (CONSTABLE et al., 1992; COPPOCK, 1974; DIRKSEN, 1961; DIRKSEN, 1962; ESPERSEN, 1961; FÜRLL et al., 1999; KARATZIAS, 1992; LOTTHAMMER, 1992; MARKUSFELD, 1986; ROHRBACH et al., 1999; WALLACE, 1975). Färsen mit Schweregeburten oder nach Geburt eines Bullenkalbes sollen häufiger an Labmagenverlagerung erkranken (FÜRLL et al., 1999). Hypokalzämie wird ebenfalls gelegentlich im Zusammenhang mit einer Labmagenverlagerung beobachtet (DIRKSEN, 1961; HUBER et al., 1981; HULL u. WASS, 1973; KARATZIAS, 1992; MARKUSFELD, 1986; MASSEY et al., 1993; VARDEN, 1979; WALLACE, 1975). Die Labmagenmotilität ist abhängig vom Kalziumspiegel im Serum. Es wird angenommen, dass eine Hypokalzämie prädisponierend hinsichtlich der Entstehung einer Labmagenverlagerung wirken kann (DANIEL, 1983; DELGADO-LECAROZ et al., 2000; HULL u. WASS, 1973; MASSEY et al., 1993; POULSEN u.

## SCHRIFTUM

JONES, 1974). Hypokalzämie zum Zeitpunkt der Kalbung sei somit als Risikofaktor für die Entstehung der Labmagenverlagerung anzusehen (MASSEY et al., 1993). GEISHAUSER u. OEKENTORP (1997) sahen dagegen keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Kalziumspiegel und linksseitiger Labmagenverlagerung. Es wird vermutet, dass toxische Erkrankungen das Auftreten von Labmagenverlagerungen fördern können, da Endotoxine die Entleerung des Labmagens beeinträchtigen (VLAMINCK et al., 1985; FÜRLI et al., 2000).

### 2.5.2.2 Exogene Risikofaktoren

#### 2.5.2.2.1 Jahreszeit

Die monatliche Erkrankungsrate an Labmagenverlagerungen zeigt signifikante jahreszeitliche Schwankungen. Diesbezügliche Unterschiede bestehen jedoch von Region zu Region, von Jahr zu Jahr und je nachdem, ob es sich um linksseitige oder rechtsseitige Verlagerungen handelt (CONSTABLE et al., 1992; DIEDERICHS, 1996; DIRKSEN, 1961; DIRKSEN, 1962; KARATZIAS, 1992; MARTIN, 1972; SALI et al., 1987; VARDEN, 1979). In Hessen zeigt sich eine signifikante Häufung der linksseitigen Labmagenverlagerungen von Februar bis Mai mit einer Spitze im April. Im November wurde ebenfalls eine hohe Erkrankungsrate verzeichnet. Von Juli bis September hingegen trat die Erkrankung seltener auf. Rechtsseitige Labmagenverlagerungen kommen übers Jahr gleichmäßiger verteilt vor (DIEDERICHS, 1996).

#### 2.5.2.2.2 Fütterung

Der Fütterung wird eine besondere Bedeutung für das Auftreten der Labmagenverlagerung zugesprochen (DIRKSEN, 1961). Der relativ höhere Anteil rechtsseitiger Labmagenverlagerungen bei Bullen wird damit erklärt, dass der Pansen durch eine konstantere Fütterung gleichmäßiger gefüllt ist und somit eine Barriere für die Verlagerung nach links darstellt (CONSTABLE et al., 1992). Früher wurde das häufigere Auftreten der Labmagenverlagerung zu bestimmten Jahreszeiten (später Winter /

früher Frühling) auch auf Fütterungsfehler während der Stallhaltung zurückgeführt (DIRKSEN, 1961). Die zunehmende Prävalenz der Labmagenverlagerung in Herden mit hoher Milchleistung könnte auch mit der speziellen Fütterung dieser Hochleistungstiere zusammenhängen. Das Risiko, an Labmagenverlagerung zu erkranken, ist für Rinder mit besonders hoher Milchleistung ( $> 30 \text{ l / Tag}$ ) entsprechend hoch, und zwar auch bei korrekter Fütterung (LOTTHAMMER, 1992). Der Einfluß der Fütterung in der Trockenstehperiode auf die Entstehung der Labmagenverlagerung wurde wiederholt untersucht. Plötzliche Futterumstellung zur Vorbereitung der Laktation kurz vor der Kalbung fördert die Entstehung der Labmagenverlagerung (DIRKSEN, 1961). Um eine Labmagenverlagerung zu vermeiden wird empfohlen, dass Kühe in der ersten Hälfte der Trockenstehperiode mäßig gefüttert und in den letzten 3 bis 4 Wochen vor der Kalbung mit steigenden Kraffturrationen angefüttert werden. In den letzten 8 bis 10 Tagen vor der Kalbung sollte die Futterratur derjenigen in der Laktation entsprechen. So sollen alle Kühe denselben Ernährungszustand zum Kalbezeitpunkt besitzen, ohne verfettet zu sein. Die Pansenschleimhaut proliferiert und die Pansenflora stellt sich auf die Futterratur der Laktation ein (DIRKSEN et al., 1992). Denn eine falsche Fütterung in der Trockenstehphase kann eine Reaktionskette auslösen, an deren Ende eine Labmagenverlagerung stehen kann. Postuliert wurden hierbei folgende Zusammenhänge: Verfettung ante partum – Energiedefizit – starker Geburtsstress – gesteigerte Lipolyse mit Leberverfettung – reduzierte Endotoxin-Neutralisation und –Clearance – massive Akute-Phase-Reaktion – Muskelentspannung – Labmagenverlagerung (FÜRLI u. KRÜGER, 1999; FÜRLI et al., 2000). Die Fütterungstechnik, der Zerkleinerungsgrad und das Verhältnis von Rauhfutter zu Krafftutter in der Ration hätten einen Einfluß auf die Entstehung der Labmagenverlagerung. Prädisponierende Faktoren seien Totale Mischration (PEHRSON u. SHAVER, 1992), fein zerkleinertes Grundfutter (OLSON u. STEVENS, 1984) sowie pelletiertes Futter (DAWSON et al., 1992). Auch eine schlechte Rauhfutterqualität (KANE, 1983), niedriger Rohfasergehalt und niedriges Verhältnis ( $< 16\text{-}17\%$ ) von Rohfaser an der Trockenmasse des Futters (GRYMER et al., 1981) sollen das Auftreten von Labmagenverlagerungen begünstigen. Der Gehalt und die Zusammensetzung der Inhaltsstoffe (Protein, Kohlenhydrate und Fett) hätten ebenfalls einen Einfluß auf die Entstehung der Labmagenverlagerung. Nach Aufnahme einer protein- und fettreichen Futterratur wurde ein gehäuftes Auftreten von Labmagenverlagerungen beobachtet (MARKUSFELD, 1977). Krafftutterreiche Rationen spielen eine

## SCHRIFTUM

besondere Rolle beim Auftreten von Labmagenverlagerungen. Es wird angenommen, dass die übermäßige Aufnahme von leicht verdaulichen Kohlenhydraten über einen längeren Zeitraum zur Labmagenverlagerung führen kann (SVENDSEN, 1969). Labmagenverlagerungen werden häufig nach Fütterung von Maissilage bzw. bei hohem Gehalt an Maissilage an der Futterration beobachtet (COPPOCK, 1974), und gleiches gilt nach Aufnahme größerer Menge an Getreide sowie nach Aufnahme von Biertreber (KARATZIAS, 1992). Andererseits wird vermutet, dass eine unzureichende Energieversorgung bei steigender Milchleistung das Auftreten einer Labmagenverlagerung fördert (LOTTHAMMER, 1992).

### 2.5.2.2.3      Haltungsbedingungen

Labmagenverlagerungen werden häufig unter schlechten Haltungsbedingungen beobachtet. KARATZIAS (1992) hat in Griechenland beobachtet, dass zwei Drittel der Kühe mit Labmagenverlagerung in Anbindehaltung gehalten werden.

### 2.5.2.2.4      Mechanische Einflüsse

Ursprünglich wurde vermutet, dass eine Labmagenverlagerung durch mechanische Einflüsse verursacht wird. Während der fortgeschrittenen Trächtigkeit hebt der Uterus den Pansen an und drückt den Labmagen nach kranial und links. Nach der Kalbung sinkt der Pansen wieder ab und soll dabei den Labmagen in verlagelter Position einfangen. Gegen diese Theorie spricht, dass Labmagenverlagerungen auch bei Kälbern und Bullen vorkommen sowie im zweiten und dritten Drittel der Trächtigkeit. Diese und andere mechanische Einflüsse, wie zum Beispiel Schwierigkeiten beim Aufstehen, Niederlegen auf die rechte Seite, Wälzen aus therapeutischen Gründen, Verladen und Transport scheinen insgesamt von geringer Bedeutung in der Pathogenese der Labmagenverlagerung. Diese könnten jedoch zusätzlich zur Verlagerung beitragen (DIRKSEN, 1961).

### 2.5.3 Pathogenese

Als Voraussetzung für die Entstehung einer Labmagenverlagerung gilt die Ansammlung von Gas im Labmagen sowie dessen Dilatation (CONSTABLE et al., 1992; DIRKSEN, 1961; DIRKSEN, 1962; SVENDSEN, 1969; SVENDSEN, 1970). Ursächlich für die Ansammlung des Gases wird eine Hypotonie bzw. Atonie des Labmagens vermutet (DIRKSEN, 1961; DIRKSEN, 1962; SVENDSEN, 1969). Die Ursache hierfür soll in direkten oder indirekten Einflüssen auf das Nervensystem des Labmagens oder direkten Einflüssen auf die Labmagenmuskulatur liegen (DIRKSEN, 1961). Es befindet sich immer etwas Gas im Labmagen. Das Gas sammelt sich in der Kuppel des Fundus, wenn diese über der Psalter-Labmagen-Öffnung liegt. Diese Gasblase sei der Ausgangspunkt für die Labmagenverlagerung. Die Entwicklung der Labmagenverlagerung werde dadurch gefördert, dass die Fundusregion lockerer aufgehängt ist als die Pylorusregion, und diese eine schwächere motorische Aktivität besitzt (DIRKSEN, 1961; DIRKSEN, 1962).

Eine Ursache für die Labmagenatonie kann die Störung der Vormagentätigkeit infolge einer Fremdkörpererkrankung sein (YAMADA, 1982). GEISHAUSER (1995) konnte Störungen der Labmagenmotilität im Zusammenhang mit Labmagenverlagerungen charakterisieren. Diese Motilitätsstörungen werden auf eine Dysfunktion von neuronalen Mediatoren (erhöhte Aktivität von NO-synthetisierender Neurone) zurückgeführt. Dadurch wird vermehrt NO gebildet und aus den Neuronen freigesetzt. Die vermehrte Freisetzung von NO bewirkt eine vermehrte Hemmung der Muskelkontraktion. VLAMINCK et al. (1984) konnten feststellen, dass die Labmagen-Darm-Passage von Ingesta bei Kühen mit Labmagenverlagerung gegenüber gesunden Kühen reduziert ist. Schon NAGEL (1966) konnte bei radiologischen Untersuchungen feststellen, dass die Passage von Kontrastmittel bei Kühen mit Labmagenverlagerung verzögert oder sogar komplett unterbrochen ist. Dabei besteht ein Reflux von Labmageninhalt in den Pansen. Dieser Reflux konnte auch schon vor dem Auftreten einer Labmagenverlagerung beobachtet werden (VÖRÖS u. KARSAI, 1987). Im Vergleich zu gesunden Kühen konnte bei Kühen mit linksseitiger Labmagenverlagerung eine veränderte elektrische Aktivität der Labmagenwand gemessen werden (NELSON et al., 1995). Weiterhin konnten Veränderungen in der elektrischen Aktivität (reduzierte Frequenz der „slow waves“, Zunahme der retrograden Aktivität im proximalen Duo-

## SCHRIFTUM

denum) in der Wand der Pars pylorica abomasi und im proximalen Duodenum bei Kühen nach der operativen Behebung einer rechtsseitigen Labmagenverlagerung beobachtet werden (OOMS et al., 1978; VLAMINCK et al., 1978).

Die Fütterung beeinflusst die motorische Labmagenaktivität und die Bildung von Gas im Labmagen (SVENDSEN, 1969; SVENDSEN, 1970). Nach Aufnahme von leicht verdaulichen Kohlenhydraten ist die Motilität im Vergleich zu einer Heuration ebenso reduziert wie nach intraabomasaler Applikation eines Gemisches aus kurzkettigen Fettsäuren oder nach Applikation von Essig-, Propion- oder Buttersäure (POULSEN, 1973; SVENDSEN, 1969). Daher wird angenommen, dass die Aufnahme einer großen Menge an leicht verdaulichen Kohlenhydraten die Entstehung der Labmagenverlagerung fördert, indem die daraus gebildeten kurzkettigen Fettsäuren die motorische Labmagenaktivität beeinträchtigen (SVENDSEN, 1969).

Der Ursprung der Gasblase im Labmagen bei Kühen mit Labmagenverlagerung ist noch nicht endgültig geklärt. Durch Einblasen von Luft in den Labmagen von Kühen mit linksseitiger Labmagenverlagerung konnten unterschiedliche Grade der Verlagerung hervorgerufen werden, wohingegen das Einblasen von Luft in den Labmagen gesunder Kühe weder Erweiterung noch Verlagerung bewirkte. Daher wird angenommen, dass die Gasansammlung im Labmagen durch eine Störung der Gasentleerung aus dem Labmagen hervorgerufen wird (DIRKSEN, 1971).

Insulin soll ebenfalls bei der Genese der Labmagenverlagerung eine wichtige Rolle spielen. Unabhängig vom Blutzuckerspiegel verursacht das Insulin eine verzögerte Entleerung des Labmagens (MEIRHAEGHE et al., 1988). Eine hohe Konzentration an kurzkettigen Fettsäuren im Blut kann die Ausschüttung von Insulin induzieren, welches dann die Entleerung des Labmagens verzögert und somit eine Ursache für die Dilatation und Verlagerung des Labmagens darstellt (MEIRHAEGHE et al., 1988). Tiere mit Labmagenverlagerung zeigten unabhängig vom Ketose-Status einen höheren basalen Blutglukosespiegel (MEIRHAEGHE, 1988). Hohe Glukoseplasmaspiegel (Hyperglykämie) reduzieren die Entleerungsrate des Labmagens und sind somit als Risikofaktor für die Entstehung einer Labmagenverlagerung anzusehen (HOLTENIUS et al., 1998).

Eine metabolische Alkalose wird oft im Zusammenhang mit Labmagenverlagerung beschrieben (POULSEN, 1973; POULSEN u. JONES, 1974; POULSEN, 1976). Eine metabolische Alkalose kann durch verschiedenste Störungen in der Passage der Ingesta vom Labmagen in das Duodenum entstehen und somit auch schon vor einer Labmagenverlagerung vorhanden sein. Genauso kann die Labmagenverlagerung Ursache sein für die metabolische Alkalose (SVENDSEN, 1969). Der Säure-Basen-Haushalt wird durch die Fütterung beeinflusst und unterliegt somit saisonalen Einflüssen. Vom Sommer zum Frühjahr hin wechselt das Gleichgewicht in Richtung einer Alkalose. Eine metabolische Alkalose soll die Entleerung des Labmagens reduzieren (POULSEN, 1974). Daher wird angenommen, dass die durch Fütterungseinflüsse hervorgerufene metabolische Alkalose die Entwicklung einer Labmagenverlagerung fördern kann (POULSEN, 1973; POULSEN, 1976).

#### **2.5.4 Klinische und labordiagnostische Befunde bei Labmagenverlagerung**

Leichte Formen der linksseitigen Labmagenverlagerung sind funktionell durch eine gering- bis mittelgradig reduzierte Labmagenpassage gekennzeichnet. Die betroffenen Tiere zeigen wechselnde Fresslust, Abmagerung, Leistungsrückgang, eine sekundäre Ketose und verringerten Kotabsatz bei wenig gestörtem Allgemeinbefinden. Schwere Formen der linksseitigen Labmagenverlagerung führen aufgrund der hochgradig reduzierten Labmagenpassage zu erheblichen Auswirkungen auf den Wasser- und Elektrolythaushalt (DIRKSEN, 2002).

Bei der Mehrheit der Rinder mit klinischer Symptomatik einer linksseitigen Labmagenverlagerung können gleichzeitig typische Veränderungen verschiedener Blutparameter festgestellt werden, und zwar zunächst als Folge des Rückflusses von Labmagensaft in den Pansen (BREUKINK u. KUIPER, 1980; DIRKSEN, 1984). So entwickelt sich häufig eine hypochlorämische, hypokaliämische metabolische Alkalose (LATTMANN, 1984). TAGUCHI (1995) hingegen beobachtete eine Hypochlorämie bei Kühen mit linksseitiger Labmagenverlagerung lediglich im Zusammenhang mit einer schweren Dehydratation. Und diese lag lediglich bei 8 % der untersuchten Tiere vor.

## SCHRIFTUM

Die Resorption von Natrium, Kalium und Chlorid erfolgt im gesamten Gastrointestinaltrakt, vor allem aber im Dünndarm, wobei die Natriumresorption entweder von der gleichzeitigen Chloridresorption oder aber von der Sekretion von Kalium im Austausch gegen Natrium abhängig ist. Die Ausscheidung von Natrium und Chlorid erfolgt über Niere und Darm, während die Ausscheidung von Kalium in erster Linie über den Harn stattfindet (STOGDALE, 1981).

Normalerweise gelangt das vom Labmagen sezernierte Chlorid in den Dünndarm und wird dort im Austausch gegen Bikarbonat resorbiert. Bei Behinderung oder Unterbrechung der Ingestapassage findet dieser Austausch dagegen nur unvollständig oder überhaupt nicht mehr statt. Das Bikarbonat-Ion verbleibt dann im Blut und führt dort zu einem Anstieg des pH-Wertes, während das Chlorid-Ion im Verdauungstrakt verbleibt und (je nach Grad der Passagestörung) ein Reflux von salzsäurehaltigem Labmageninhalt in die Vormägen stattfinden kann. Das führt zu hypochlorämischer metabolischer Alkalose. Dem Organismus gelingt es zunächst, die drohende Alkalose mit verschiedenen Mechanismen zu kompensieren. Einerseits werden über die Niere vermehrt Bikarbonat, Kalium, Natrium und Wasser ausgeschieden, andererseits wird weniger CO<sub>2</sub> über die Lunge abgeatmet (BAJCSY et al., 1997; BRAUN et al., 1988; BREUKINK u. KUIPER, 1980; DIRKSEN, 1984; ESPERSEN, 1961; FUBINI et al., 1991; MEERMANN u. AKSOY, 1983; VÖRÖS et al., 1985). VÖRÖS et al. (1983) bestätigten, dass sich die kompensierte metabolische Alkalose in Form einer erniedrigten Atemfrequenz sowie verminderter Atemintensität manifestiert. Besonders ausgeprägt ist die Beziehung zwischen dem Kohlendioxid-Partialdruck und dem Atemminutenvolumen, welches letzten Endes für die Kompensation verantwortlich ist. Die Kompensation erfolgt vor allem über eine Erniedrigung der Atemfrequenz, manchmal zudem auch über eine Verminderung des Atemzugsvolumens, was dann einen Anstieg des Kohlenstoff-Partialdruckes im Blut bewirkt.

Zugleich sinkt die Serumkonzentration des Kaliums (BREUKINK u. KUIPER, 1980; DELGADO-LECAROZ et al., 2000; ÖZKAN u. POULSEN, 1986; VÖRÖS et al., 1985; VÖRÖS u. KARSAL, 1987). Die Entstehung der Hypokaliämie bei der Alkalose wird in erster Linie mit einer Verschiebung des extrazellulär vorhandenen Kaliums in den intrazellulären Raum (im Austausch gegen Hydroniumionen) erklärt (BREUKINK u. KUIPER, 1980; SVENDSEN, 1969; WHITLOCK, 1971), wobei auch erniedrigte Kaliumaufnahme mit dem Futter und unveränderte oder verstärkte Kaliumausschei-

dung über die Nieren eine Rolle spielen (HARINGTON u. KASSIRER, 1982; WHITLOCK et al., 1976).

Mehrtägiges Hungern führt beim Rind zur Zunahme des Serumspiegels von Natrium und Chlorid sowie zur Abnahme des Kaliums (STÖBER u. GRÜNDER, 1990).

Veränderungen der Natriumionenkonzentration im Blut treten bei Labmagenverlagerungen nur selten oder nur in geringem Ausmaß auf. Die Natriumionenkonzentration im Blut zeigte in der Untersuchung von AKSOY (1983) bei den Patientinnen mit links- und bei solchen mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung gegenüber einer Kontrollgruppe eine leichte Erniedrigung; diese war jedoch statistisch nicht signifikant und konnte durch die bei der Labmagenverlagerung verminderte Natriumresorption aus dem Darm oder eine vermehrte Harnausscheidung erklärt werden. Die Natriumkonzentration im Blut sinkt bei Tieren mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung linear mit zunehmender Schwere der Erkrankung. Dies läßt sich durch die verminderte alimentäre Aufnahme und den Verlust von Natriumionen durch Sekretion in den Darm und renale Ausscheidung erklären (FUBINI et al., 1991).

Im Verlauf der Labmagenverlagerung kommt es infolge der Verschiebungen der  $\text{Na}^+$ -,  $\text{K}^+$ -,  $\text{Cl}^-$ - und  $\text{HCO}_3^-$ -Konzentrationen auch zu einer Verschiebung der sogenannten Anionenlücke.

Diese leitet sich aus folgender Gleichung ab (GARRY et al., 1988):

$$(\text{Na}^+ + \text{K}^+) + \text{nicht gemessene Kationen} = (\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-) + \text{nicht gemessene Anionen}$$

Daraus folgt:

$$(\text{nicht gemessene Anionen} - \text{nicht gemessene Kationen}) = (\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-)$$

$$(\text{nicht gemessene Anionen} - \text{nicht gemessene Kationen}) = \text{Anionenlücke}$$

Die Anionenlücke umfasst die nicht gemessenen Anionen und Kationen. Da die nicht gemessenen Anionen in höherer Konzentration als die nicht gemessenen Kationen vorkommen, ist der Wert der Anionenlücke normalerweise positiv und liegt bei Kühen physiologischerweise zwischen 13,9 und 20,3 mmol/l (GARRY et al., 1988).

## SCHRIFTUM

Zu den nicht gemessenen Anionen gehören: Organische Säuren (z. B. Laktat), Phosphate, Sulfate, Proteine (z. B. Albumine), und zu den nicht gemessenen Kationen zählen Kalzium- und Magnesiumionen. Eine hohe Anionenlücke kann aus einer Abnahme der Kalzium- und Magnesiumionen oder aus einer Zunahme von Laktat, Ketonkörpern, Phosphaten, Sulfaten und Albuminen resultieren (CONSTABLE et al., 1997; GARRY et al., 1988). Eine erhöhte Anionenlücke wird bei einer Labmagenverlagerung häufig beobachtet und sogar als prognostischer Indikator verwendet (GARRY et al., 1988; DELGADO-LECAROZ et al., 2000). Es besteht nur eine mäßige Korrelation zwischen der Anionenlücke und dem Blut-L-Laktatspiegel, daher ist die Bestimmung der Anionenlücke nur bedingt nützlich zur Abschätzung der Blut-L-Laktatkonzentration (CONSTABLE et al., 1997).

Die Resorption von Magnesium erfolgt bei den Wiederkäuern zu etwa 80 % aus den Vormägen, ansonsten aus dem Dün- bzw. Dickdarm. Im Blutplasma liegt Magnesium zu 65 – 76 % in ionisierter Form und der Rest an Protein, vor allem Albumin, gebunden vor. Die Magnesiumausscheidung erfolgt vorwiegend über die Nieren und den Darm (STOGDALE, 1981). Magnesium ist wichtig für die Aufrechterhaltung der normalen Erregbarkeit und Funktion von Nerven und Muskeln, da es im Extrazellulärraum einen Einfluß auf den Überträgerstoff Acetylcholin hat. Außerdem ist es für die Aktivierung einer Vielzahl von Enzymen bedeutsam (KRAFT, 1995).

Niedrige Magnesiumkonzentrationen im Blut sind bei Labmagenverlagerung eher selten (DELGADO-LECAROZ et al., 2000; ÖZKAN u. POULSEN, 1986). ROBERTSON (1966) konnte dagegen bei 39 % der linksseitigen Labmagenverlagerungen sogar eine Hypermagnesiämie finden, welche auf die Dehydratation zurück geführt werden konnte.

Im Blut kommt Phosphor als anorganisches Phosphat, organischer Ester und als Phospholipid vor. Diagnostisch wichtig ist das anorganische Phosphat (KRAFT, 1995). Phosphor wird als Phosphat überwiegend im oberen Dünndarm, aber auch in allen anderen Abschnitten des Magen-Darm-Traktes einschließlich des Labmagens und Pansens aktiv resorbiert. Die Ausscheidung erfolgt bei den Herbivoren vorwiegend über den Darmkanal, aber auch über Milch und Harn wird anorganisches Phosphat ausgeschieden (STOGDALE, 1981). Phosphor ist wichtig als Strukturkom-

ponente in den Knochen, als Phosphat für den Energiestoffwechsel, es ist in der DNS sowie in verschiedenen Enzymsystemen enthalten und ist ein Bestandteil von Phospholipiden (PFEFFER, 2000).

Eine Verminderung des Gehaltes an anorganischem Phosphat im Blut ist gelegentlich bei Labmagenverlagerung zu finden (DELGADO-LECAROZ et al., 2000; ÖZKAN u. POULSEN, 1986). ROBERTSON (1966) fand dagegen bei 44 % der Tiere mit linksseitiger Labmagenverlagerung eine Hyperphosphatämie, welche er mit der Dehydratation im Zusammenhang bringt.

Weitere Folgen der Labmagenverlagerung betreffen vor allem den Stoffwechsel und die Leberfunktion. Durch das Energiedefizit infolge der schlechten Futteraufnahme entsteht eine sekundäre Ketose. Es kommt zur Lipomobilisation und in hochgradigen Fällen auch zu fortschreitenden Leberschäden mit möglicher Leberinsuffizienz (CONSTABLE et al., 1992; REHAGE et al., 1996; STÖBER u. DIRKSEN, 1981).

Die Ketose ist eine Störung des Kohlenhydratstoffwechsels, welche überwiegend bei hochlaktierenden Kühen auftritt und zur Anhäufung von Ketonkörpern ( $\beta$ -Hydroxybutyrat, Azetoazetat, Azeton) in Blut, Harn, Milch und Atemluft führt.

Überfütterung während der Trockenstehperiode führt bei Milchkühen zur Überkonditionierung zum Kalbezeitpunkt und zur Verminderung des Appetits nach der Kalbung. Als Folge kommt es bei Hochleistungsmilchkühen zu einer größeren negativen Energiebilanz (NEB) als bei Kühen mit normalen Appetit. In dieser Phase kommt es dann zu einer vermehrten Mobilisierung der Körperreserven in Form eines gesteigerten Fettabbaus (Lipolyse). Um die daraus bereitgestellte Energie nutzen zu können, muß die Endstufe des Körperfettabbaus, die aktivierte Essigsäure oder Azetyl-Koenzym-A, auf soviel Oxalazetat treffen, dass aus beiden Zitrat gebildet werden kann, welches dann im Zitratzyklus zur Energiegewinnung genutzt werden kann. Da aber Oxalazetat vorwiegend über Propionat aus den Nahrungskohlenhydraten gebildet wird, kann zu Laktationsbeginn bei nicht leistungsgerechter Aufnahme mit der Fütterung kein Überschuß an Oxalazetat vorhanden sein, wenn gleichzeitig bei steigender Milchleistung ein hoher Bedarf an Glukose für die Bildung von Laktose besteht. Es kommt also zu einer Konkurrenzsituation zwischen Milchbildung und Fettabbau. Wenn in dieser Situation nicht genug Oxalazetat für die Verbindung mit Azetyl-Koenzym-A zur Verfügung steht, werden daraus die Ketonkörper gebildet

## SCHRIFTUM

(SCHOLZ, 1990). Der erhöhte Ketonkörpergehalt führt jedoch wiederum zu einer verminderten Futterraufnahme, wodurch das Energiedefizit weiter verstärkt und vom Organismus durch eine vermehrte Fettmobilisation kompensiert wird, was jedoch wiederum zur verstärkten Bildung von Ketonkörpern führt. Es entsteht ein Circulus vitiosus, ein Teufelskreis. Bei verminderter Futterraufnahme führt die ungenügende Bereitstellung von glukoplastischen Substanzen (Propionat, glukoplastische Aminosäuren) zu einer Abnahme der Glukoneogeneserate, und der Gehalt des Blutes an Glukose vermindert sich. Um das entstehende Energiedefizit auszugleichen, wird eine gesteigerte Mobilisierung von freien Fettsäuren (Non-esterfied-fatty-acids, NEFA) aus den Fettzellen ausgelöst, deren Gehalt dann im Blut ansteigt. In der Leber werden diese NEFA vorwiegend zu Triglyzeriden verestert, welche in „very low density lipoproteins“ (VLDL) abgesondert werden. Während der Früh-laktation ist die Kapazität der Leber für die Aufrechterhaltung des Gleichgewichtes zwischen Ausschleusung der Triglyzeride in Form der VLDL und der hepatischen Bildung der Triglyzeriden nicht immer ausreichend. Dies gilt vor allem für Kühe mit schwerer NEB. Daher folgt eine Anhäufung von überschüssigen Triglyzeriden in der Leber, und dies führt zu einer Fettinfiltration in die Leber („hepatic lipidosis“, Fettleber („fatty liver“)). (DIRKSEN, 2002; HOLTENIUS u. HJORT, 1990; HOLTENIUS u. NISKANEN, 1985; RUKKAWAMSUK et al., 1999; STÖBER u. DIRKSEN, 1981).

Die frühe postpartale Periode wird als Hauptrisikophase betrachtet, weil sowohl Hypokalzämie, Metritis, negative Energiebilanz (NEB) als auch Fütterungsfaktoren eine zentrale Rolle in der Pathogenese der linksseitigen Labmagenverlagerung spielen. Zudem steht die Labmagenverlagerung in Verbindung mit der Überkonditionierung zum Kalbezeitpunkt (CAMERON et al., 1998; GEISHAUSER, 1995; MUYLLE et al., 1990; RUKKAWAMSUK, 1999; SHAVER, 1997).

Folgende Parameter im Blutserum können daher zur Überprüfung der Stoffwechselsituation herangezogen werden: Gesamtbilirubin (GB), Aspartat-Aminotransaminase (AST), Glutamat-Dehydrogenase (GLDH), Gamma-Glutamyl-Transferase (GGT), D-Laktat, L-Laktat, Nichtveresterte Fettsäuren (Non-esterfied-fatty-acids, NEFA) und Glukose.

Metabolische Charakteristika der negativen Energiebilanz sind Hypoglykämie, Hyperglykämie, Ketose, hohe NEFA-Blut-Spiegel und eine zunehmende Ansammlung

von Triglyceriden in der Leber (HERDT, 2000). Das Verhältnis von Triglyceriden in der Leber kann bis zu 150 mg/g Lebergewebe (normal: < 20 mg/g: MUYLLE et al., 1990) ausmachen. Eine Erhöhung des Leberfettgehaltes auf Werte bis 100 g / kg Frischmasse geht mit einem Anstieg der Ketonkörper-Konzentration im Plasma sowie mit einer Erhöhung des Glykogengehaltes der Leber einher. Fettkonzentrationen über 10 % in der Leber sind mit Veränderungen der Plasmaspiegel der Ketonkörper, des Bilirubins und der AST-Aktivität verbunden. Diese Befunde sind typisch für die Entstehungsphase des Fettlebersyndroms (MUYLLE et al., 1990; SCHÄFER et al., 1991; UHLIG et al., 1988). Kühe mit hohem Fettgehalt in der Leber sind prädisponiert für die Entwicklung einer linksseitigen Labmagenverlagerung (VAN WINDEN, 2003). KOMATSU et al. (2002) fanden signifikant höhere Beta-Hydroxybuttersäure-, NEFA- und AST-Werte bei Kühen mit einer fettigen Degeneration der Leber und Labmagenverlagerung. GERLOFF et al. (1986) fanden ebenfalls höhere NEFA-Serumwerte bei Kühen mit schwerer Fettleber.

GEISHAUSER et al. (1997) und GEISHAUSER (1998) berichteten, dass man mit Hilfe der Beta-Hydroxybuttersäure und der AST-Aktivität im Blut in den ersten zwei Wochen der postpartalen Phase die Entwicklung einer linksseitigen Labmagenverlagerung vorhersagen könne. Beide Parameter stehen im Zusammenhang mit der NEB bei postpartalen Kühen.

VAN WINDEN et al. (2003) zeigten, dass die Futterraufnahme und die Milchleistung vor Diagnosestellung einer linksseitigen Labmagenverlagerung signifikant geringer waren als bei Tieren, die keine Labmagenverlagerung entwickelten. Ebenso waren die Kalzium-, Glukose- und Insulinspiegel im Blut niedriger. Dagegen waren die NEFA-, Beta-Hydroxybuttersäure- und AST-Werte im Blut höher als bei Kühen, die keine Labmagenverlagerung entwickelten. Diese vorklinischen Änderungen der Blutspiegel sollen eine große Rolle in der Pathogenese der linksseitigen Labmagenverlagerung spielen.

ITOH et al. (1998) fanden bei Kühen mit linksseitiger Labmagenverlagerung und bei Kühen mit primärer Ketose einem Anstieg von AST, GGT, NEFA und Ketonkörpern (Beta-Hydroxybuttersäure) im Blut.

## SCHRIFTUM

Zur Charakterisierung des Energiehaushaltes werden die Mobilisationsprodukte des Fettstoffwechsels in Gestalt der freien, unveresterten Fettsäuren (NEFA) herangezogen. Ihre Konzentration steigt nach Spaltung der Triglyzeride bei kataboler Stoffwechsellage im Blut rasch an; Normwert: 300 – 600 µmol/l, bei Energiemangel: > 600 µmol/l (SCHOLZ, 1990).

Auch über den „Energiespeicher Eiweiß“ bzw. aus dessen Mobilisationsprodukten sind Anhaltspunkte für die ungenügende Energieversorgung zu erhalten. Die beim Eiweißabbau anfallenden Aminosäuren geben nach ihrer oxidativen Desaminierung Aminogruppen frei, die rasch zu Ammoniak umgewandelt und in der Leber zu Harnstoff (HST) entgiftet werden. Bei entsprechender Intensität (Überschreitung der renalen Ausscheidungsquote) steigt der HST-Gehalt im Blut an. Somit ist bei Energiemangelzuständen mit erhöhten Harnstoffgehalten zu rechnen (SCHOLZ, 1990).

Die postoperative Rekonvaleszenz hängt maßgeblich vom Grad der Leberverfettung und der Lipomobilisation sowie von zusätzlichen Erkrankungen ab. REHAGE et al. (1996) zeigten, dass die Serumkonzentrationen von NEFA und Beta-Hydroxybutuyrat beim Vorliegen einer Labmagenverlagerung bei Tieren mit hochgradiger Leberverfettung signifikant höher lagen als bei Tieren mit gering- bis mittelgradiger Leberverfettung. Die Serum-Glukosekonzentration waren bei allen Tieren etwa gleich hoch. GB, AST, GGT und GLDH waren im Mittel ebenfalls bei Tieren mit hochgradiger Leberverfettung signifikant höher als bei Tieren mit gering- bis mittelgradiger Leberverfettung. Während die mittleren Serumaktivitäten von AST, GGT und GLDH bis zum vierten Tag post operationem unverändert blieben, sanken diejenigen von GB, NEFA, Beta-Hydroxybutuyrat und Glukose bis zum vierten Tag nach der Labmagenoperation ab.

### **3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN**

#### **3.1 Material und Methoden**

##### **3.1.1 Auswahl des Patientengutes**

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden in der Zeit von März 1999 bis Februar 2002 an 25 Kühen, die an linksseitiger Labmagenverlagerung erkrankt waren, nach operativer Reposition der Verlagerung elektromyographische Messungen an der Labmagen- und Dünndarmmuskulatur durchgeführt. Alle Kühe stammen aus dem Patientengut der Klinik für Wiederkäuer und Schweine (Innere Medizin und Chirurgie) der Justus-Liebig-Universität Gießen. Die Anzeige dieses Versuchsvorhabens gem. § 8 Abs.7 i. V. m. § 8 a des Tierschutzgesetzes wurde beim Regierungspräsidium Gießen unter dem Aktenzeichen: II 25.3-9 c, 20-15 c registriert.

Alle in die Studie einbezogenen Kühe gehörten zur Rasse „Deutsche Holstein“ (davon 22 Schwarzbunte und 3 Rotbunte); das Alter lag zwischen 2 und 7,5 Jahren ( $\bar{X} = 4,3$  Jahre). Berücksichtigt wurden nur Tiere ohne gravierende interkurrente Erkrankungen, wie mittel- bis hochgradige Lahmheiten, Mastitiden oder Endometritiden. Außerdem mußte das Einverständnis des Tierbesitzers vorliegen. Während des Aufenthaltes in der Klinik wurden die Tiere zweimal täglich (07:30 Uhr und 14:00 Uhr) mit jeweils etwa 2,2 kg oder 4,4 kg Krafffutter gefüttert, bestehend aus Hafer, Zuckerüben-Trockenschnitzel und Milchleistungsfutter (RWZ-Kraft R 202, Raiffeisen-Waren-Zentrale Rhein-Main eG). Zusätzlich wurde Heu ad libitum angeboten.

Als Kontrollgruppe standen 5 gesunde Kühe der Rasse „Deutsche Holstein“ (davon 3 Schwarzbunte und 2 Rotbunte) im Alter von 3 bis 11 Jahren ( $\bar{X} = 5,3$  Jahren) zur Verfügung.

### **3.1.2 Durchführung der elektromyographischen Untersuchungen**

#### 3.1.2.1 Technische Ausrüstung

Für die telemetrisch durchgeführten elektromyographischen Messungen wurden 3-adrige rostfreie Stahldraht-Elektroden mit einer Verbindungsbuchse aus Titan („Pettinger-Skin-Button“) verwendet. Dieser „Pettinger-Skin-Button“ wurde im Bereich der rechten Hungergrube subkutan implantiert. An den durch die Haut nach außen ragenden Teil der Buchse konnte während der Messungen der Sender zur telemetrischen Datenübertragung angeschlossen werden (siehe Abb. 1). Verwendet wurde hierzu das Modell T47 Special Purpose Multi-Channel Signal Conditioner. Der Sender besitzt 6 Kanäle, von denen aber nur drei für diese Studie verwendet wurden. Dieser Sender ist 12 cm x 7 cm x 2,4 cm groß und 175 g schwer. Der Sender wird mit 9-Volt-Alkaline-Batterien betrieben. Er übermittelt die Daten zu einer Basisstation (siehe Abb. 1). Hierbei handelt es sich um einen entsprechend ausgerüsteten Personal Computer (mit Prozess Controller zur Aufnahme der Empfangskarte, Dualer RF Empfänger TR8-2-2, Interface Kontrollkarte T11-1, Multichannel Dekoder TD14-10B). Der Filterbereich lag zwischen 10 und 750 Hz. Die Frequenz von Sender und Empfänger wurde auf 214 MHz eingestellt. Alle genannten Teile stammten von der Firma Königsberg Instruments, Inc., 2000 Foothill Blvd., Pasadena, CA 91107.

#### 3.1.2.2 Implantation der Elektroden

Zur Verhinderung einer Tympanie wurde dem Tier vor Beginn der Operation eine Ballonsonde über die Nase in den Pansen geschoben. Das Tier wurde mit Detomidin (Domosedan<sup>®</sup>, Fa. Pfizer) und Ketamin (Ursotamin<sup>®</sup>, Fa. Serum-Werk Bernburg AG) sediert (Detomidin: 20 µg / kg KM s. c., Ketamin: 5 mg / kg KM s. c.). Zusätzlich erfolgte eine Infiltrationsanästhesie im Bereich der Schnittlinie (ca. 180 ml Procain 2%ig). Zur Operation wurde das Tier auf die linke Seite abgelegt. Dazu wurde das Tier mittels eines hydraulischen Operationstisches (Modell „Buchen“) in diese Lage verbracht und fixiert.

Die Eröffnung der Bauchhöhle erfolgte durch parakostale Schnittführung im rechten ventralen Quadranten, um anschließend Teile des Labmagens aus der Operationswunde vorlagern zu können. Über einen von innen nach außen im Bereich der rechten Hungergrube durch die Bauchwand durchgestochenen Trokar erfolgte das Einführen der Elektroden in die Bauchhöhle. Der „Pettinger-Skin-Button“ wurde in der rechten Hungergrube implantiert. Mit Hilfe einer Gerlach-Nadel wurde eine Referenzelektrode in die Bauchmuskulatur eingezogen. Die Elektroden wurden an folgenden Stellen implantiert (siehe Abb. 1):

1. Corpus abomasi, etwa in der Mitte der Curvatura major
2. Pars pylorica abomasi, etwa handbreit kranial des Pylorus
3. Anfangsabschnitt des Duodenums, etwa handbreit kaudal des Pylorus

Das Einführen der Elektroden in die Lamina muscularis erfolgte mit Hilfe einer Einmalkanüle; anschließend wurden diese mittels eines Catgut-Heftes (metric 3) fixiert. Der Abstand zwischen den Enden jedes Elektrodenpaares betrug dabei etwa 5 mm. Nach der Implantation der Elektroden wurde der Labmagen in die Bauchhöhle reponiert. Anschließend wurde zur Rezidivprophylaxe eine Omentopexie nach Dirksen (DIRKSEN, 1967) durchgeführt.

Der Verschluss der Bauchwand erfolgte in drei Schichten:

1. Bauchfell, Faszie und tiefe Muskelschichten: Sultansche Diagonalhefte mit Supramid® (metric 8)
2. Oberflächliche Muskulatur: Kürschnernaht mit Catgut (metric 10)
3. Haut: U-Hefte mit Seide (metric 10), Wundkamm überbördelt mit Catgut (metric 4)

Die Wundabdeckung erfolgte durch Aufkleben eines Gazestreifens.

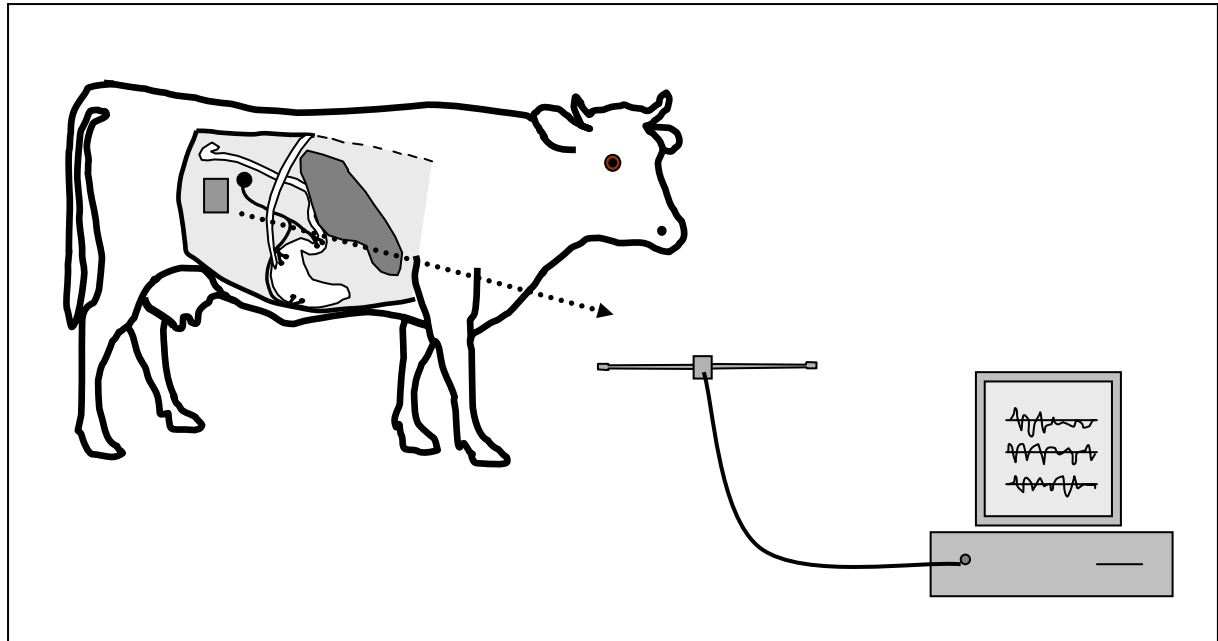


Abb. 1: Skizzenhafte Darstellung der elektromyographischen Messung mittels telemetrischer Datenübertragung

### 3.1.2.3 Elektromyographische Messungen

Am 1., 3., 5. und 7. Tag post operationem fanden die elektromyographischen Messungen am Standplatz des Tieres in der Klinik statt. Bei 10 Tieren wurde viermal am Tag alle 6 Stunden für jeweils 20 Minuten (Beginn um 08:30 Uhr, 14:30 Uhr, 20:30 Uhr, 02:30 Uhr) und bei 15 Tieren über einen Zeitraum von jeweils 24 Stunden (Beginn 08:30 Uhr) gemessen.

Bei einigen Kühen wurden im Anschluß an die regulären 24-Stunden-Messungen weitere elektromyographische Messungen durchgeführt. Dabei sollte überprüft werden, ob die drei folgenden Wirkstoffe einen positiven Einfluß auf die Labmagenmotilität ausüben:

1. Neostigmin (Konstigmin<sup>®</sup>, Fa. Chassot, 0,05 mg/kg KM s. c.), 8. Tag post operationem, Beginn um 09:00 Uhr, Dauer: 6 Stunden, 9 Tiere
2. Erythromycin (Erythroset<sup>®</sup>-20%, Fa. Selectavet, 5 mg/kg KM i. m.), 8. Tag post operationem, Beginn um 15:30 Uhr, Dauer: 12 Stunden, 7 Tiere

3. Carazolol (Suacron<sup>®</sup>, Fa. Rabophar, 0,01 mg/kg KM i. m.), 9. Tag post operationem, Beginn um 08:30 Uhr, Dauer: 12 Stunden, 7 Tiere

Bei den Tieren der Kontrollgruppe wurden einmal wöchentlich über 24 Stunden elektromyographische Messungen durchgeführt. Die Messungen begannen vier bis sechs Wochen post operationem.

Für die Messungen wurde den Kühen ein Bauchgurt mit einer kleinen Tasche zur Aufnahme des Transmitters angelegt. Dieser Transmitter wurde über ein Kabel mit dem „Pettinger-Skin-Button“ verbunden. Über eine kleine Ausgangsantenne wurden die Signale telemetrisch zu einer Empfangsantenne an der Basisstation (PC) übermittelt (siehe Abb. 1). Die Reichweite des Transmitters betrug etwa 5 m, so dass der Computer nicht unmittelbar neben dem Tier stehen mußte. Mit Hilfe entsprechender Software (EVAL, Version 2.014, Hugo Sachs Elektronik, D-79232 March) wurden folgende Parameter alle zwei Sekunden ermittelt und gespeichert:

Potentialminima

Potentialmaxima

Spikes-Frequenz

#### 3.1.2.4 Entfernung der Elektroden

Nach Abschluß der elektromyographischen Messungen wurden die Hauthefte im Bereich des „Pettinger-Skin-Buttons“ entfernt und dieser sowie der daran befestigte Elektrodenstrang durch mäßigen kontinuierlichen Zug aus der Bauchhöhle herausgezogen. Anschließend wurden die Patienten wieder in ihren Herkunftsbestand entlassen.

## EIGENE UNTERSUCHUNGEN

### **3.1.3 Klinische Untersuchungen**

Am Einlieferungstag (gleichzeitig Tag der Operation, „Tag 0“) und an den folgenden Tagen (jeweils um 07:30 Uhr) wurden die Tiere umfassend klinisch untersucht. Dabei wurden insbesondere folgende Befunde für die spätere Auswertung dokumentiert: Herzfrequenz, Atemfrequenz, Körperinnentemperatur, Appetit, Pansenmotilität, Pansenfüllung, Darmperistaltik, Kotkonsistenz, Kotzerkleinerungsgrad, Verlagerungsgrad des Labmagens, Rezidive, Befunde an den Operationswunden, Bauchdeckenspannung, Ketonkörper im Harn, Milchleistung.

#### 3.1.3.1 Herzfrequenz und Atemfrequenz

Beide Kriterien wurden auskultatorisch bestimmt.

#### 3.1.3.2 Körperinnentemperatur

Die Körperinnentemperatur wurde mittels eines elektronischen Thermometers rektal gemessen.

#### 3.1.3.3 Futteraufnahme

Die Futteraufnahme wurde anhand der morgendlichen Krafffutteraufnahme an den Messtagen beurteilt. Hierbei wurde folgender Befundschlüssel zugrunde gelegt:

Bewertung	Kriterium
0 = schlecht	Aufnahme < 1/2 der angebotenen KF-Ration
1 = mäßig	Aufnahme 1/2 bis < komplette angebotene KF-Ration
2 = gut	Aufnahme der kompletten KF-Ration
3 = sehr gut	Aufnahme der doppelten KF-Ration

### 3.1.3.4 Pansenmotilität

Die Pansenmotilität wurde durch Auskultation des Pansens ermittelt. Dabei wurde der Pansen über 2 Minuten auskultiert und die Anzahl und Intensität der Pansenkontraktionen beurteilt. Hierbei wurde folgender Befundschlüssel zugrunde gelegt:

Bewertung	Kriterium
0 = Hypomotorik	schwache Kontraktionen und/oder < 2 Kontraktionen
1 = normale Motorik	kräftige Kontraktionen und/oder 2-3 Kontraktionen
2 = Hypermotorik	kräftige Kontraktionen und >3 Kontraktionen

### 3.1.3.5 Pansenfüllung

Der Füllungsgrad des Pansens wurde durch Adspektion und Palpation der linken Hungergrube beurteilt. Hierbei wurde folgender Befundschlüssel zugrunde gelegt:

Bewertung	Kriterium
0 = schlecht	stark eingesunkene Hungergrube
1 = mäßig	mäßig eingesunkene Hungergrube, Inhalt knetbar
2 = gut	verstrichene Hungergrube, Inhalt knetbar

### 3.1.3.6 Darmperistaltik

Die Darmperistaltik wurde durch Auskultation im Bereich der rechten Hungergrube und der rechten Flanke beurteilt. Hierbei wurde folgender Befundschlüssel zugrunde gelegt:

Bewertung	Kriterium
0 = schlecht	fehlende oder schwache Darmgeräusche
1 = gut	kräftige Darmgeräusche

## EIGENE UNTERSUCHUNGEN

### 3.1.3.7 Kotkonsistenz

Die Kotkonsistenz wurde durch Adspektion beurteilt. Hierbei wurde folgender Befundschlüssel zugrunde gelegt:

Bewertung	Kriterium
0 = dünnbreiig	Kot von fließender Konsistenz
1 = mittelbreiig	normale "Fladen"
2 = dickbreiig	Kot plastisch formbar

### 3.1.3.8 Kotzerkleinerungsgrad

Der Kotzerkleinerungsgrad wurde durch Adspektion beurteilt. Hierbei wurde folgender Befundschlüssel zugrunde gelegt:

Bewertung	Kriterium
0 = schlecht	Beimengung von Partikeln $\geq 10$ mm
1 = mäßig	Beimengung von Partikeln $> 2$ mm, $< 10$ mm
2 = gut	Beimengung von Partikeln $\leq 2$ mm

### 3.1.3.9 Verlagerungsgrad des Labmagens

Am Einlieferungstag wurde der Verlagerungsgrad des Labmagens (LM) durch Perkussions- und Schwingauskultation über der linken rippengestützten Bauchwand und der Hungergrube festgestellt. Hierbei wurde folgender Befundschlüssel zugrunde gelegt:

Bewertung	Kriterium
1 = geringgradig	LM reicht nicht bis auf 1/2 Höhe d. rippengestützten Bauchwand (BW)
2 = mittelgradig	LM reicht auf 1/2 bis 3/4 Höhe d. rippengestützten BW
3 = hochgradig	LM reicht über 3/4 Höhe d. rippengestützten BW und Hungergrube

## 3.1.3.10 Rezidive

An den Messtagen wurde durch Doppelauskultation des Pansens und durch Perkussions- und Schwingauskultation über der linken rippengestützten Bauchwand und der Hungergrube geprüft, ob ein Rezidiv vorliegt.

## 3.1.3.11 Beurteilung der Laparotomiewunde

Die Laparotomiewunde wurde adspektorisch und palpatorisch beurteilt. Hierbei wurde folgender Befundschlüssel zugrunde gelegt:

Bewertung	Kriterium
0 = unauffällig	unauffällig
1 = ggr. Schwellung bzw. Unterhautemphysem	< handbreite UV
2 = mgr. Schwellung	handbreite UV
3 = hgr. Schwellung	über handbreite UV
4 = abszedierende Entzündung	Abfluß von Eiter

## 3.1.3.12 Beurteilung der Omentopexiestelle

Die Omentopexiestelle wurde adspektorisch und palpatorisch beurteilt. Hierbei wurde folgender Befundschlüssel zugrunde gelegt:

Bewertung	Kriterium
0 = unauffällig	unauffällig
1 = ggr. Schwellung bzw. Unterhautemphysem	< hühnereigroße UV
2 = mgr. Schwellung	hühnereigroße UV
3 = hgr. Schwellung	über hühnereigroße UV
4 = abszedierende Entzündung	Abfluß von Eiter

## EIGENE UNTERSUCHUNGEN

### 3.1.3.13 Bauchdeckenspannung

Die Bauchdeckenspannung wurde durch Palpation des Bereichs zwischen rechter Kniefalte und Flanke beurteilt. Hierbei wurde folgender Befundschlüssel zugrunde gelegt:

Bewertung	Kriterium
0 = weich	Flanke eindrückbar, läßt sich leicht in Schwingung versetzen
1 = gespannt	Flanke schwer eindrückbar, deutl. Widerstand, läßt sich nicht in Schwingung versetzen

### 3.1.3.14 Ketonkörper

Das Vorhandensein von Ketonkörpern im Harn wurde mittels Teststreifen (Ketur-Test<sup>®</sup>, Fa. Roche) festgestellt. Hierbei wurde die Verfärbung des Testfeldes beurteilt und der dazugehörigen Skala zugeordnet:

Bewertung	Kriterium
0 = negativ	< 5 mg/dl Acetessigsäure
1 = ggr. Ketose	5 - 40 mg/dl Acetessigsäure
2 = mgr. Ketose	> 40 - 100 mg/dl Acetessigsäure
3 = hgr. Ketose	> 100 mg/dl Acetessigsäure

### 3.1.3.15 Milchleistung

Die Tagesmilchmenge ergab sich durch Addition der morgendlichen und nachmittäglichen Milchleistung. Diese wurde mittels automatischer Milchmengenmessung erfasst.

### 3.1.4 Laboruntersuchungen

Am Einlieferungstag (gleichzeitig Tag der Operation, „Tag 0“) wurden im Jugular-  
venenblut folgende Parameter bestimmt:

- Natrium, Kalium, Kalzium (ion.), pH, BE, Bikarbonat  
(Heparin-Vollblut, automatisches Blutgas-Elektrolyt-Hkt-System Rapidlab™ 348,  
Fa. Bayer-Diagnostics)
- Glukose  
(Natrium-Fluorid-Plasma, Glukose liqui UV, Hexokinase-Methode, UV-Test, Fa.  
Human),\*
- L-Laktat und D-Laktat  
(Natrium-Fluorid-Plasma, L- und D-Milchsäure, enzymatischer UV-Test, Fa. r-  
Biopharm),\*
- Chlorid  
(Serum, Chlorid-Analyzer 925, Fa. Corning)
- Magnesium  
(Serum, Magnesium liquicolor, photometrischer Farbtest, Fa. Rolf Greiner Bio-  
chemica),\*
- Phosphor (anorg.)  
(Serum, Phosphor liquirapid, photometrischer UV-Test, Fa. Human),\*
- Kreatinin  
(Serum, Kreatinin liquicolor, Jaffé-Reaktion mit Enteiweißung, Fa. Human),\*
- Harnstoff  
(Serum, Harnstoff liquicolor, enzymatischer Farbtest, Fa. Human),\*

## EIGENE UNTERSUCHUNGEN

- Gesamtbilirubin  
(Serum, Bilirubin, Methode nach Jendrassik-Gróf, Fa. Boehringer),\*
- NEFA  
(Serum, NEFA-C, enzymatischer Farbtest, Fa. Wako),\*
- AST  
(Serum, AST, optimierte Standardmethode der Deutschen Gesellschaft für Klinische Chemie (DGKC), Fa. Boehringer),\*
- GLDH  
(Serum, GLDH, optimierte Standardmethode der DGKC ohne Berücksichtigung der unspezifischen Vorreaktion, Fa. Boehringer),\*
- $\gamma$ -GT  
(Serum,  $\gamma$ -GT, Methode nach Persijn, van der Silk, Szasz, Fa. Boehringer),\*

\* Für diese photometrischen Messungen stand ein Eppendorf-Photometer PCP 6121 zur Verfügung.

Diese Bestimmungen wurden an den vier Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag post operationem) jeweils wiederholt (Blutentnahmezeitpunkt: 08:00 Uhr), abgesehen von den Parametern Kreatinin und Harnstoff, welche nur am Einlieferungstag berücksichtigt wurden.

### 3.2 Berechnung der myoelektrischen Aktivität

Die myoelektrische Gesamt-Aktivität pro Zeitintervall wurde durch die folgenden zwei Parameter ausgedrückt, welche nach folgenden Formeln berechnet wurden:

(1) Gesamtintegral:

$$(GI) = \sum_t [\text{Potential}_{\text{Max}}(t) [\mu\text{Volt}] - \text{Potential}_{\text{Min}}(t) [\mu\text{Volt}]] \cdot 2 [\text{sec}]$$

(2) Gesamtamplitude:

$$(GA) = \sum_t [(\text{Spikes} + 1) \cdot (\text{Potential}_{\text{Max}}(t) [\mu\text{Volt}] - \text{Potential}_{\text{Min}}(t) [\mu\text{Volt}])] \cdot 2 [\text{sec}]$$

(t: Messzeitpunkt)

Einheit: [ $\mu\text{Volt}\cdot\text{sec}$ ]

Anmerkung:

Beim Gesamtintegral (GI) wurde die Summe der Potentialdifferenzen zwischen Maximum und Minimum je 2 Sekunden über den Zeitraum „t“ berechnet.

Bei der Gesamtamplitude (GA) wurden diese Potentialdifferenzen zwischen Maximum und Minimum je 2 Sekunden mit der Anzahl der Spikes plus 1 je 2 Sekunden multipliziert und über den Zeitraum „t“ die Summe berechnet.

Der Faktor „2“ wurde in die beiden Formeln mit einbezogen, da die Potentialmaxima und –minima je 2 Sekunden ermittelt wurden. Die Werte der myoelektrischen Aktivität waren nicht „normalverteilt“, daher musste eine logarithmische Transformation durchgeführt werden. Da die Berechnung des Gesamtintegrals (GA) bei einigen Intervallen den Wert „0“ ergeben hätte und deshalb eine solche Transformation nicht möglich gewesen wäre, musste zu der Anzahl der Spikes der Wert „1“ hinzu addiert werden.

Über folgende Intervalle wurde die myoelektrische Aktivität gemessen:

Bei den 10 Tieren, bei denen viermal täglich über 20 Minuten Messungen durchgeführt wurden, wurde die myoelektrische Aktivität einerseits über diese 20 Minuten-

## EIGENE UNTERSUCHUNGEN

Intervalle bestimmt, aber andererseits auch die Summe dieser vier Messungen als 24-Stunden-Wert angegeben.

Bei den 15 Tieren mit 24-Stunden-Messungen wurde die myoelektrische Aktivität sowohl für jedes 1-Stunden-Intervall als auch für den gesamten Messzeitraum von 24 Stunden ermittelt.

### **3.3 Statistische Auswertung**

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte auf den Rechnern im lokalen Rechnernetzwerk (LAN) der Arbeitsgruppe Biomathematik und Datenverarbeitung des Fachbereichs Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen unter Verwendung des Statistik-Programmpaketes BMDP/Dynamic, Release 7.0 (DIXON, 1993).

Die Datenbeschreibung erfolgte tabellarisch und graphisch. Bei den normalverteilten Parametern wurden arithmetische Mittelwerte ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichungen (s) angegeben. Bei den Parametern, die eine rechtsschiefe Verteilung aufwiesen, wurde eine logarithmische Transformation der Daten durchgeführt, um eine annähernde Normalverteilung der Daten zu erreichen. In solchen Fällen wurden zur Beschreibung der Ergebnisse die geometrischen Mittelwerte ( $\bar{x}_g$ ) und die Streufaktoren (SF) angegeben. Bei den klinischen Parametern lagen die Werte vor allem als ordinale Daten vor. Deshalb wurden hier zur Beschreibung die Verteilungsschlüssel, Medianwerte und die arithmetischen Mittelwerte ( $\bar{x}$ ) berechnet.

Die statistische Prüfung der elektromyographischen Befunde wurde für die 20-Minuten-Messungen sowohl mit einer zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Tag und Messzeitpunkt als auch mit einer dreifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Tag, Messzeitpunkt und Elektrode durchgeführt. Bezüglich der Ergebnisse der 24-Stunden-Messungen wurde eine dreifaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Tag, Stunde und Elektrode angewandt. Für die Varianzanalysen wurde das Programm BMDP2V verwendet.

Die statistische Prüfung der Laborparameter und der metrischen klinischen Parameter wurde mit Hilfe einer einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung im Faktor Tag mit dem Programm BMDP2V durchgeführt. Bei den ordinalen klinischen

Parametern kam für die statistische Auswertung der Friedman-Test zum Einsatz. Hierbei wurde das Programm BMDP3S verwendet.

Die elektromyographischen Befunde wurden zusätzlich einer Clusteranalyse unterzogen. Es handelte sich hierbei um die Zentroid-Methode, für welche ebenfalls das Programm BMDP2M angewendet wurde. Die anschließende statistische Prüfung der Laborparameter und der klinischen Parameter hinsichtlich der gefundenen Cluster erfolgte ebenfalls mit Hilfe einer zweifaktoriellen Varianzanalyse (mit Messwiederholung in den Faktoren Gruppe (Cluster) und Messtag). Hierbei kam ebenfalls das Programm BMDP2V zum Einsatz.

Bei der Benennung des Signifikanzniveaus wurden folgende Bezeichnungen verwendet:

$p \leq 0,001$	hoch signifikant
$p \leq 0,01$	signifikant
$p \leq 0,05$	schwach signifikant
$p > 0,05$	nicht signifikant

## **4. ERGEBNISSE**

### **4.1 Myoelektrische Messungen**

Die Datensätze der myoelektrischen Messungen entsprechen nach logarithmischer Transformation annähernd einer Normalverteilung. Die Beschreibung der Ergebnisse erfolgt mittels des geometrischen Mittelwertes ( $\bar{x}_g$ ) und des Streufaktors (SF).

#### **4.1.1 Ergebnisse der 20-Minuten-Messungen**

Bei 10 Kühen wurden viermal täglich (08:30 Uhr, 14:30 Uhr, 20:30 Uhr, 02:30 Uhr) über jeweils 20 Minuten elektromyographische Messungen durchgeführt. Dabei wurden sowohl das Gesamtintegral (GI) als auch die Gesamtamplitude (GA) berechnet. Die Ergebnisse sind nachfolgend aufgeführt. Die Tabellen (59, 60, 63 u. 64) mit den Werten für die aufgeführten Abbildungen finden sich im Anhang.

##### **4.1.1.1 Gesamtintegral**

Für eine bessere Übersicht werden die Ergebnisse an den einzelnen Elektrodenstellen in getrennten Abbildungen dargestellt (Abb. 2a bis 2c).

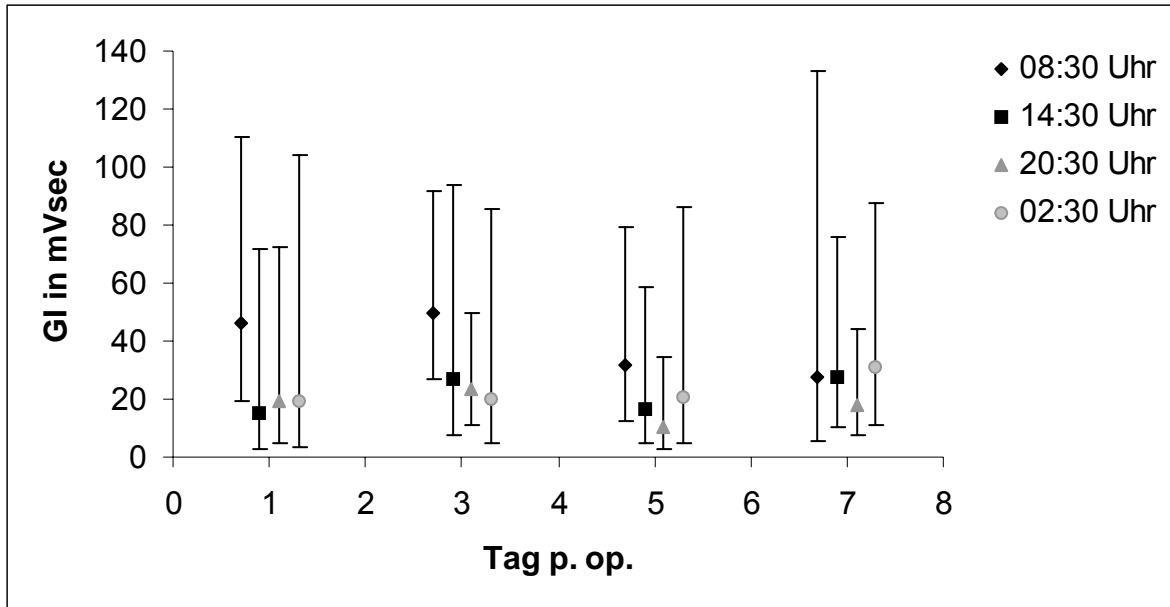


Abb. 2a: Elektrode 1 (Corpus abomasi): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor des Gesamtintegrals (GI) an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) bezüglich der vier 20-Minuten-Messintervalle, beginnend jeweils um 08:30 Uhr, 14:30 Uhr, 20:30 Uhr und 02:30 Uhr

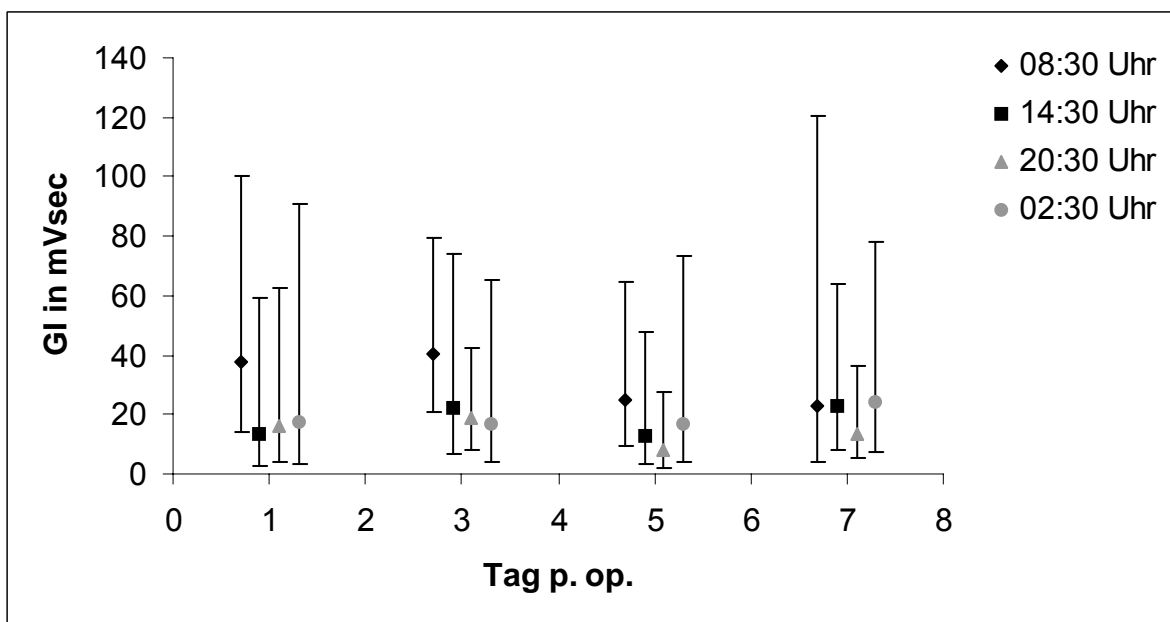


Abb. 2b: Elektrode 2 (Pars pylorica abomasi): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor des Gesamtintegrals (GI) an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) bezüglich der vier 20-Minuten-Messintervalle, beginnend jeweils um 08:30 Uhr, 14:30 Uhr, 20:30 Uhr und 02:30 Uhr

## ERGEBNISSE

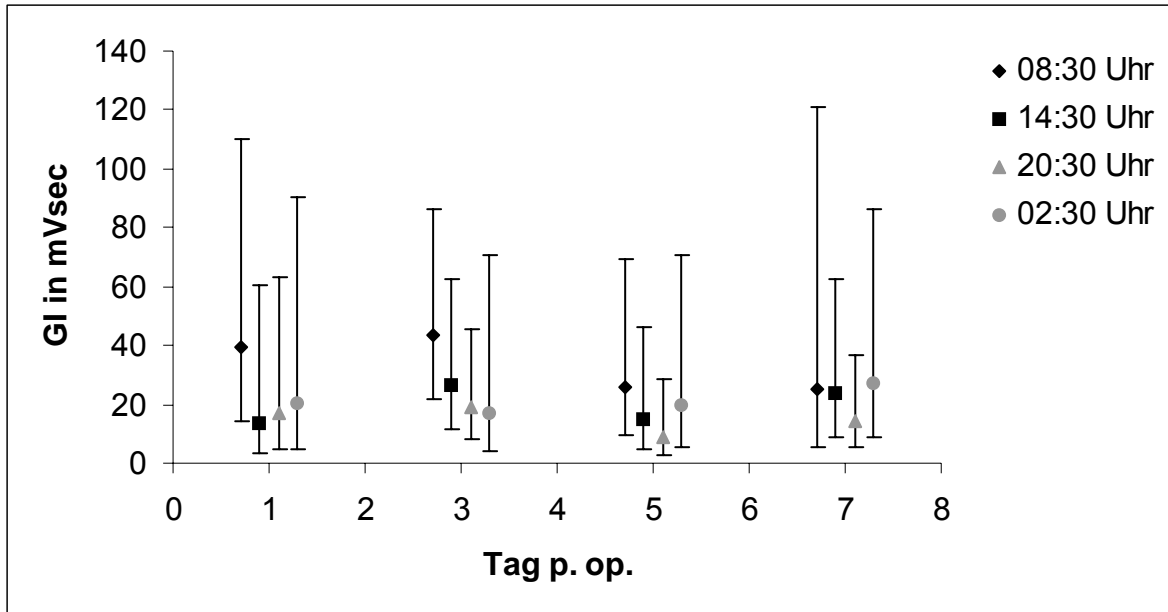


Abb. 2c: Elektrode 3 (Duodenum): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor des Gesamtintegrals (GI) an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) bezüglich der vier 20-Minuten-Messintervalle, beginnend jeweils um 08:30 Uhr, 14:30 Uhr, 20:30 Uhr und 02:30 Uhr

Zur Bestimmung der Tageswerte wurden die vier 20-minütigen Messungen addiert (Abb. 3).

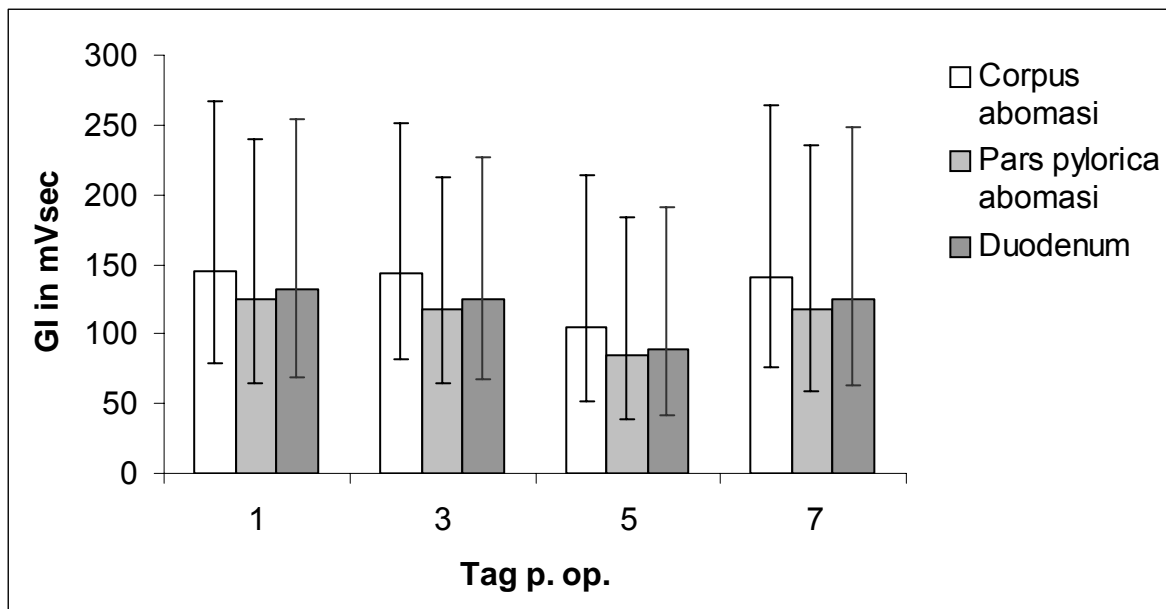


Abb. 3: Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor des Gesamtintegrals (GI) der einzelnen Elektrodenlokalisationen an den einzelnen Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.)

4.1.1.2 Gesamtamplitude

Auch hier werden die Ergebnisse der einzelnen Messpunkte zur besseren Übersicht in getrennten Abbildungen dargestellt (Abb. 4a bis 4c).

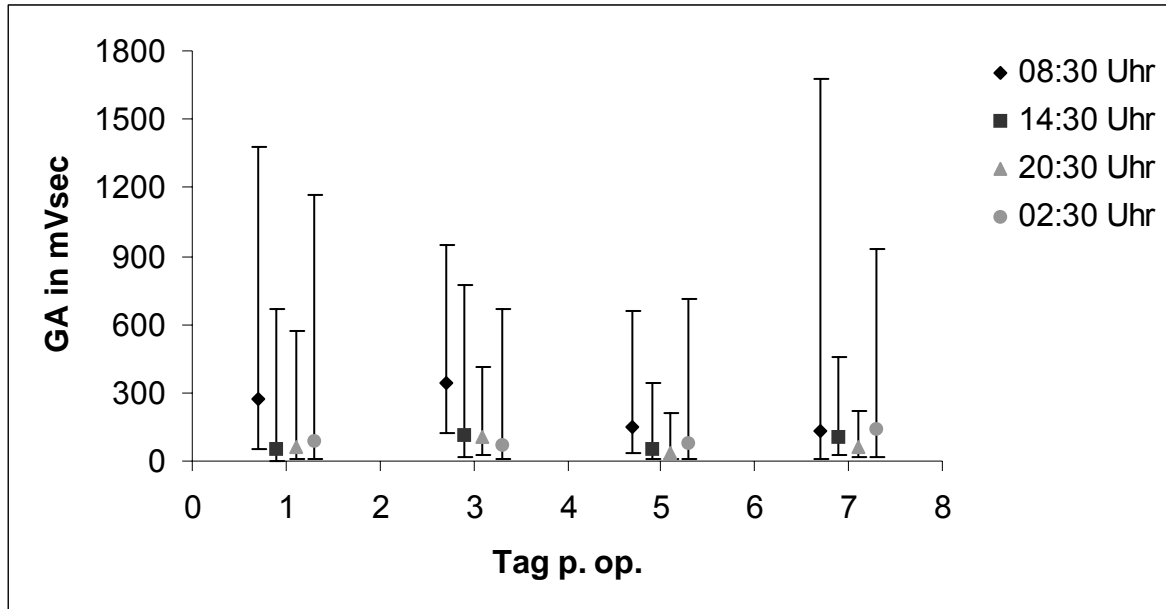


Abb. 4a: Elektrode 1 (Corpus abomasi): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor der Gesamtamplitude (GA) an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) bezüglich der vier 20-Minuten-Messintervalle, beginnend jeweils um 08:30 Uhr, 14:30 Uhr, 20:30 Uhr und 02:30 Uhr

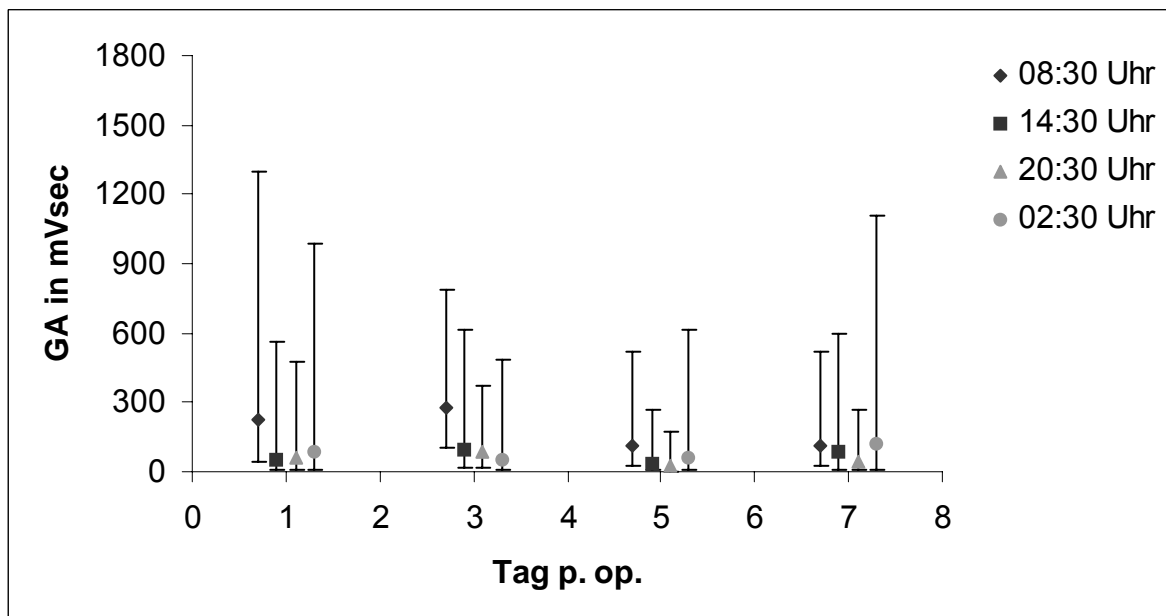


Abb. 4b: Elektrode 2 (Pars pylorica abomasi): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor der Gesamtamplitude (GA) an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) bezüglich der Messzeitpunkte (08:30 Uhr, 14:30 Uhr, 20:30 Uhr, 02:30 Uhr); Messdauer jeweils 20 Minuten

## ERGEBNISSE

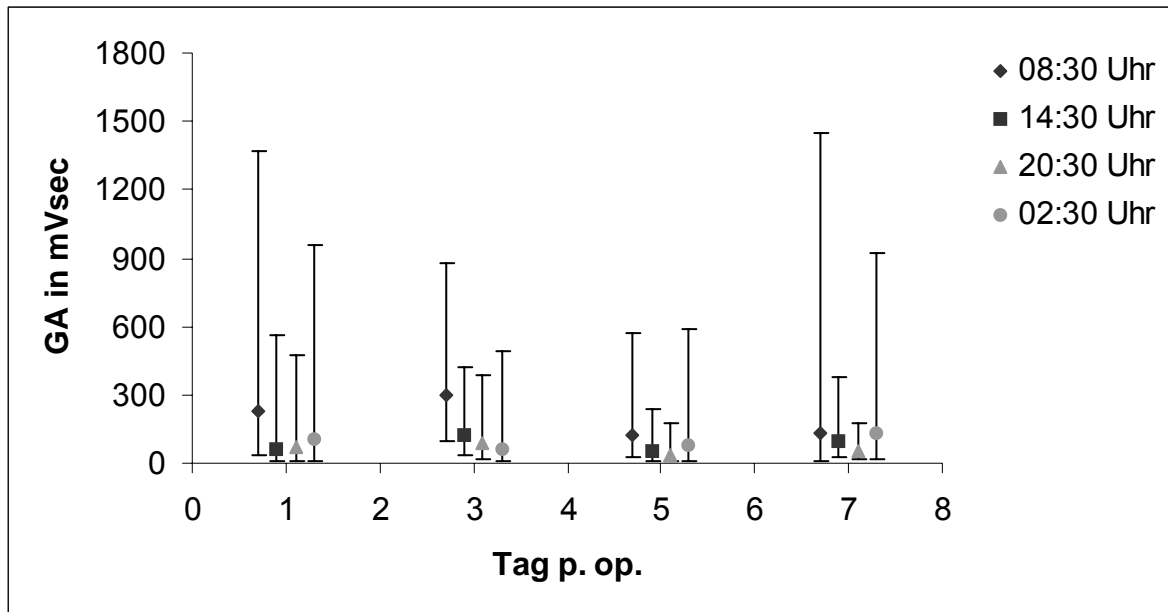


Abb. 4c: Elektrode 3 (Duodenum): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor der Gesamtamplitude (GA) an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) bezüglich der vier 20-Minuten-Messintervalle, beginnend jeweils um 08:30 Uhr, 14:30 Uhr, 20:30 Uhr und 02:30 Uhr

Auch hier wurden zur Bestimmung der Tageswerte die vier 20-minütigen Messungen addiert (Abb. 5).

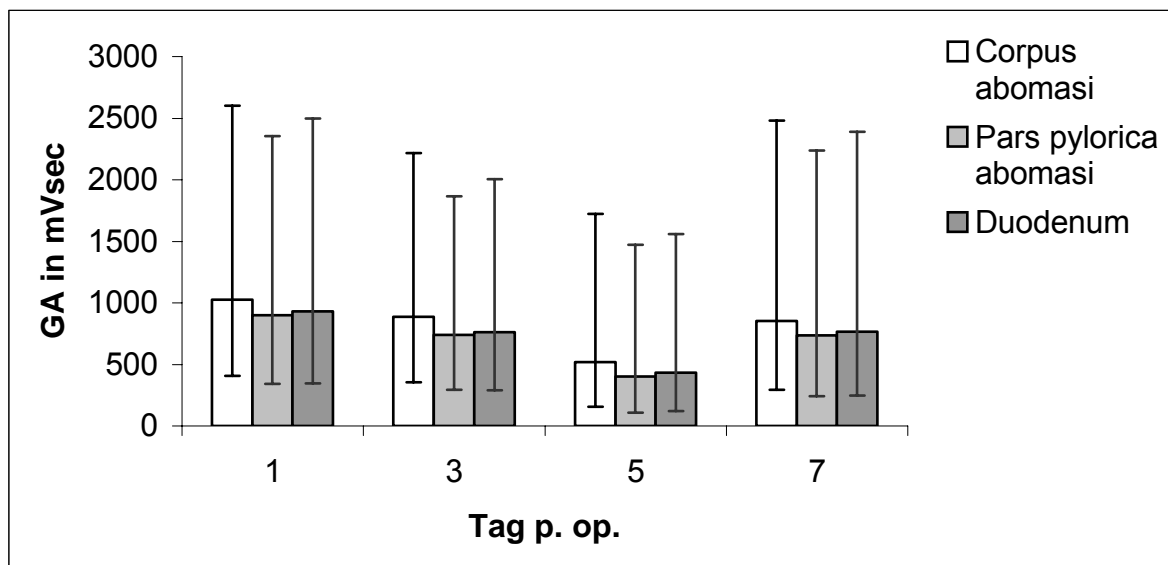


Abb. 5: Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor der Gesamtamplitude (GA) der einzelnen Elektrodenlokalisationen an den einzelnen Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.)

4.1.1.3 Statistische Beurteilung (siehe Abb. 2a bis 5)

Die Ergebnisse der elektromyographischen Messungen bewegten sich innerhalb einer großen Spannbreite. Es gab erhebliche interindividuelle Schwankungen. Bei einzelnen Tieren war die myoelektrische Aktivität sehr niedrig, bei anderen dagegen sehr hoch. Dies zeigt sich jeweils an einem hohen Streufaktor (GI: SF bis 5,4; GA: SF bis 13,1). Auffallend ist, dass bei den Messungen um 08:30 Uhr die Gesamtintegrale (GI), aber auch die Gesamtamplituden (GA) an den ersten beiden Messtagen im Mittel etwa doppelt bis dreifach (GI) bzw. bis fünffach (GA) so hoch lagen wie zu den übrigen Messzeitpunkten (Corpus abomasi: GI:  $\bar{X}_g = 46,2$  bzw.  $49,8$  mVsec gegenüber  $\bar{X}_g = 14,9 - 27,2$  mVsec; GA:  $\bar{X}_g = 269,8$  bzw.  $339,9$  mVsec gegenüber  $\bar{X}_g = 53,8 - 112,0$  mVsec; Pars pylorica abomasi: GI:  $\bar{X}_g = 37,4$  bzw.  $40,4$  mVsec gegenüber  $\bar{X}_g = 13,3 - 21,9$  mVsec; GA:  $\bar{X}_g = 228,6$  bzw.  $280,0$  mVsec gegenüber  $\bar{X}_g = 49,2 - 91,1$  mVsec; Duodenum: GI:  $\bar{X}_g = 39,4$  bzw.  $43,3$  mVsec gegenüber  $\bar{X}_g = 13,9 - 26,6$  mVsec; GA:  $\bar{X}_g = 230,6$  bzw.  $296,8$  mVsec gegenüber  $\bar{X}_g = 58,5 - 118,9$  mVsec). Am 5. und 7. Tag p. op. zeigte sich dieser Unterschied nicht mehr so deutlich (Corpus abomasi: GI:  $\bar{X}_g = 27,4$  bzw.  $31,5$  mVsec gegenüber  $\bar{X}_g = 10,2 - 30,9$  mVsec; GA:  $\bar{X}_g = 128,3$  bzw.  $147,7$  mVsec gegenüber  $\bar{X}_g = 31,0 - 137,6$  mVsec; Pars pylorica abomasi: GI:  $\bar{X}_g = 22,6$  bzw.  $24,6$  mVsec gegenüber  $\bar{X}_g = 7,9 - 24,5$  mVsec; GA:  $\bar{X}_g = 114,7$  bzw.  $116,2$  mVsec gegenüber  $\bar{X}_g = 26,9 - 117,4$  mVsec; Duodenum: GI:  $\bar{X}_g = 25,3$  bzw.  $26,0$  mVsec gegenüber  $\bar{X}_g = 8,8 - 27,1$  mVsec; GA:  $\bar{X}_g = 123,8$  bzw.  $130,4$  mVsec gegenüber  $\bar{X}_g = 31,6 - 128,2$  mVsec). Mit Hilfe einer dreifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Tag, Messzeitpunkt und Elektrode konnte aber weder beim Gesamtintegral noch bei der Gesamtamplitude ein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Messzeitpunkten festgestellt werden (GI:  $p = 0,10$ ; GA:  $p = 0,10$ ). Bei dem Parameter „Gesamtintegral“ lagen hoch signifikante Unterschiede zwischen den Messpunkten (Elektroden) vor ( $p < 0,0001$ ). Am Corpus abomasi war die myoelektrische Aktivität höher als am Duodenum und an der Pars pylorica abomasi. Am Corpus abomasi lagen die Werte, betrachtet man die Tagesaktivität, bei  $\bar{X}_g = 104,7 - 145,5$  mVsec. An der Pars pylorica abomasi fanden sich die Werte zwischen  $\bar{X}_g = 84,0$  mVsec und  $\bar{X}_g = 125,0$  mVsec und am Duodenum zwischen  $\bar{X}_g = 89,6$  mVsec und  $\bar{X}_g = 131,8$  mVsec. Im Gegensatz hierzu wa-

## ERGEBNISSE

ren die Unterschiede zwischen den Elektroden bei dem Parameter „Gesamtamplitude“ knapp nicht signifikant. Es ergab sich beim Kriterium „Elektrode“ nur ein p-Wert von etwas über 0,05. Am Corpus abomasi pendelten die Werte zwischen  $\bar{X}_g = 517,8$  mVsec und  $\bar{X}_g = 1027,1$  mVsec. An der Pars pylorica abomasi und am Duodenum waren die Werte etwas niedriger (Pars pylorica abomasi:  $\bar{X}_g = 401,4 - 899,1$  mVsec; Duodenum:  $\bar{X}_g = 432,3 - 930,4$  mVsec). Zwischen den einzelnen Messtagen gab es keine signifikanten Unterschiede (GI:  $p = 0,36$ ; GA:  $p = 0,34$ ). Die Höhe der myoelektrischen Aktivität lag am siebten Tag auf der des ersten Tages (Tag 1: GI:  $x_g = 125,0 - 146,0$  mVsec, GA:  $\bar{X}_g = 899,1 - 1027,1$  mVsec; Tag 7: GI:  $\bar{X}_g = 117,9 - 141,3$  mVsec, GA:  $\bar{X}_g = 735,0 - 852,5$  mVsec). Mittels der Varianzanalyse konnten auch keine Wechselwirkungen zwischen Messzeitpunkt und Tag (GI:  $p = 0,54$ ; GA:  $p = 0,73$ ), zwischen Tag und Elektrode (GI:  $p = 0,18$ ; GA:  $p = 0,18$ ), zwischen Messzeitpunkt und Elektrode (GI:  $p = 0,61$ ; GA:  $p = 0,92$ ) und zwischen allen drei Faktoren (GI:  $p = 0,52$ ; GA:  $p = 0,55$ ) nachgewiesen werden.

### **4.1.2 Ergebnisse der 24-Stunden-Messungen**

Bei 15 Kühen wurden elektromyographische Messungen über jeweils 24 Stunden durchgeführt. Messbeginn war jeweils um 08:30 Uhr. Für diese Werte wurde sowohl das Gesamtintegral (GI) als auch die Gesamtamplitude (GA) je Stunde berechnet. Die Ergebnisse sind nachfolgend aufgeführt. Die Tabellen (61, 62, 65 u. 66) mit den Werten der aufgeführten Abbildungen befinden sich im Anhang.

#### 4.1.2.1 Gesamtintegral

Zur besseren Übersicht werden die Ergebnisse an den verschiedenen Elektroden in getrennten Abbildungen gezeigt (Abb. 6a bis 6c).

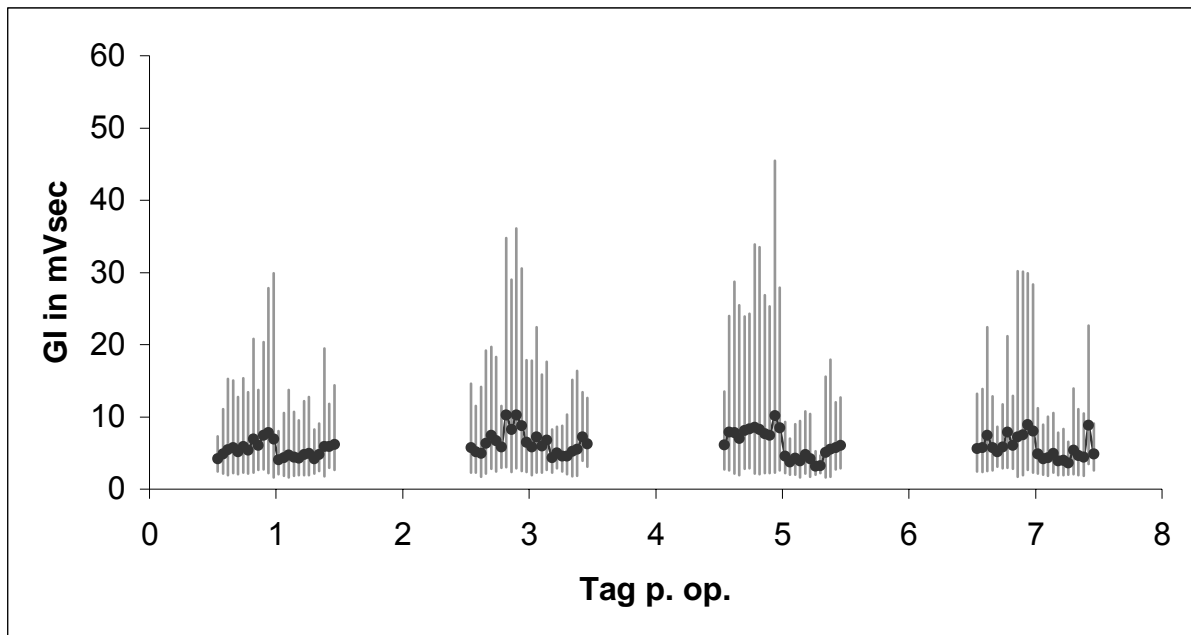


Abb. 6a: Elektrode 1 (Corpus abomasi): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor des Gesamtintegrals (GI) an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) für jede einzelne Stunde der 24-Stunden-Intervalle (Messbeginn: 08:30 Uhr)

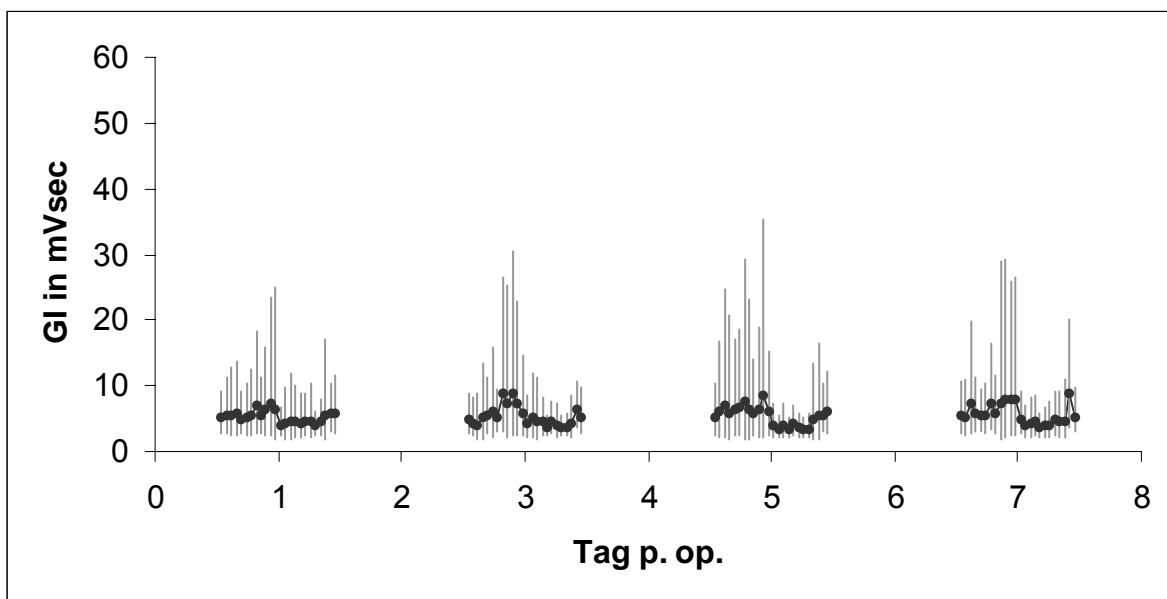


Abb. 6b: Elektrode 2 (Pars pylorica abomasi): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor des Gesamtintegrals (GI) an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) für jede einzelne Stunde der 24-Stunden-Intervalle (Messbeginn: 08:30 Uhr)

## ERGEBNISSE

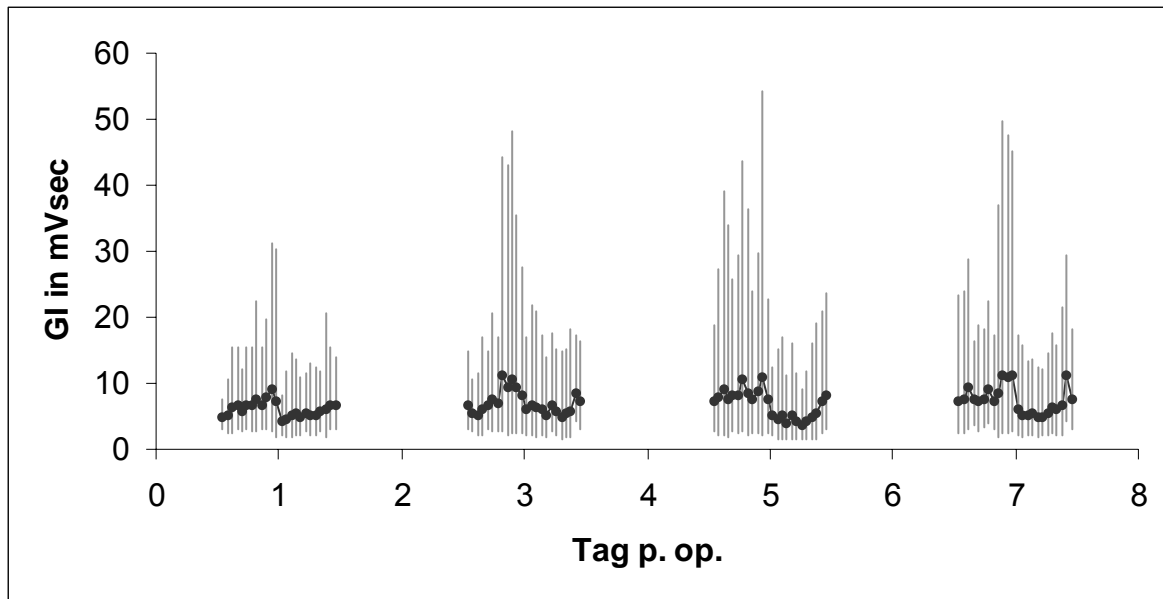


Abb. 6c: Elektrode 3 (Duodenum): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor des Gesamtintegrals (GI) an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) für jede einzelne Stunde der 24-Stunden-Intervalle (Messbeginn: 08:30 Uhr)

In der nachfolgenden Abbildung 7 sind die für die einzelnen 24-Stunden-Messzeiträume berechneten Gesamtintegrale (GI) graphisch dargestellt.

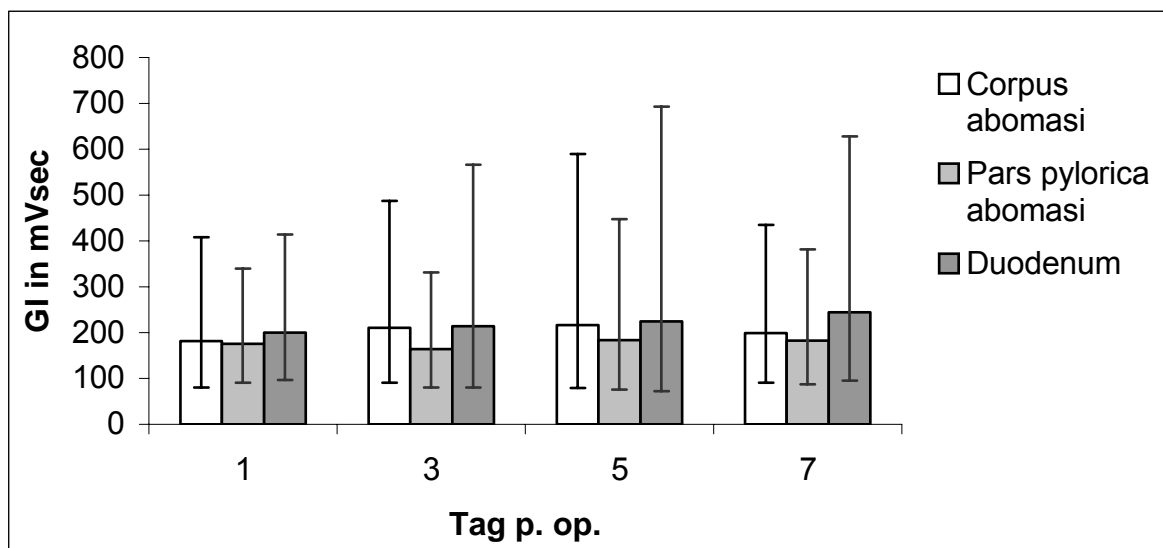


Abb. 7: Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor des Gesamtintegrals (GI) der einzelnen Elektrodenlokalisationen an den einzelnen Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.)

4.1.2.2 Gesamtamplitude

Auch die Ergebnisse der Gesamtamplitude werden zur besseren Übersicht in getrennten Abbildungen (je Messpunkt) dargestellt (Abb. 8a bis 8c).

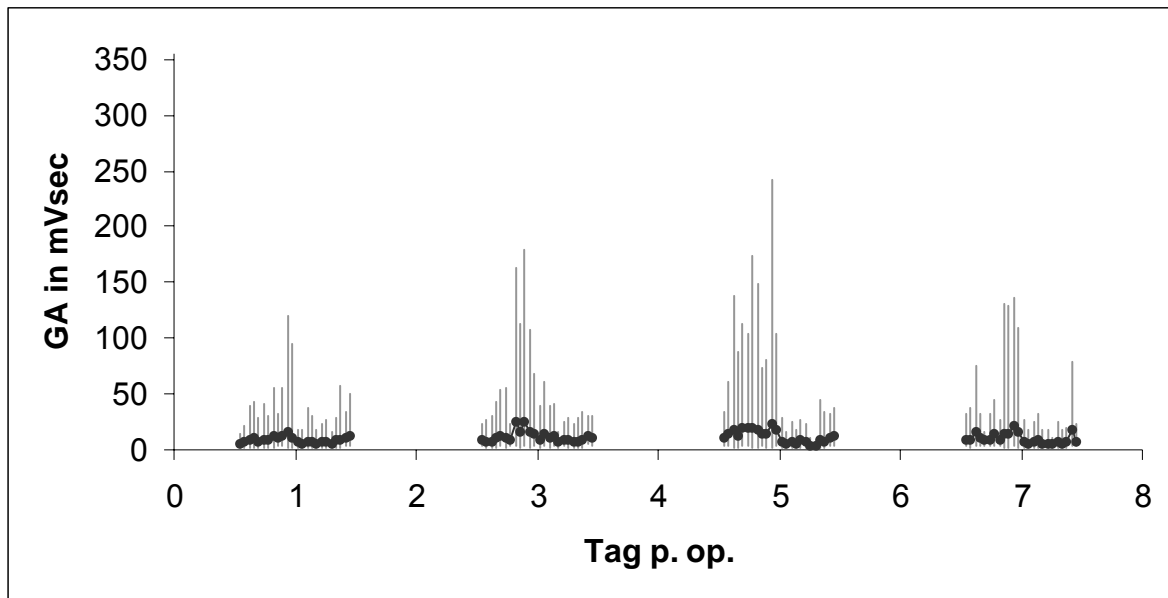


Abb. 8a: Elektrode 1 (Corpus abomasi): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor der Gesamtamplitude (GA) an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) für jede einzelne Stunde der 24-Stunden-Intervalle (Messbeginn: 08:30 Uhr)

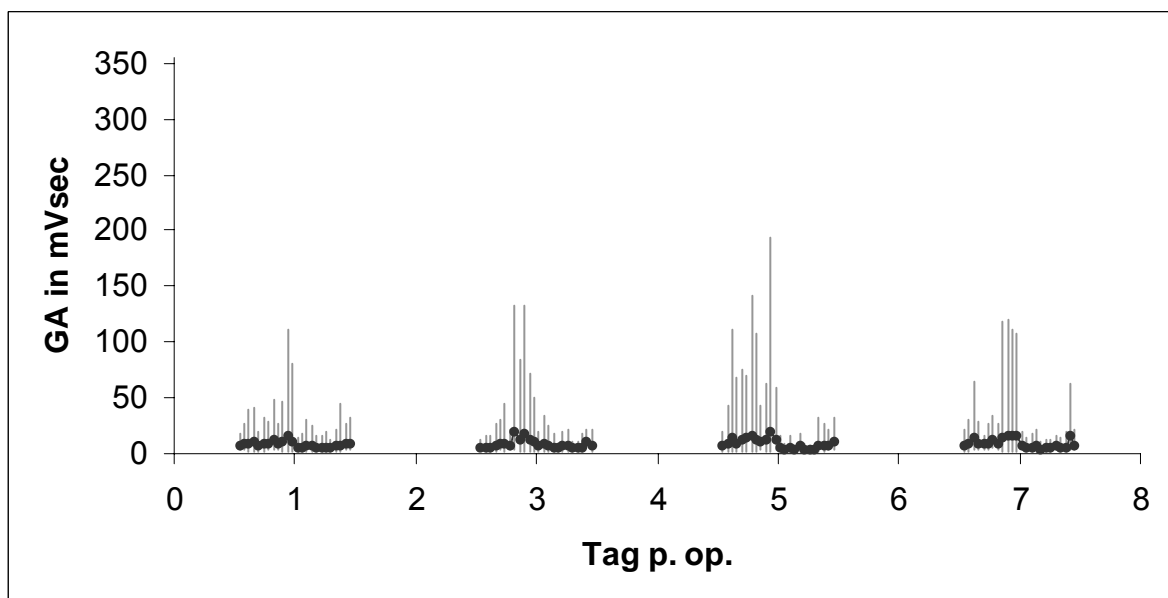


Abb. 8b: Elektrode 1 (Pars pylorica abomasi): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor der Gesamtamplitude (GA) an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) für jede einzelne Stunde der 24-Stunden-Intervalle (Messbeginn: 08:30 Uhr)

## ERGEBNISSE

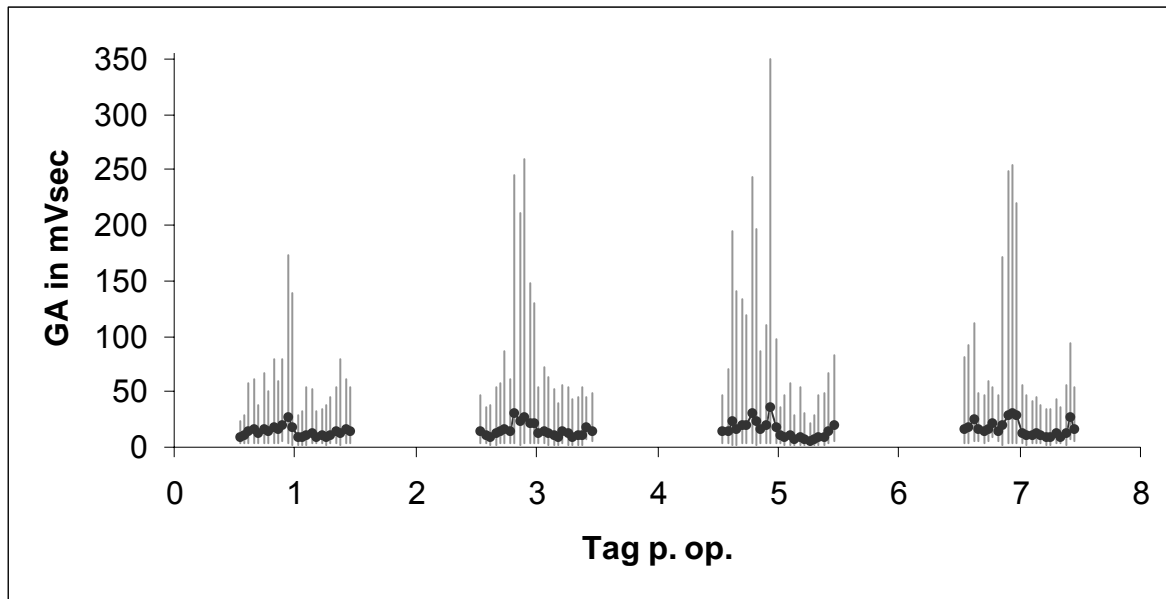


Abb. 8c: Elektrode 3 (Duodenum): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor der Gesamtamplitude (GA) an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) für jede einzelne Stunde der 24-Stunden-Intervalle (Messbeginn: 08:30 Uhr)

Eine Darstellung der für die einzelnen 24-Stunden-Messintervalle berechneten Gesamtamplituden (GA) findet sich in der folgenden Abbildung 9.

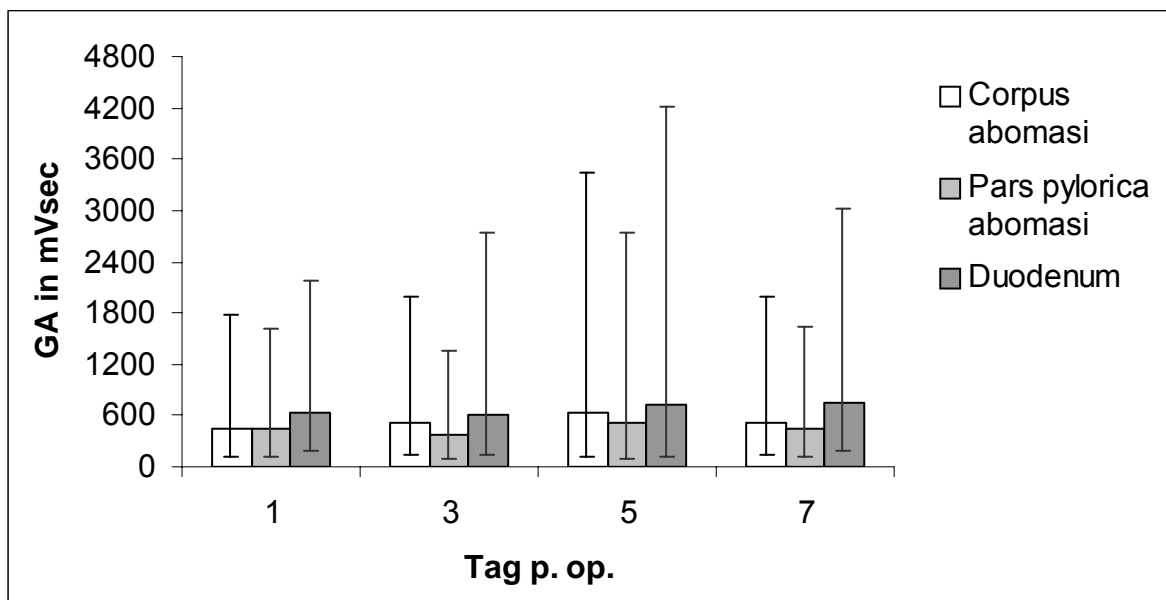


Abb. 9: Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor der Gesamtamplitude (GA) der einzelnen Elektrodenlokalisationen an den einzelnen Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.)

4.1.2.3 Statistische Beurteilung (siehe Abb. 6a bis 9)

Auch bei den 24-Stunden-Messungen konnte eine große Spannbreite in der myoelektrischen Aktivität der einzelnen Tiere beobachtet werden. Auch hier gab es Tiere mit sehr niedriger myoelektrischer Aktivität und Tiere mit hoher Aktivität. Die Spannbreite war aber nicht so ausgeprägt wie bei den 20-Minuten-Messungen (GI: SF bis 4,9; GA: SF ebenfalls bis 4,9). Auffällig war der tageszeitliche Verlauf der myoelektrischen Aktivität. Dabei konnte ein zirkadianer Rhythmus beobachtet werden. Tagsüber lag die Aktivität höher als in der Nacht. Bei der Messung des Gesamtintegrals kam es zunächst zu einem Anstieg von  $\bar{X}_g = 4,2 - 7,4$  mVsec (Stunde 1 = 09:30 Uhr: je nach Messtag und Elektrodenstelle) auf  $\bar{X}_g = 7,4 - 11,1$  mVsec (Stunde 8 – 11 = 16:30 Uhr – 19:30 Uhr: je nach Messtag und Elektrodenstelle). Danach kam es zu einem Rückgang des Gesamtintegrals auf  $\bar{X}_g = 3,2 - 5,0$  mVsec (Stunde 17 – 20 = 01:30 Uhr – 04:30 Uhr: je nach Messtag und Elektrodenstelle), um anschließend wieder auf  $\bar{X}_g = 5,7 - 11,3$  mVsec (Stunde 23 – 24 = 07:30 – 08:30 Uhr: je nach Messtag und Elektrodenstelle) anzusteigen. Die Entwicklung der Gesamtamplitude zeigte ein ähnliches Bild. Zunächst kam es zu einem Anstieg von  $\bar{X}_g = 5,6 - 17,0$  mVsec (Stunde 1 = 09:30 Uhr: je nach Messtag und Elektrodenstelle) auf  $\bar{X}_g = 16,0 - 35,3$  mVsec (Stunde 8 – 11 = 16:30 Uhr – 19:30 Uhr: je nach Messtag und Elektrodenstelle). Anschließend reduzierte sich die Gesamtamplitude auf  $\bar{X}_g = 3,7 - 9,2$  mVsec (Stunde 18 – 20 = 02:30 Uhr – 04:30 Uhr: je nach Messtag und Elektrodenstelle) und stieg wieder auf  $\bar{X}_g = 9,4 - 26,2$  mVsec (Stunde 23 – 24 = 07:30 – 08:30 Uhr: je nach Messtag und Elektrodenstelle) an. Bei der dreifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Tag, Stunde und Elektrode war sowohl für das Gesamtintegral (GI) als auch für die Gesamtamplitude (GA) der Stundenunterschied hoch signifikant ( $p < 0,0001$ ). Die Unterschiede zwischen den einzelnen Messtagen waren dagegen nicht signifikant (GI:  $p = 0,80$ ; GA:  $p = 0,93$ ). Die myoelektrische Aktivität lag am 7. Tag p. op. nur etwas höher als am ersten Tag nach der Operation (Tag 1: GI:  $\bar{X}_g = 175,4 - 199,7$  mVsec, GA:  $\bar{X}_g = 445,5 - 643,4$  mVsec; Tag 7: GI:  $\bar{X}_g = 182,2 - 244,3$  mVsec, GA:  $\bar{X}_g = 456,2 - 742,3$  mVsec). Beim Kriterium „Elektrode“ lag hinsichtlich des Gesamtintegrals (GI) kein signifikanter Unterschied ( $p = 0,24$ ) vor; jedoch konnte bei der Gesamtamplitude (GA) eine schwache Signifi-

## ERGEBNISSE

kanz ( $p < 0,05$ ) festgestellt werden. Am Duodenum war die myoelektrische Aktivität etwas höher als am Corpus abomasi und an der Pars pylorica abomasi (Duodenum: GI:  $\bar{X}_g = 199,7 - 244,3$  mVsec, GA:  $\bar{X}_g = 612,7 - 742,3$  mVsec; Corpus abomasi: GI:  $\bar{X}_g = 180,8 - 216,5$  mVsec, GA:  $\bar{X}_g = 453,1 - 641,1$ ; Pars pylorica abomasi: GI:  $\bar{X}_g = 163,5 - 184,0$  mVsec, GA:  $\bar{X}_g = 364,2 - 523,7$  mVsec). Wechselwirkungen zwischen Tag und Stunde (GI:  $p = 0,95$ ; GA:  $p = 0,67$ ), zwischen Tag und Elektrode (GI:  $p = 0,29$ ; GA:  $p = 0,20$ ), zwischen Stunde und Elektrode (GI:  $p = 0,96$ ; GA:  $p = 0,88$ ) und zwischen allen drei Faktoren (GI:  $p = 0,61$ ; GA:  $p = 0,79$ ) wurden nicht beobachtet.

### **4.1.3 Kontrollgruppe**

Bei 5 gesunden Kühen wurden ebenfalls 24-stündige elektromyographische Messungen durchgeführt. Aus den gemessenen Werten wurden sowohl das Gesamtintegral (GI) als auch die Gesamtamplitude (GA) je Stunde berechnet. Die Ergebnisse sind nachfolgend aufgeführt. Die Tabellen (67, 68, 69 u. 71) mit den Werten zu den aufgeführten Abbildungen befinden sich im Anhang.

#### 4.1.3.1 Gesamtintegral

Zur besseren Übersicht werden die Ergebnisse der einzelnen Elektrodenstellen in getrennten Abbildungen dargestellt (Abb. 10a bis 10c).

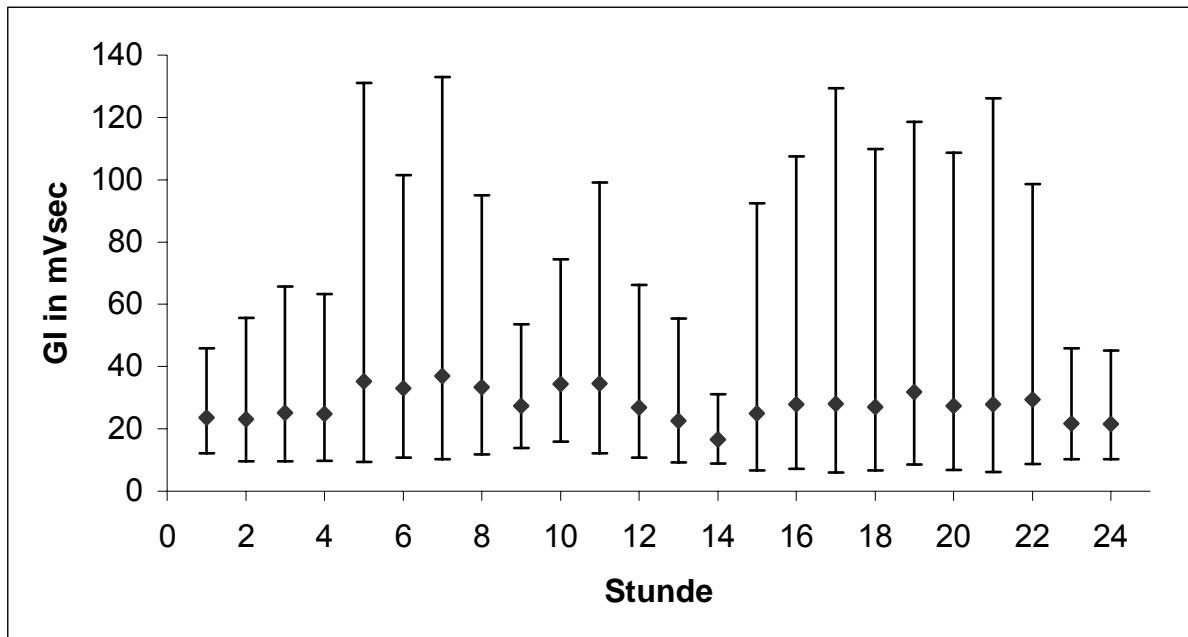


Abb. 10a: Elektrode 1 (Corpus abomasi): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor des Gesamtintegrals (GI) je Stunde; Messbeginn: 08:30 Uhr

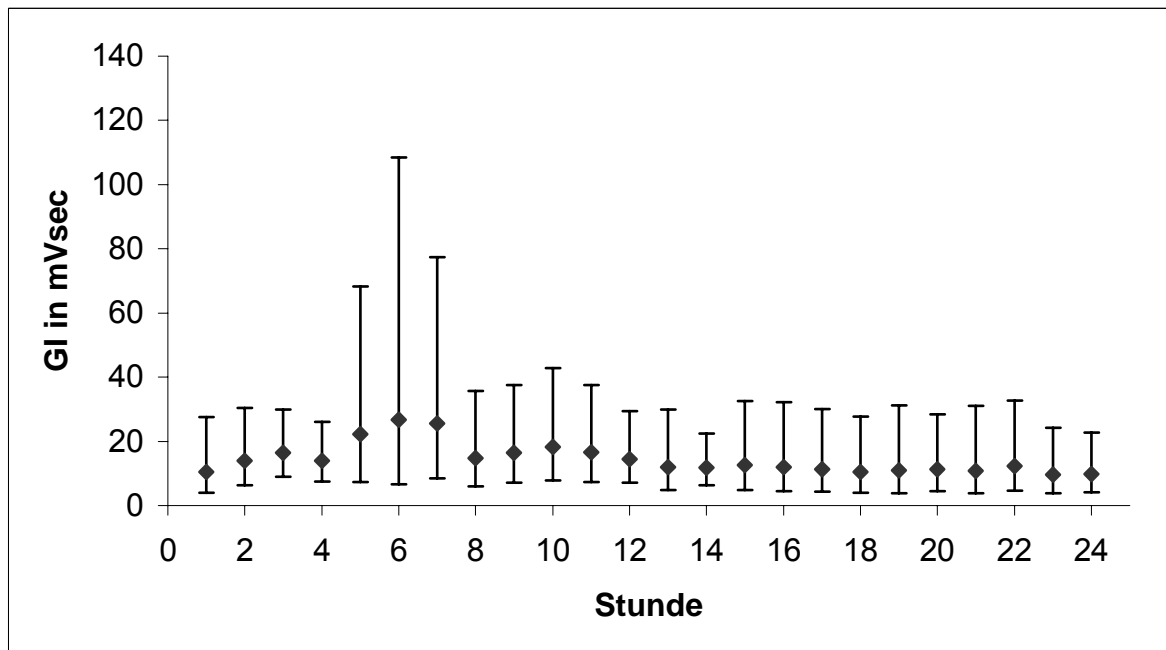


Abb. 10b: Elektrode 2 (Pars pylorica abomasi): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor des Gesamtintegrals (GI) je Stunde; Messbeginn: 08:30 Uhr

## ERGEBNISSE

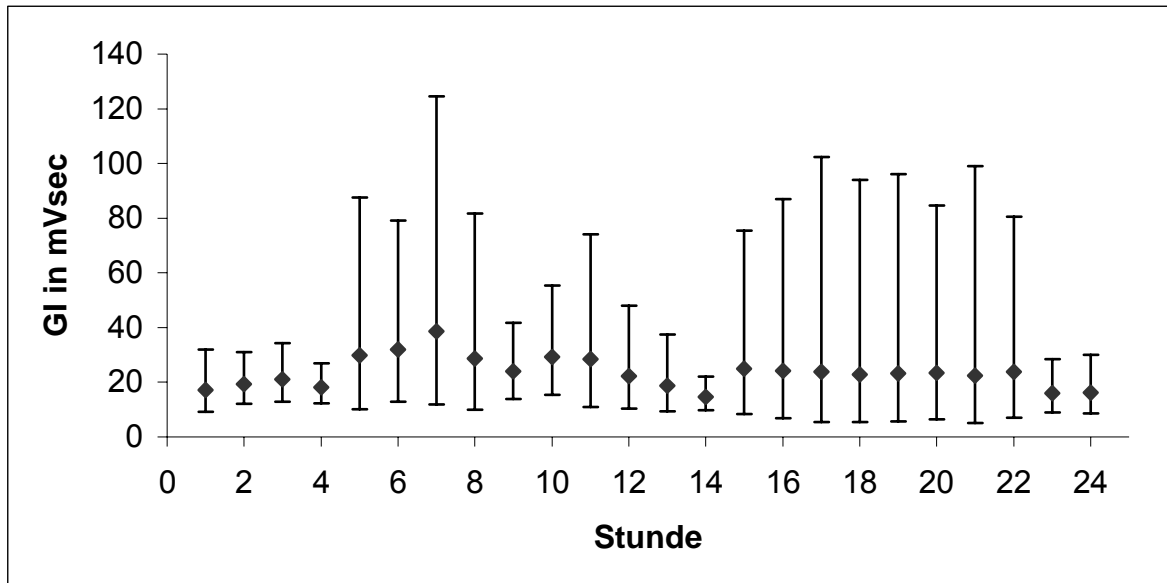


Abb. 10c: Elektrode 3 (Duodenum): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor des Gesamtintegrals (GI) je Stunde; Messbeginn: 08:30 Uhr

### 4.1.3.2 Gesamtamplitude

Auch die Messergebnisse bei der Gesamtamplitude werden zur besseren Übersicht in getrennten Abbildungen (je Elektrode) gezeigt (Abb. 11a bis 11c).

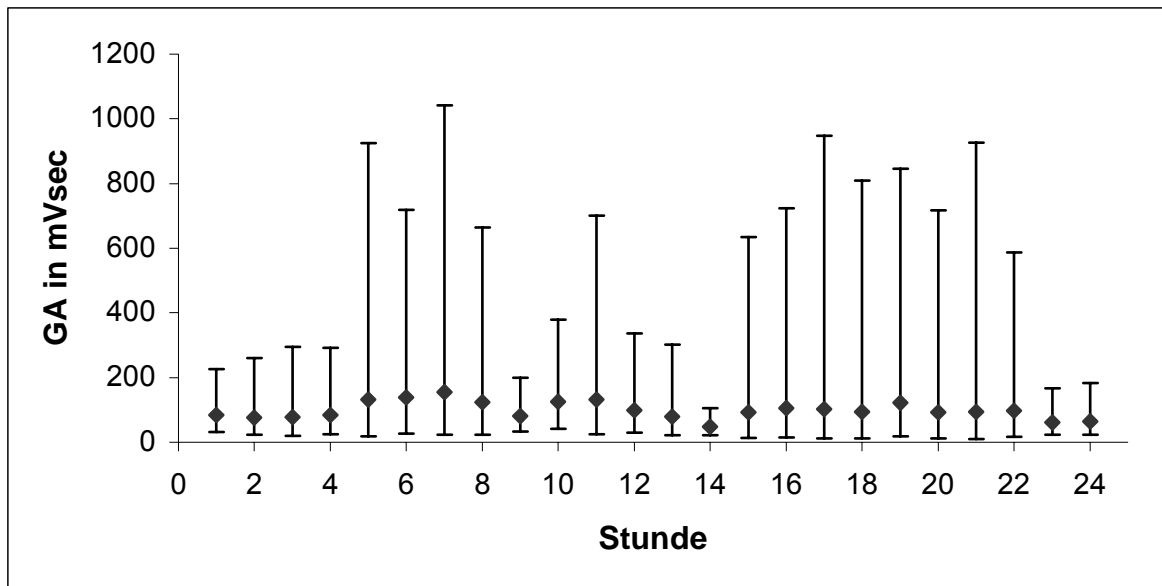


Abb. 11a: Elektrode 1 (Corpus abomasi): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor der Gesamtamplitude (GA) je Stunde; Messbeginn: 08:30 Uhr

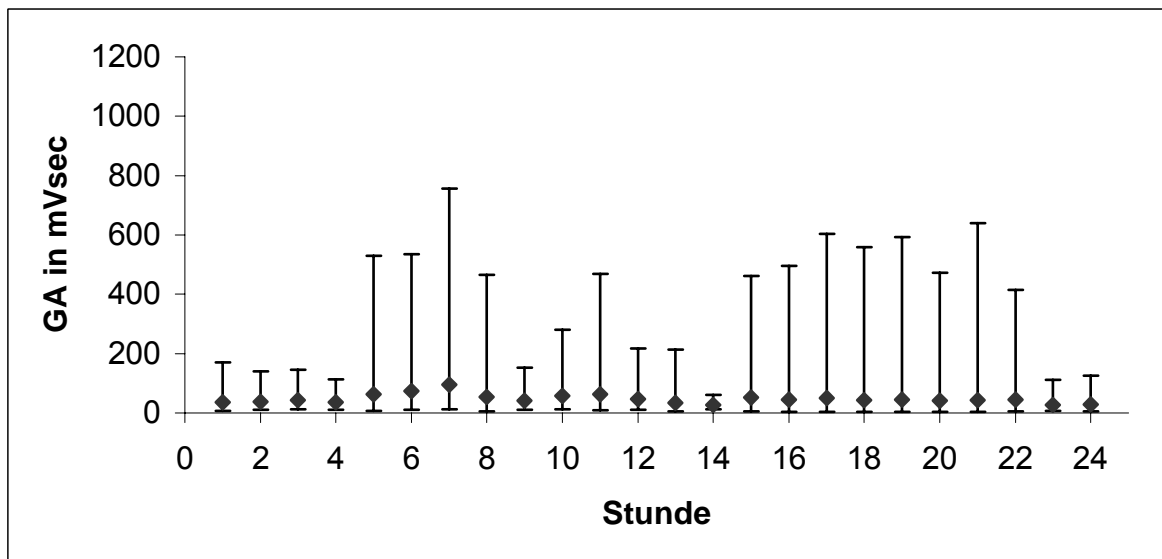


Abb. 11b: Elektrode 2 (Pars pylorica abomasi): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor der Gesamtamplitude (GA) je Stunde; Messbeginn: 08:30 Uhr

## ERGEBNISSE

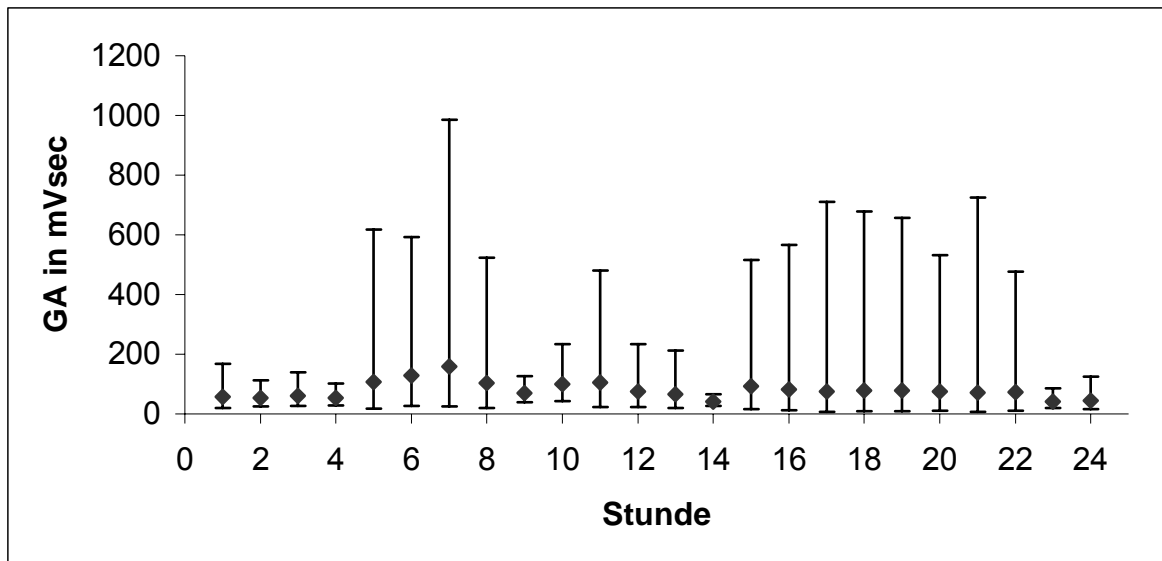


Abb. 11c: Elektrode 3 (Duodenum): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor der Gesamtamplitude (GA) je Stunde; Messbeginn: 08:30 Uhr

Ein zirkadianer Rhythmus konnte auch in der Kontrollgruppe beobachtet werden (siehe Abb. 10a bis 11c). Je nach Elektrodenlokalisierung konnte zunächst ein Anstieg des Gesamtintegrals von  $\bar{X}_g = 10,5 - 23,5$  mVsec (Stunde 1 = 09:30 Uhr) auf  $\bar{X}_g = 26,8 - 37,0$  mVsec (Stunde 6 bzw. 7 = 14:30 Uhr bzw. 15:30 Uhr) beobachtet werden. Bis 22:30 Uhr (Stunde 14) kam es dann zu einer Reduktion des Gesamtintegrals auf  $\bar{X}_g = 11,9 - 16,7$  mVsec (je nach Elektrodenlokalisierung). Danach stieg die myoelektrische Aktivität in Form des GI wieder an und zeigte teilweise einen schwankenden Verlauf. Ein erneuter Rückgang zeigte sich um 07:30 Uhr – 08:30 Uhr ( $\bar{X}_g = 9,6 - 21,6$  mVsec). Die Gesamtamplitude zeigte einen ähnlichen Verlauf. Je nach Elektrodenstelle kam es zunächst zu einem Anstieg von  $\bar{X}_g = 36,6 - 84,6$  mVsec (Stunde 1 = 09:30 Uhr) auf  $\bar{X}_g = 95,5 - 158,9$  mVsec (Stunde 7 = 15:30 Uhr). Bis 22:30 Uhr (Stunde 14) sank die Gesamtamplitude auf  $\bar{X}_g = 27,8 - 47,9$  mVsec. Unmittelbar darauf stieg die myoelektrische Aktivität nochmals auf  $\bar{X}_g = 51,2 - 121,9$  mVsec (Stunde 15 bzw. 19 = 23:30 Uhr bzw. 03:30 Uhr) an. Ein erneuter Tiefpunkt lag bei 07:30 Uhr (Stunde 23):  $\bar{X}_g = 27,6 - 61,5$  mVsec.

### 4.1.3.3 Vergleiche zwischen Versuchsgruppe (24-Stunden-Messungen) und Kontrollgruppe

In den beiden folgenden Abbildungen werden die über 24 Stunden gemessenen elektromyographischen Werte der Versuchsgruppe an den einzelnen Messtagen und den jeweiligen Messpunkten derjenigen der Kontrollgruppe gegenübergestellt (Abb. 12 u. 13).

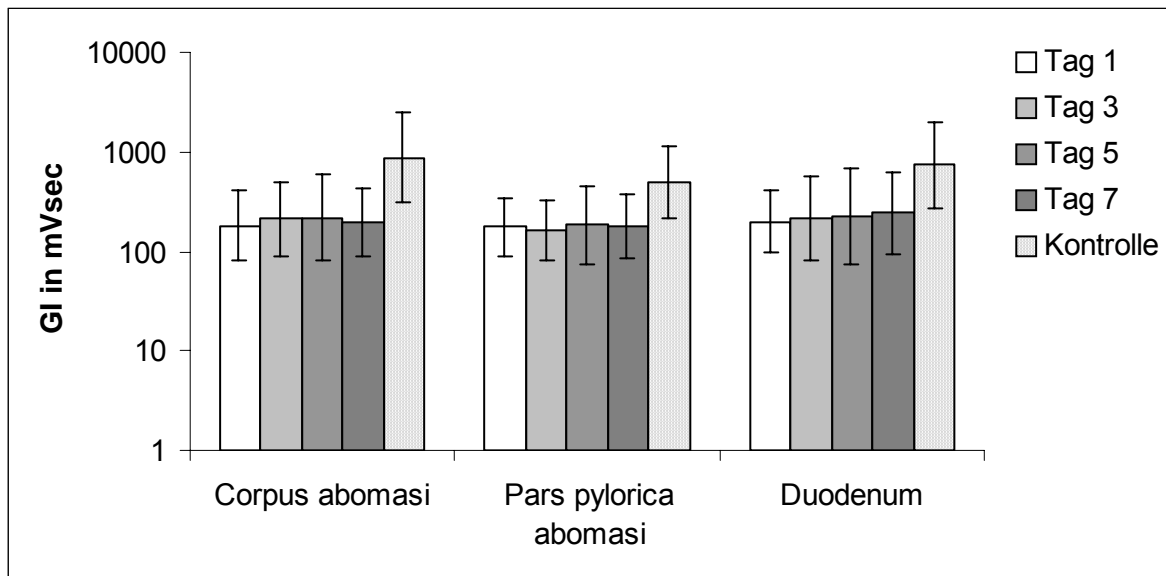


Abb. 12: Tagesaktivität: Graphische Gegenüberstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor des Gesamtintegrals (GI) in der Versuchsgruppe (Tag 1, 3, 5 und 7 p. op.) im Vergleich zur Kontrollgruppe (Kontrolle) an den jeweiligen Messpunkten (Corpus abomasi, Pars pylorica abomasi und Duodenum)

Tab. 1: Statistische Auswertung: Übersicht über die Signifikanz der Unterschiede in den Tageswerten des Gesamtintegrals zwischen den Gruppen (V: Versuchsgruppe; K: Kontrollgruppe)

Signifikanz	Messpunkt		
	Corpus abomasi	Pars pylorica abomasi	Duodenum
Tag 1 p. op.	V < K (p < 0,001)	V < K (p < 0,01)	V < K (p < 0,001)
3	V < K (p < 0,001)	V < K (p < 0,01)	V < K (p < 0,01)
5	V < K (p < 0,01)	V < K (p < 0,01)	V < K (p = 0,02)
7	V < K (p < 0,001)	V < K (p < 0,01)	V < K (p = 0,02)

Mittels zweifaktorieller Varianzanalyse mit Messwiederholung im Faktor Stunde und Tag konnte bei den Tieren in der Versuchsgruppe je nach Lokalisation und Tag eine

## ERGEBNISSE

schwach bis hoch signifikant geringere 24-Stunden-Aktivität hinsichtlich des Gesamtintegrals festgestellt werden als in der Kontrollgruppe (siehe Tabelle 1).

Am Corpus abomasi lagen die Werte der Versuchsgruppe etwa 4 – 5 mal niedriger als in der Kontrollgruppe ( $\bar{X}_g = 180,8 - 216,5$  mVsec (je nach Messtag) gegenüber  $\bar{X}_g = 870,5$  mVsec). An der Pars pylorica gab es in der Versuchsgruppe etwa 2,5 – 3 fach geringere Werte ( $\bar{X}_g = 163,5 - 184,0$  mVsec (je nach Messtag) gegenüber  $\bar{X}_g = 493,2$  mVsec) und am Duodenum etwa 3 – 4 fach geringere Werte ( $\bar{X}_g = 199,7 - 244,3$  mVsec (je nach Messtag) gegenüber  $\bar{X}_g = 744,7$  mVsec) als in der Kontrollgruppe (Abb. 12).

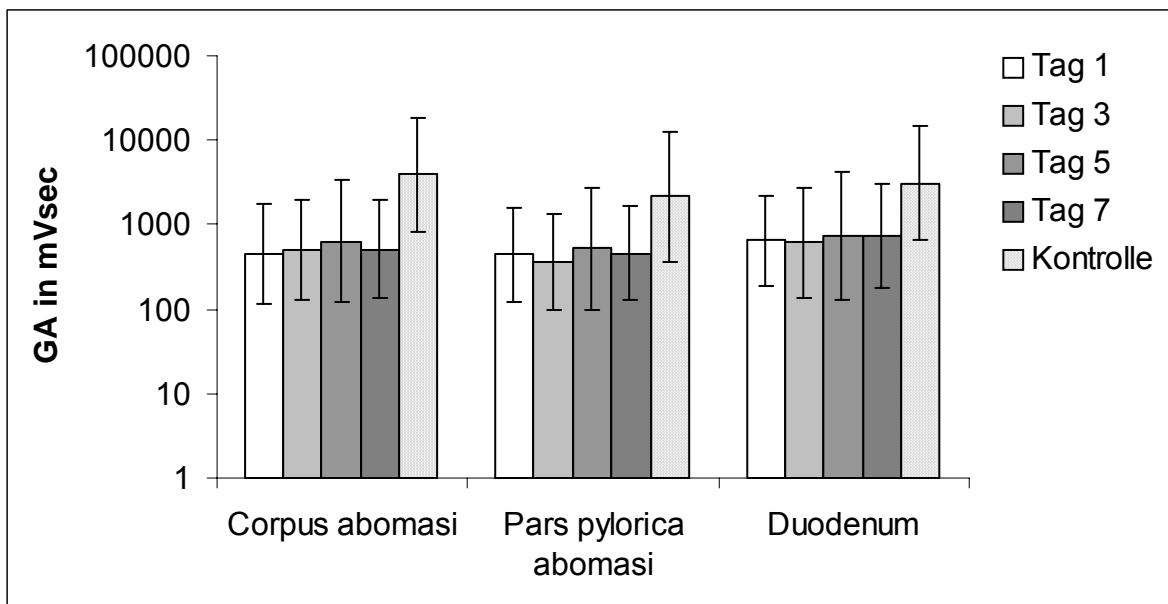


Abb. 13: Tagesaktivität: Graphische Gegenüberstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor der Gesamtamplitude (GA) in der Versuchsgruppe (Tag 1, 3, 5 und 7 p. op.) im Vergleich zur Kontrollgruppe (Kontrolle) an den jeweiligen Messpunkten (Corpus abomasi, Pars pylorica abomasi und Duodenum)

Tab. 2: Statistische Auswertung: Übersicht über die Signifikanz der Unterschiede in den Tageswerten der Gesamtamplitude zwischen den Gruppen (V: Versuchsgruppe; K: Kontrollgruppe)

Signifikanz	Messpunkt		
	Corpus abomasi	Pars pylorica abomasi	Duodenum
1	V < K (p < 0,001)	V < K (p < 0,01)	V < K (p < 0,01)
3	V < K (p < 0,001)	V < K (p < 0,01)	V < K (p = 0,02)
5	V < K (p < 0,01)	V < K (p < 0,01)	V < K (p = 0,03)
7	V < K (p < 0,001)	V < K (p < 0,01)	V < K (p = 0,02)

Je nach Messpunkt und Tag ergab sich bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung im Faktor Stunde und Tag eine schwach bis hoch signifikant niedrigere Gesamtamplitude pro Tag in der Versuchsgruppe als in der Kontrollgruppe (siehe Tabelle 2).

Am Corpus abomasi lagen in der Versuchsgruppe etwa 6 – 8,5 mal niedrigere Werte vor als in der Kontrollgruppe ( $\bar{X}_g = 453,1 - 641,1$  mVsec gegenüber  $\bar{X}_g = 3894,4$  mVsec). An der Pars pylorica waren die Werte der Versuchsgruppe etwa 4 – 6 fach und am Duodenum etwa 4 – 5 fach geringer als in der Kontrollgruppe (Pars pylorica abomasi:  $\bar{X}_g = 364,2 - 523,7$  mVsec (je nach Messtag) gegenüber  $\bar{X}_g = 2140,3$  mVsec; Duodenum:  $\bar{X}_g = 612,7 - 742,3$  mVsec (je nach Messtag) gegenüber  $\bar{X}_g = 3122,3$  mVsec) (Abb. 13).

## ERGEBNISSE

### **4.1.4 Neostigmingabe**

Bei 9 Kühen wurde am 8. Tag p. op. um 09:00 Uhr Neostigmin (Konstigmin<sup>®</sup>, Fa. Chassot, 0,05 mg/kg KM s. c.) verabreicht und über 6 Stunden die myoelektrische Aktivität gemessen. Dabei wurde sowohl das Gesamtintegral (GI) als auch die Gesamtamplitude (GA) je Stunde berechnet. Die Ergebnisse sind im Vergleich zum 7. Tag p. op. nachfolgend aufgeführt. Die Tabellen (73 u. 74) mit den Werten für die aufgeführten Abbildungen befinden sich im Anhang

#### 4.1.4.1 Gesamtintegral

Zur besseren Übersicht werden die elektromyographischen Ergebnisse an den einzelnen Messpunkten in getrennten Abbildungen dargestellt (Abb. 14a bis 14c).

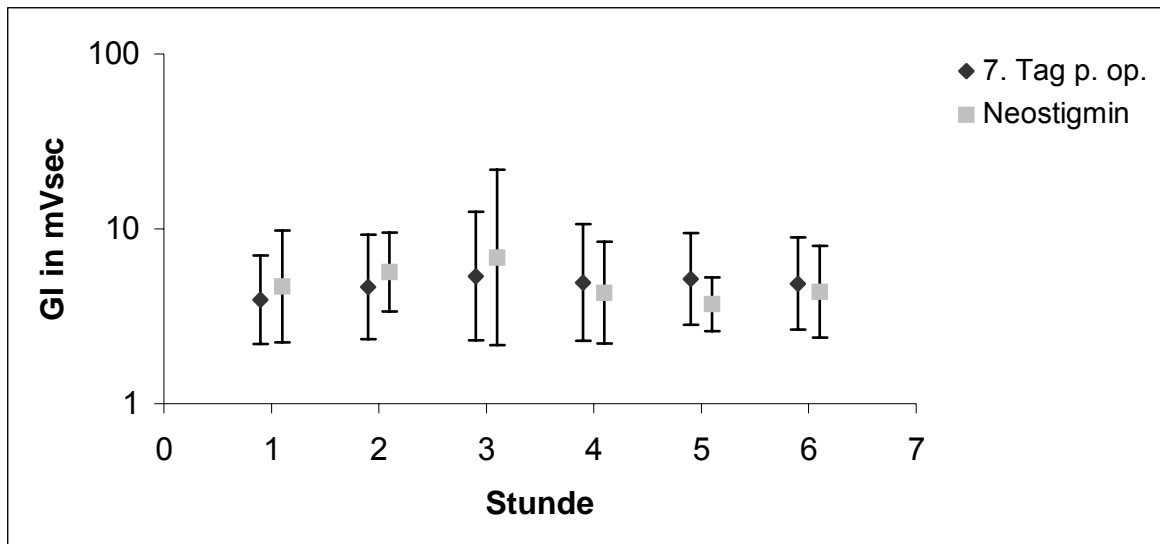


Abb. 14a: Elektrode 1 (Corpus abomasi): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor des Gesamtintegrals (GI) je Stunde nach Neostigmingabe im Vergleich zu den Werten am 7. Tag p. op.; Messbeginn: jeweils 09:00 Uhr

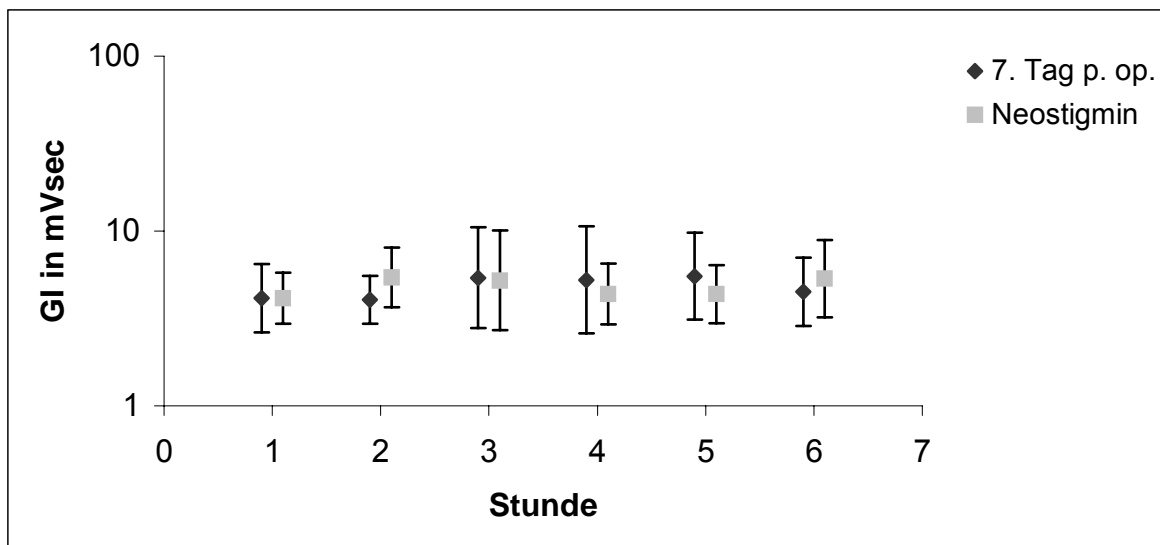


Abb. 14b: Elektrode 2 (Pars pylorica abomasi): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor des Gesamtintegrals (GI) je Stunde nach Neostigmingabe im Vergleich zu den Werten am 7. Tag p. op.; Messbeginn: jeweils 09:00 Uhr

## ERGEBNISSE

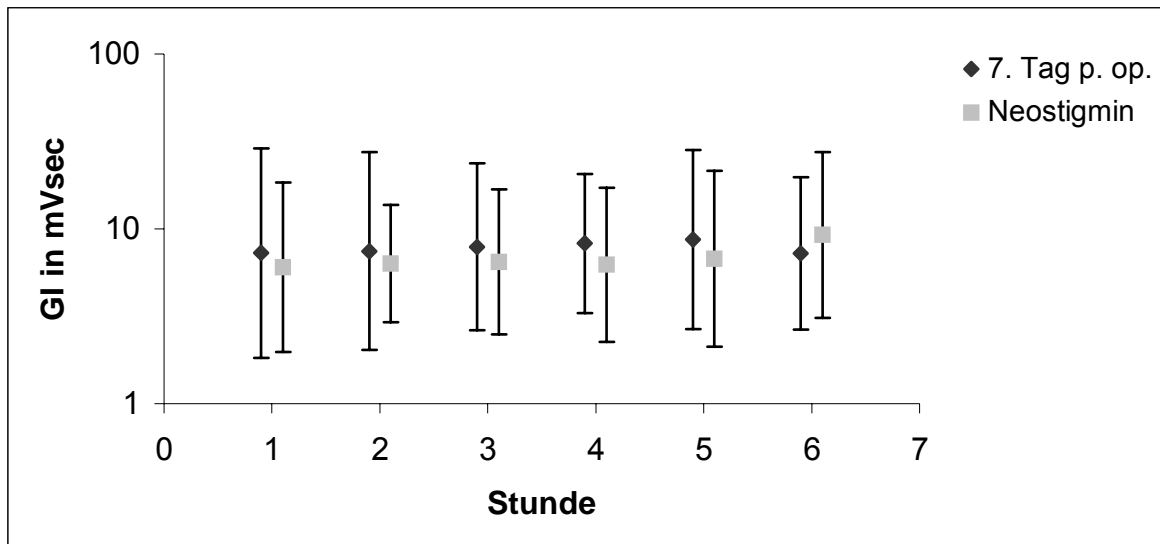


Abb. 14c: Elektrode 3 (Duodenum): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor des Gesamtintegrals (GI) je Stunde nach Neostigmingabe im Vergleich zu den Werten am 7. Tag p. op.; Messbeginn: jeweils um 09:00 Uhr

### 4.1.4.2 Gesamtamplitude

Auch hier werden die elektromyographischen Ergebnisse bezogen auf die einzelnen Elektroden zur besseren Übersicht in getrennten Abbildungen gezeigt (Abb. 15a bis 15c)

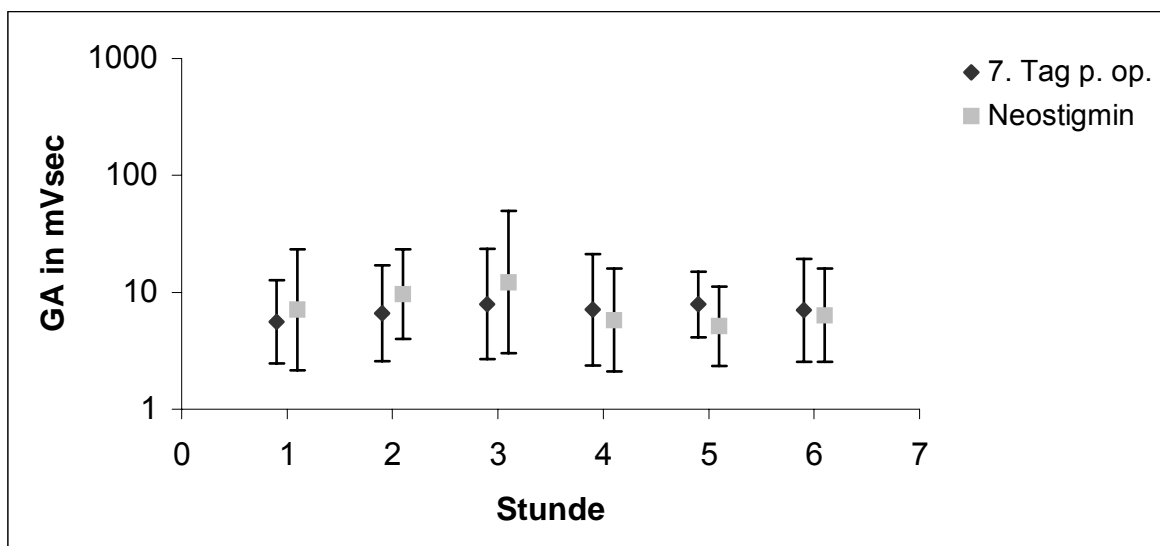


Abb. 15a: Elektrode 1 (Corpus abomasi): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor der Gesamtamplitude (GA) je Stunde nach Neostigmingabe im Vergleich zu den Werten am 7. Tag p. op.; Messbeginn: jeweils um 09:00 Uhr

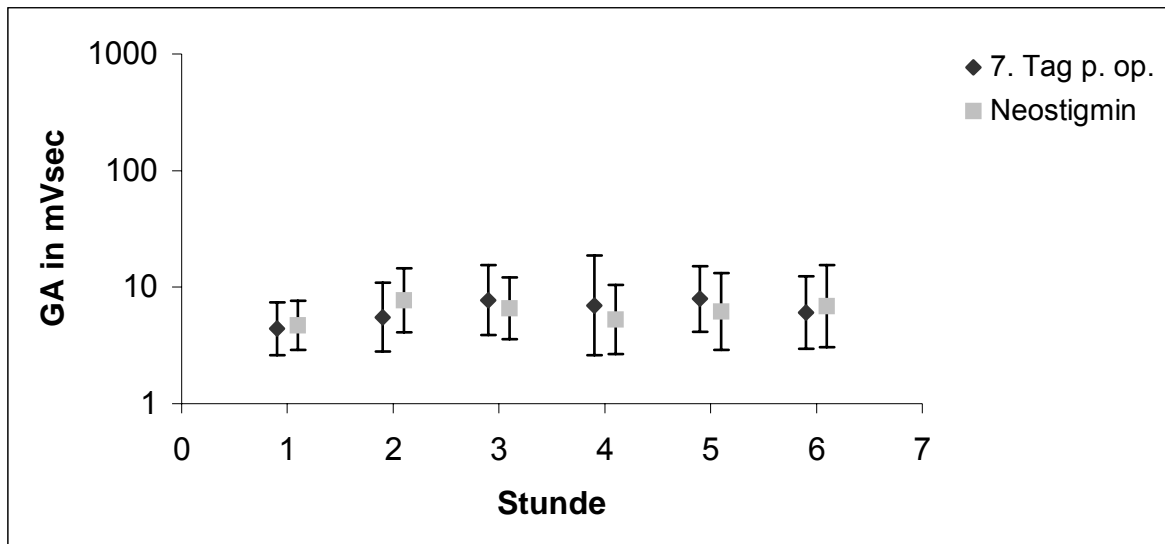


Abb. 15b: Elektrode 2 (Pars pylorica abomasi): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor der Gesamtamplitude (GA) je Stunde nach Neostigmingabe im Vergleich zu den Werten am 7. Tag p. op.; Messbeginn: jeweils um 09:00 Uhr

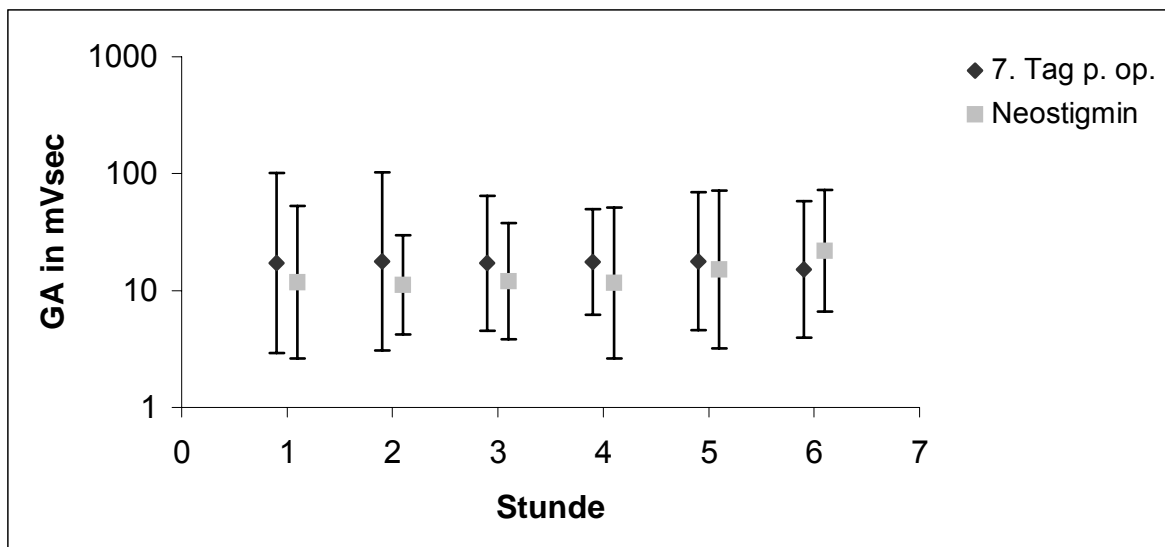


Abb. 15c: Elektrode 3 (Duodenum): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor der Gesamtamplitude (GA) je Stunde nach Neostigmingabe im Vergleich zu den Werten am 7. Tag p. op.; Messbeginn: jeweils um 09:00 Uhr

## ERGEBNISSE

### 4.1.4.3 Statistische Beurteilung (siehe Abb. 14a bis 15c)

An der Elektrode 1 (Corpus abomasi) zeigte sich innerhalb der ersten drei Stunden nach Neostigmingabe eine höhere myoelektrische Aktivität (sowohl hinsichtlich des Gesamtintegrals als auch hinsichtlich der Gesamtamplitude), als dies zu den selben Zeiten am Vortag der Fall war (Stunde 1: GI: vorher:  $\bar{X}_g = 3,9$  mVsec (SF: 1,8), nachher:  $\bar{X}_g = 4,7$  mVsec (SF: 2,1); GA: vorher:  $\bar{X}_g = 5,6$  mVsec (SF: 2,3), nachher:  $\bar{X}_g = 7,1$  mVsec (SF: 3,3); Stunde 2: GI: vorher:  $\bar{X}_g = 4,7$  mVsec (SF: 2,0), nachher:  $\bar{X}_g = 5,6$  mVsec (SF: 1,7); GA: vorher:  $\bar{X}_g = 6,6$  mVsec (SF: 2,6), nachher:  $\bar{X}_g = 9,7$  mVsec (SF: 2,4); Stunde 3: GI: vorher:  $\bar{X}_g = 5,4$  mVsec (SF: 2,3), nachher:  $\bar{X}_g = 6,9$  mVsec (SF: 3,2); GA: vorher:  $\bar{X}_g = 7,9$  mVsec (SF: 3,0), nachher:  $\bar{X}_g = 12,2$  mVsec (SF: 4,0)). Aber: Bei der dreifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Behandlung, Stunde, Elektrode war weder hinsichtlich der Behandlung (GI:  $p = 0,55$ ; GA:  $p = 0,47$ ), noch der Stunden (GI:  $p = 0,75$ ; GA:  $p = 0,71$ ), noch der Elektroden (GI:  $p = 0,18$ ) ein signifikanter Unterschied feststellbar. Lediglich bei der Gesamtamplitude konnte ein schwach signifikanter ( $p = 0,04$ ) Elektrodenunterschied beobachtet werden. Auch bei den Wechselwirkungen Behandlung/Stunde (GI:  $p = 0,63$ ; GA:  $p = 0,80$ ), Behandlung/Elektrode (GI:  $p = 0,40$ ; GA:  $p = 0,43$ ), Stunde/Elektrode (GI:  $p = 0,08$ ) und Behandlung/Stunde/Elektrode (GI:  $p = 0,06$ ) konnte keine Signifikanz nachgewiesen werden. Es konnte wiederum nur für die Gesamtamplitude eine signifikante Wechselwirkung zwischen Stunde und Elektrode ( $p = 0,01$ ) und zwischen Behandlung, Stunde und Elektrode ( $p < 0,01$ ) nachgewiesen werden.

### 4.1.5 Erythromydingabe

Bei 7 Kühen wurde am 8. Tag p. op. um 15:30 Uhr Erythromycin (Erythrosetl<sup>®</sup>-20%, Fa. Selectavet, 5 mg/kg KM i. m.) verabreicht und über 12 Stunden die myoelektrische Aktivität gemessen. Dabei wurde sowohl das Gesamtintegral (GI) als auch die Gesamtamplitude (GA) je Stunde berechnet. Die Ergebnisse sind im Vergleich zum 7. Tag p. op. nachfolgend aufgeführt. Die Tabellen (75 u. 76) mit den Werten der aufgeführten Abbildungen sind im Anhang aufgeführt.

4.1.5.1 Gesamtintegral

Zur besseren Übersicht wird die myoelektrische Aktivität der einzelnen Elektrodenlokalisationen in verschiedenen Abbildungen aufgeführt (Abb. 16a bis 16c).

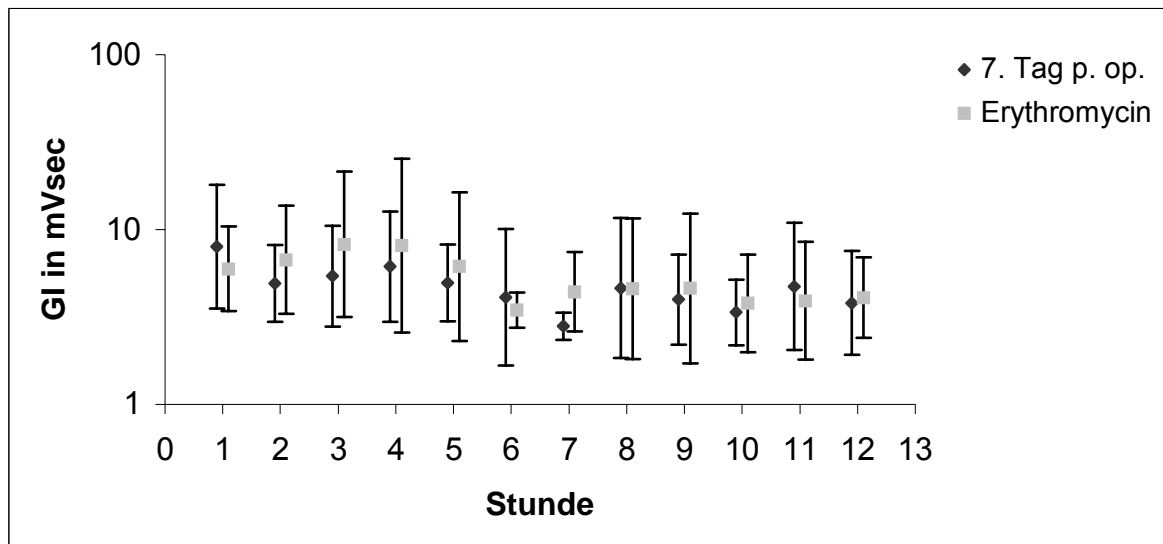


Abb. 16a: Elektrode 1 (Corpus abomasi): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor des Gesamtintegrals (GI) je Stunde nach Erythromyngabe im Vergleich zu den Werten am 7. Tag p. op.; Messbeginn: jeweils um 15:30 Uhr

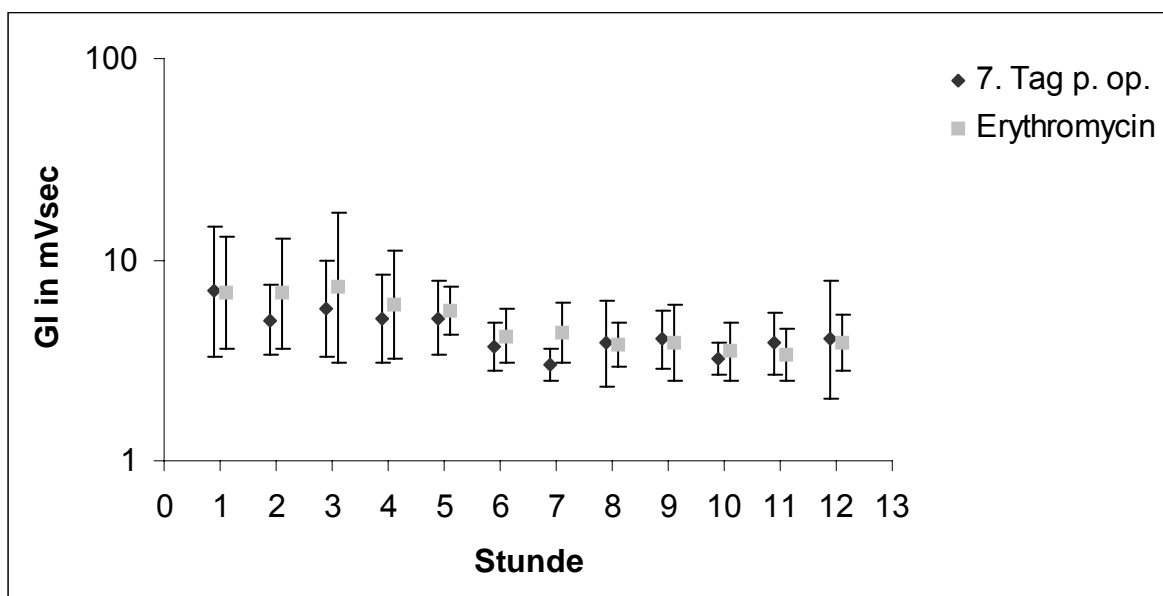


Abb. 16b: Elektrode 2 (Pars pylorica abomasi): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor des Gesamtintegrals (GI) je Stunde nach Erythromyngabe im Vergleich zu den Werten am 7. Tag p. op.; Messbeginn: jeweils um 15:30 Uhr

## ERGEBNISSE

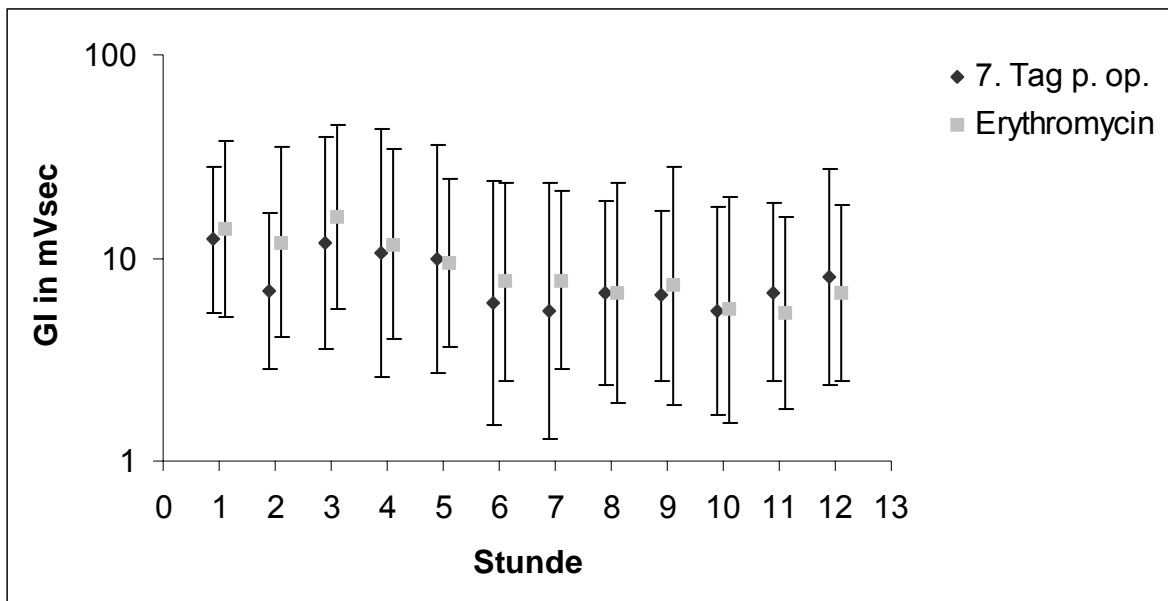


Abb. 16c: Elektrode 3 (Duodenum): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor des Gesamtintegrals (GI) je Stunde nach Erythromycingabe im Vergleich zu den Werten am 7. Tag p. op.; Messbeginn: jeweils um 15:30 Uhr

### 4.1.5.2 Gesamtamplitude

Auch hier wird die myoelektrische Aktivität getrennt nach Messpunkten in verschiedenen Abbildungen dargestellt (Abb. 17a bis 17c).

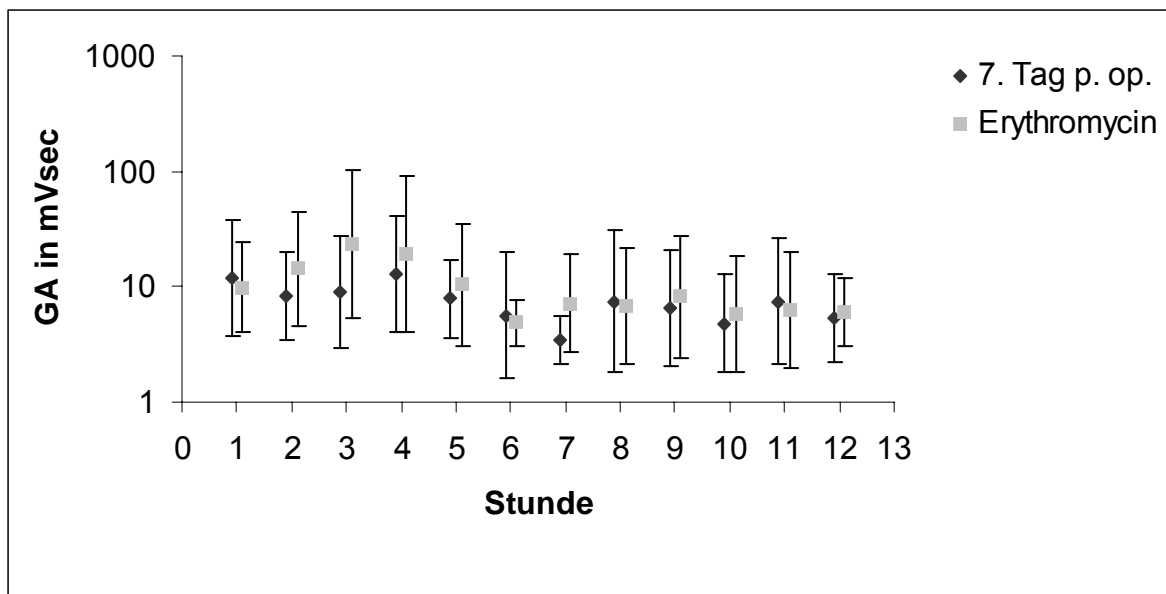


Abb. 17a: Elektrode 1 (Corpus abomasi): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor der Gesamtamplitude (GA) je Stunde nach Erythromycingabe im Vergleich zu den Werten am 7. Tag p. op.; Messbeginn: jeweils um 15:30 Uhr

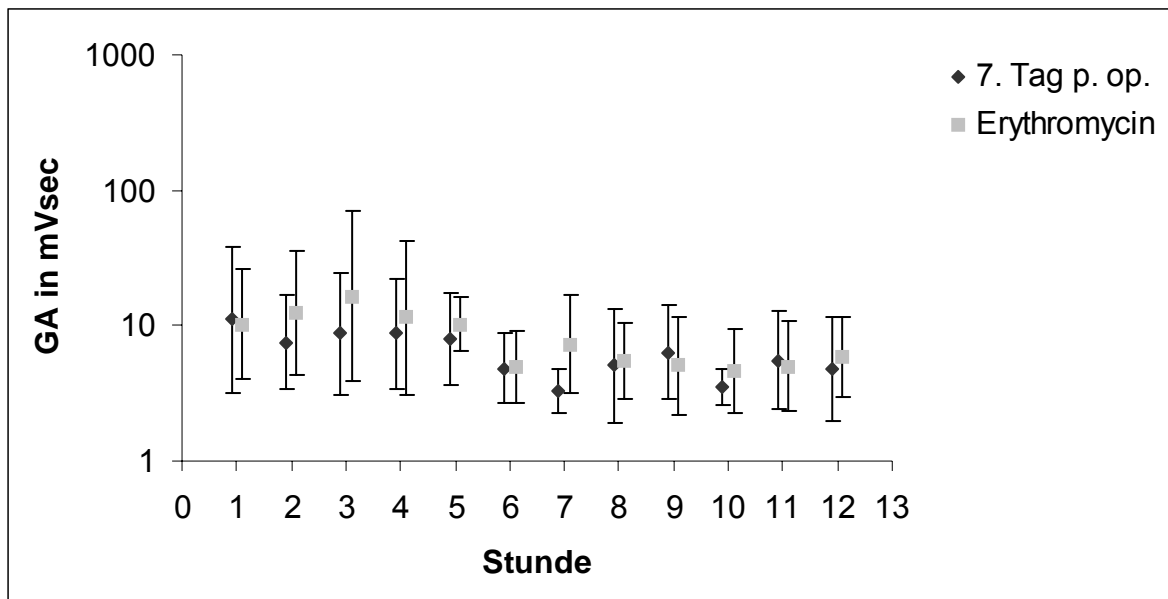


Abb. 17b: Elektrode 2 (Pars pylorica abomasi): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor der Gesamtamplitude (GA) je Stunde nach Erythromycingabe im Vergleich zu den Werten am 7. Tag p. op.; Messbeginn: jeweils um 15:30 Uhr

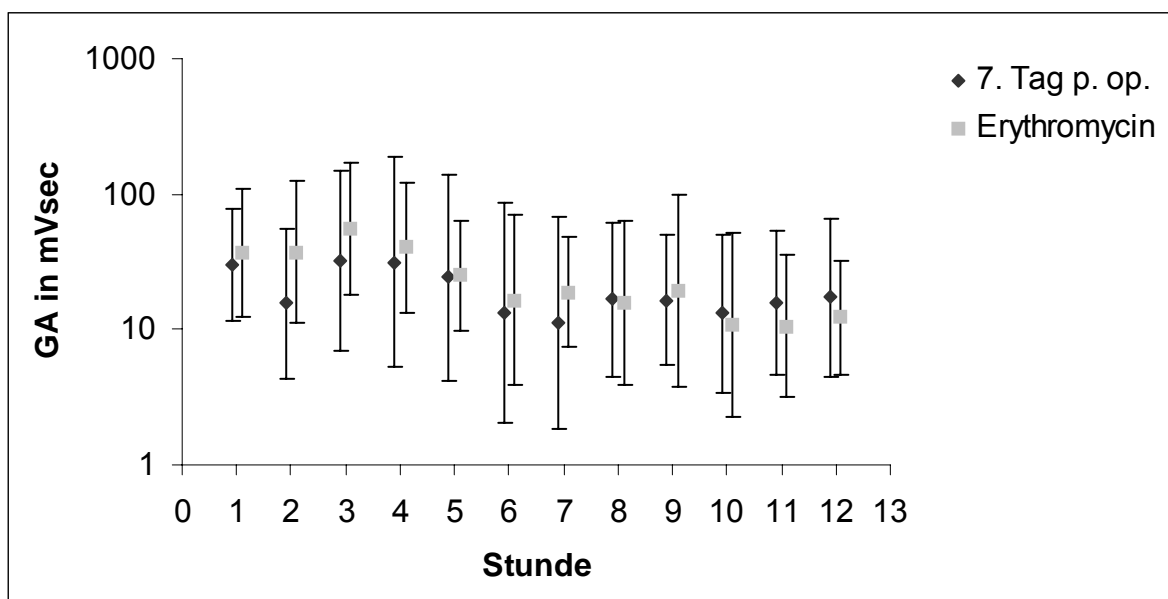


Abb. 17c: Elektrode 3 (Duodenum): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor der Gesamtamplitude (GA) je Stunde nach Erythromycingabe im Vergleich zu den Werten am 7. Tag p. op.; Messbeginn: jeweils um 15:30 Uhr

## ERGEBNISSE

### 4.1.5.3 Statistische Beurteilung (siehe Abb. 16a bis 17c)

Auf den ersten Blick scheint es, dass die Erythromycingabe einen positiven Einfluß auf die Entwicklung der myoelektrischen Aktivität an Labmagen und Duodenum habe. Vor allem in den ersten 7 Stunden (Maximum: 2. bzw. 3. Stunde) nach Erythromycingabe lagen die Werte etwas höher als die Vergleichswerte zur gleichen Zeit am 7. Tag p. op. (Corpus abomasi: GI:  $\bar{X}_g$  = bis +2,8 mVsec, GA:  $\bar{X}_g$  = bis +14,4 mVsec; Pars pylorica abomasi: GI:  $\bar{X}_g$  = bis +1,8 mVsec, GA:  $\bar{X}_g$  = bis +7,7 mVsec; Duodenum: GI:  $\bar{X}_g$  = bis +5,0 mVsec, GA:  $\bar{X}_g$  = bis +24,5 mVsec).

Aber: Anhand der dreifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Behandlung, Stunde, Elektrode war hinsichtlich der Behandlung (GI:  $p = 0,24$ ; GA:  $p = 0,17$ ) kein signifikanter Unterschied feststellbar. Beim Gesamtintegral gab es auch keinen signifikanten Elektrodenunterschied ( $p = 0,14$ ). Bei der Gesamtamplitude hingegen war der Unterschied zwischen den einzelnen Elektroden knapp signifikant ( $p = 0,03$ ). Die Gesamtamplitude am Duodenum lag über den Werten von Corpus abomasi und Pars pylorica abomasi. Sowohl beim Gesamtintegral als auch bei der Gesamtamplitude lagen hochsignifikante Stundenunterschiede vor ( $p < 0,0001$ ). Sowohl vor als auch nach Erythromycingabe konnte ein zirkadianer Rhythmus beobachtet werden. Wechselwirkungen zwischen Behandlung und Stunde (GI:  $p = 0,68$ ; GA:  $p = 0,56$ ), Behandlung und Elektrode (GI:  $p = 0,98$ ; GA:  $p = 0,90$ ), Stunde und Elektrode (GI:  $p = 0,49$ ; GA:  $p = 0,86$ ) und zwischen Behandlung, Stunde und Elektrode (GI:  $p = 0,62$ ; GA:  $p = 0,82$ ) konnten nicht nachgewiesen werden.

### 4.1.6 Carazololgabe

Bei 7 Kühen wurde am 9. Tag p. op. um 08:30 Uhr Carazolol (Suacron<sup>®</sup>, Fa. Rabophar, 0,01 mg/kg KM i. m.) verabreicht und über 12 Stunden die myoelektrische Aktivität gemessen. Dabei wurde sowohl das Gesamtintegral (GI) als auch die Gesamtamplitude (GA) je Stunde berechnet. Die Ergebnisse sind im Vergleich zum 7. Tag p. op. nachfolgend aufgeführt. Die Tabellen (77 u. 78) mit den Werten für die aufgeführten Abbildungen finden sich im Anhang.

4.1.6.1 Gesamtintegral

Zur besseren Übersicht werden die Gesamtintegrale der einzelnen Elektrodenstellen in getrennten Abbildungen gezeigt (Abb. 18a bis 18c).

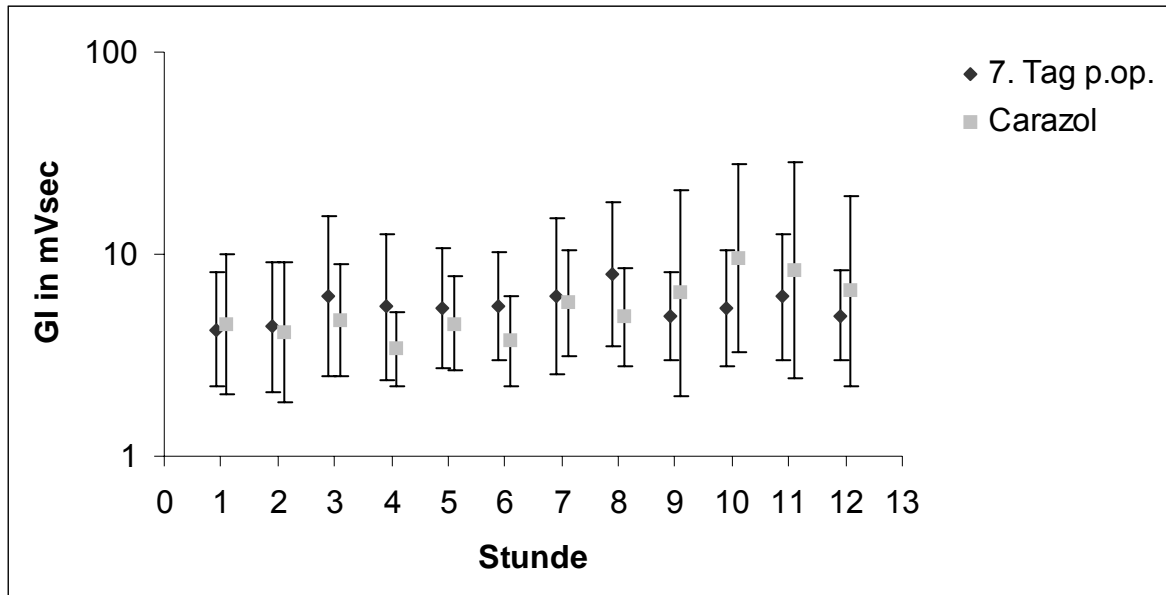


Abb. 18a: Elektrode 1 (Corpus abomasi): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor des Gesamtintegrales (GI) je Stunde nach Carazololgabe im Vergleich zu den Werten am 7. Tag p. op.; Messbeginn: jeweils um 08:30 Uhr

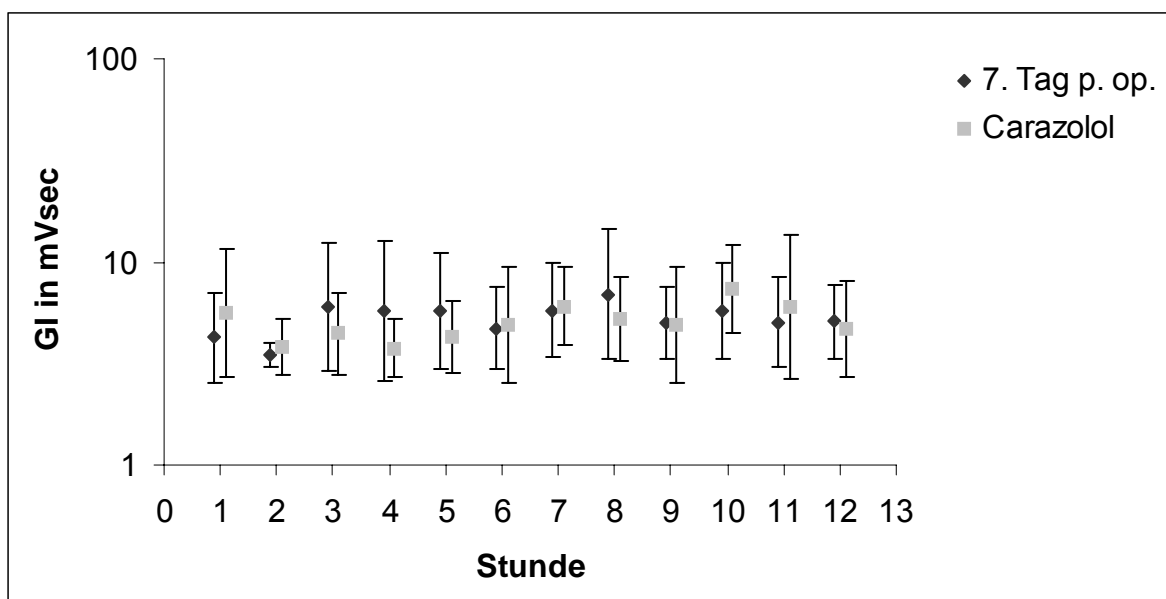


Abb. 18b: Elektrode 2 (Pars pylorica abomasi): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor des Gesamtintegrales (GI) je Stunde nach Carazololgabe im Vergleich zu den Werten am 7. Tag p. op.; Messbeginn: jeweils um 08:30 Uhr

## ERGEBNISSE

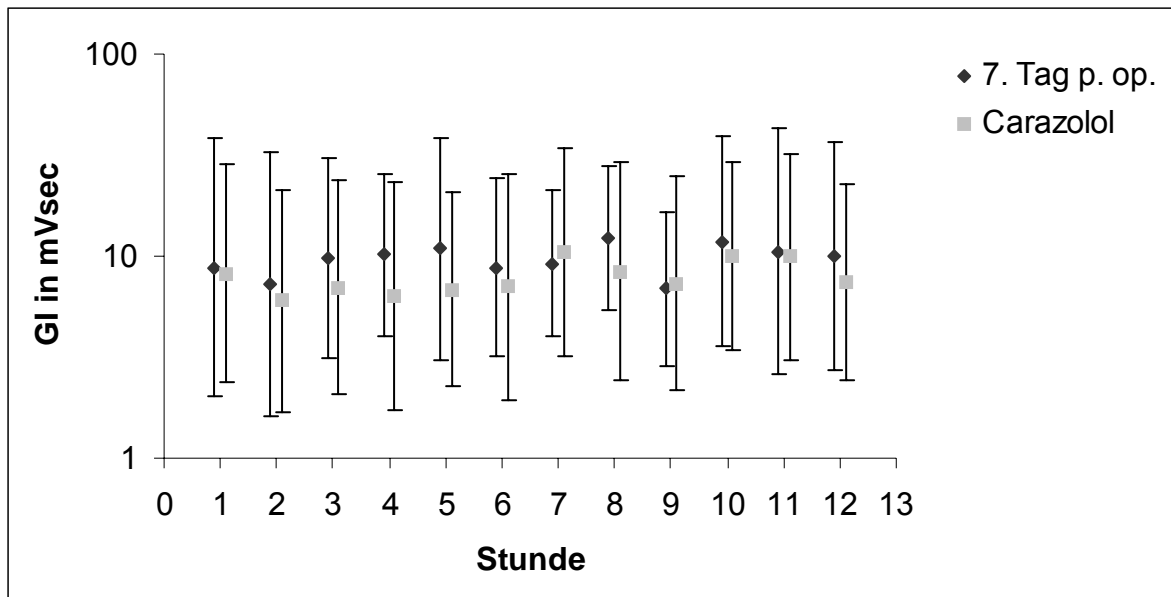


Abb. 18c: Elektrode 3 (Duodenum): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor des Gesamtintegrals (GI) je Stunde nach Carazololgabe im Vergleich zu den Werten am 7. Tag p. op.; Messbeginn: jeweils um 08:30 Uhr

### 4.1.6.2 Gesamtamplitude

Auch hier sind die Ergebnisse der elektromyographischen Messungen zur besseren Übersicht in verschiedenen Abbildungen aufgeführt (Abb. 19a bis 19c).

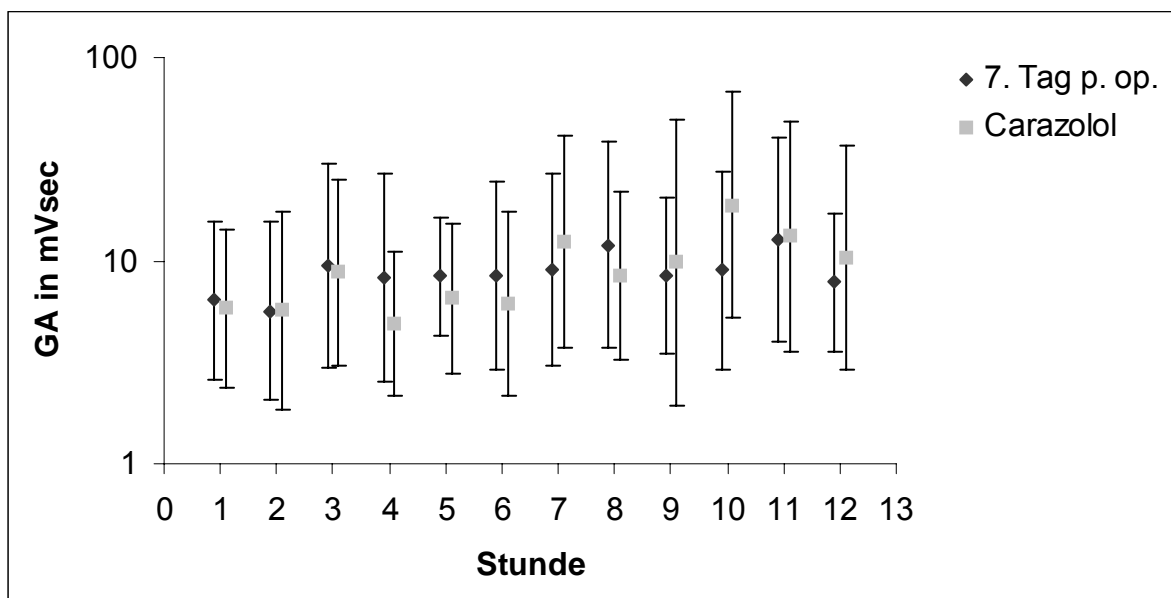


Abb. 19a: Elektrode 1 (Corpus abomasi): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor der Gesamtamplitude (GA) je Stunde nach Carazololgabe im Vergleich zu den Werten am 7. Tag p. op.; Messbeginn: jeweils um 08:30 Uhr

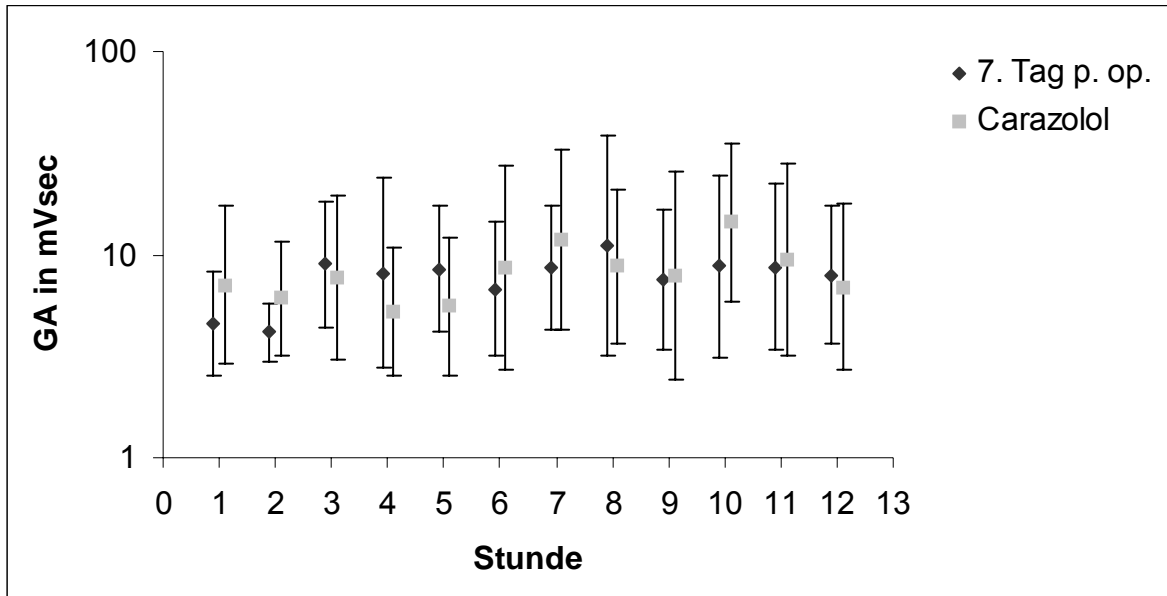


Abb. 19b: Elektrode 2 (Pars pylorica abomasi): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor der Gesamtamplitude (GA) je Stunde nach Carazololgabe im Vergleich zu den Werten am 7. Tag p. op.; Messbeginn: jeweils um 08:30 Uhr

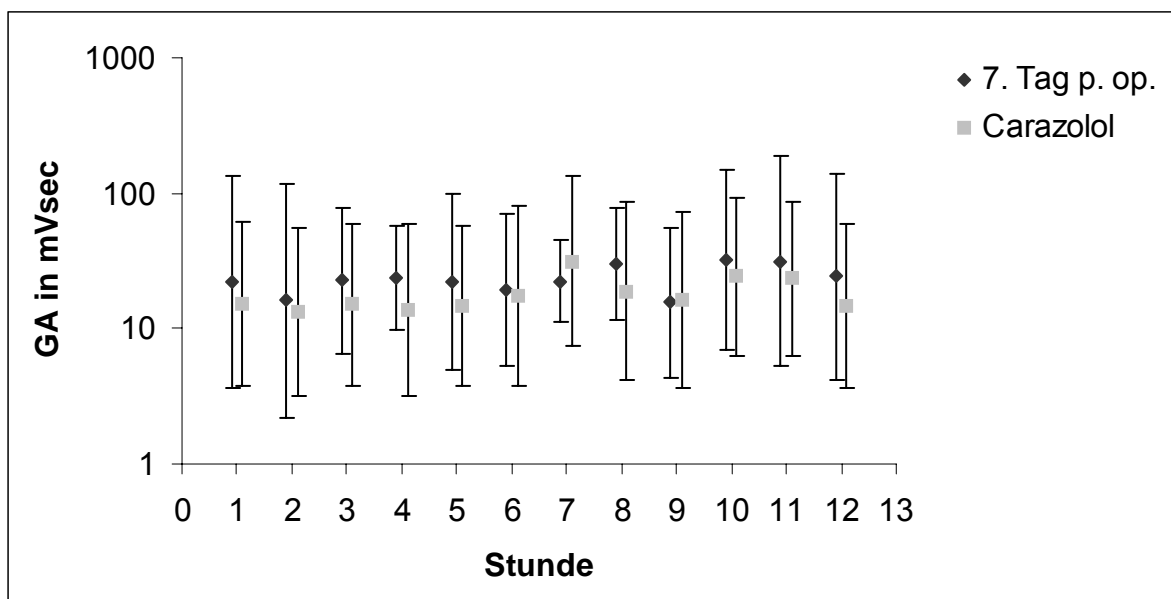


Abb. 19c: Elektrode 3 (Duodenum): Graphische Darstellung von geometrischem Mittelwert und Streufaktor der Gesamtamplitude (GA) je Stunde nach Carazololgabe im Vergleich zu den Werten am 7. Tag p. op.; Messbeginn: jeweils um 08:30 Uhr

## ERGEBNISSE

### 4.1.6.3 Statistische Beurteilung (siehe Abb. 18a bis 19c)

Die myoelektrische Aktivität (sowohl hinsichtlich des Gesamtintegrals als auch der Gesamtamplitude) wurde durch Carazololgabe nicht erkennbar beeinflusst. Die Werte liegen im Bereich der Vergleichswerte am 7. Tag p. op. (Corpus abomasi: GI:  $\bar{X}_g = -3,1$  bis  $+4,1$  mVsec, GA:  $\bar{X}_g = -3,5$  bis  $+9,8$  mVsec; Pars pylorica abomasi: GI:  $\bar{X}_g = -2,0$  bis  $+1,6$  mVsec, GA:  $\bar{X}_g = -2,9$  bis  $+5,7$  mVsec; Duodenum: GI:  $\bar{X}_g = -4,1$  bis  $+1,3$  mVsec, GA:  $\bar{X}_g = -11,0$  bis  $+9,2$  mVsec).

Daher wurde auch bei der dreifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Behandlung, Stunde, Elektrode weder hinsichtlich der Behandlung (GI:  $p = 0,45$ ; GA:  $p = 0,74$ ) noch der Stunden (GI:  $p = 0,10$ ; GA:  $p = 0,09$ ) ein signifikanter Unterschied festgestellt. Der Unterschied zwischen den Elektroden ist im Gesamtintegral ebenfalls nicht signifikant ( $p = 0,19$ ), während er in der Gesamtamplitude schwach signifikant ist ( $p < 0,05$ ). Hier liegen die Werte am Duodenum oberhalb jener am Corpus abomasi und an der Pars pylorica abomasi. Wechselwirkungen zwischen Behandlung und Stunde (GI:  $p = 0,63$ ; GA:  $p = 0,83$ ), Behandlung und Elektrode (GI:  $p = 0,10$ ; GA:  $p = 0,08$ ), Stunde und Elektrode (GI:  $p = 0,22$ ; GA:  $p = 0,72$ ) und zwischen Behandlung, Stunde und Elektrode (GI:  $p = 0,23$ ; GA:  $p = 0,39$ ) konnten weder im Gesamtintegral noch in der Gesamtamplitude nachgewiesen werden.

## 4.2 Laborparameter

Die Beschreibung der meisten Laborparameter erfolgt mit Hilfe des arithmetischen Mittelwertes ( $\bar{X}$ ) und der Standardabweichung ( $s$ ). Abweichend davon wurden die Werte für D-Laktat, L-Laktat, NEFA, Gesamtbilirubin, GGT und GLDH zunächst logarithmisch transformiert, so dass sie angenähert einer Normalverteilung entsprachen. Demzufolge werden in solchen Fällen zur Beschreibung der Daten der geometrische Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und der Streufaktor (SF) angegeben.

In die folgenden Auswertungen gingen alle 25 Patienten, d. h. sowohl die Tiere aus den 20-Minuten-Messungen, als auch die Tiere aus den 24-Stunden-Messungen ein.

Somit kann ein genereller Überblick über die Entwicklung der Laborparameter nach operativer Behebung der linksseitigen Labmagenverlagerung gegeben werden. Eine Aufschlüsselung in 20-Minuten-Messungen und 24-Stunden-Messungen findet sich im Anhang (Tab. 79 u. 80).

#### 4.2.1 pH-Wert, Basenabweichung und Bikarbonatgehalt im venösen Blut

Zum Zwecke der statistischen Auswertung wurden die gemessenen pH-Werte zunächst in die absolute Wasserstoffionen-Konzentration transformiert und die Ergebnisse anschließend wieder logarithmiert.

Tab. 3: pH-Wert, Basenabweichung (mmol/l) und Bikarbonat (mmol/l) im venösen Blut: Übersicht über arithmetischen Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung (s) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); n = 25

Tag	pH-Wert		Basenabweichung (mmol/l)		Bikarbonat (mmol/l)	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
0	7,404	0,057	6,3	7,2	31,0	7,1
1	7,372	0,044	3,3	4,3	28,8	4,8
3	7,385	0,034	4,9	3,6	30,3	4,0
5	7,396	0,025	6,4	2,9	31,2	3,1
7	7,398	0,024	7,1	2,1	32,2	2,1

Der pH-Wert lag im Mittel sowohl vor der OP (7,404) als auch an den Messtagen (7,372 bis 7,398) im Referenzbereich von 7,36-7,44 (STÖBER u. GRÜNDER, 1990) (Tab. 3). Bei der einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung im Faktor Tag konnte ein schwach signifikanter Tagesunterschied festgestellt werden ( $p = 0,03$ ).

Die Basenabweichung lag im Mittel sowohl vor der OP als auch an den Messtagen oberhalb des Referenzbereiches von -3 bis +3 mmol/l (STÖBER u. GRÜNDER, 1990). Einen Tag nach der OP fiel der Wert im Mittel von 6,3 mmol/l auf 3,3 mmol/l

## ERGEBNISSE

ab, um in den Tagen darauf wieder bis auf 7,1 mmol/l anzusteigen (Tab. 3). Bei der einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung im Faktor Tag waren diese Tagesunterschiede signifikant ( $p = 0,01$ ).

Der Bikarbonatgehalt lag im Mittel sowohl vor der OP als auch an den Messtagen oberhalb des Referenzbereiches von 20-30 mmol/l (STÖBER u. GRÜNDER, 1990). Er fiel am ersten Tag nach der Operation von 31,0 mmol/l auf 28,8 mmol/l, um bis zum 7. Tag nach der Operation wieder auf 32,2 mmol/l anzusteigen (Tab. 3). Bei der einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung im Faktor Tag waren diese Tagesunterschiede aber knapp nicht signifikant ( $p = 0,08$ ).

### 4.2.2 Natrium-, Kalium- und Chloridgehalte im Serum

Tab. 4: Natrium (mmol/l), Kalium (mmol/l) und Chlorid (mmol/l): Übersicht über arithmetischen Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung (s) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.);  $n = 25$

Tag	Natrium (mmol/l)		Kalium (mmol/l)		Chlorid (mmol/l)	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
0	141	4,8	3,6	0,5	96	8,0
1	138	4,0	3,8	0,6	100	5,9
3	140	3,0	3,7	0,4	102	4,7
5	141	2,0	3,8	0,4	101	4,7
7	141	2,6	3,8	0,3	100	3,4

Der Natriumgehalt lag im Mittel sowohl vor der OP als auch an den Messtagen im Referenzbereich von 135-155 mmol/l (STÖBER u. GRÜNDER, 1990). Der Natriumgehalt fiel am Tag nach der Operation von 141 mmol/l auf 138 mmol/l und stieg daraufhin bis zum 7. Tag p. op. wieder auf 141 mmol/l an (Tab. 4). Bei der einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung im Faktor Tag wurde ein hoch signifikanter ( $p < 0,001$ ) Tagesunterschied festgestellt.

Die Kaliumwerte lagen sowohl vor der OP als auch an den Messtagen im Mittel unterhalb des Referenzbereiches von 4-5 mmol/l (STÖBER u. GRÜNDER, 1990). Die Werte veränderten sich kaum; sie lagen an den folgenden Tagen zwischen 3,6 mmol/l und 3,8 mmol/l (Tab. 4). Bei der einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung im Faktor Tag konnten auch keine signifikanten Tagesunterschiede festgestellt werden ( $p = 0,45$ ).

Die Chloridwerte lagen im Mittel sowohl vor der OP als auch an den Messtagen im Referenzbereich von 90-110 mmol/l (STÖBER u. GRÜNDER, 1990). Es konnte ein deutlicher Anstieg nach Behebung der linksseitigen Labmagenverlagerung beobachtet werden. Der Chloridgehalt stieg am ersten Tag nach der Operation von 96 mmol/l auf 100 mmol/l, um dann auf diesem Niveau zu bleiben (100 mmol/l bis 102 mmol/l) (Tab. 4). Bei der einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung im Faktor Tag war dieser Anstieg post operationem signifikant ( $p = 0,002$ ).

#### 4.2.3 Gehalt an ionisiertem Kalzium im Vollblut sowie Magnesium- und Phosphat (anorg.)-Gehalte im Serum

Tab. 5: Kalzium (ion.) (mmol/l), Magnesium (mmol/l) und Phosphat (anorg.) (mmol/l): Übersicht über arithmetischen Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung (s) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); n = 25

Tag	Kalzium (ion.) (mmol/l)		Magnesium (mmol/l)		Phosphat (anorg.) (mmol/l)	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
0	1,11	0,12	0,92	0,17	1,57	0,49
1	1,15	0,11	0,86	0,16	1,69	0,56
3	1,21	0,08	0,86	0,13	1,31	0,29
5	1,21	0,06	0,91	0,15	1,37	0,32
7	1,19	0,05	0,99	0,16	1,45	0,34

Die (ion.) Kalziumwerte lagen im Mittel sowohl vor der OP als auch an den Messtagen im Referenzbereich von 1,1-1,3 mmol/l (STÖBER u. GRÜNDER, 1990). Der Kal-

## ERGEBNISSE

ziumgehalt stieg von 1,11 mmol/l (Tag 0) auf 1,15 mmol/l bis 1,21 mmol/l an den folgenden Messtagen (Tab. 5). Mit Hilfe der einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung im Faktor Tag konnte dieser Anstieg als hoch signifikant beurteilt werden ( $p < 0,0001$ ).

Die Magnesiumwerte lagen im Mittel sowohl vor der OP als auch an den Messtagen im Referenzbereich von 0,8-1,1 mmol/l (STÖBER u. GRÜNDER, 1990). Es erfolgte zunächst ein Abfall am ersten Tag nach der Operation von 0,92 mmol/l auf 0,86 mmol/l. Anschließend kam es zu einem Anstieg bis auf 0,99 mmol/l (Tab. 5). Bei der einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung im Faktor Tag wurde ein hoch signifikanter Tagesunterschied festgestellt ( $p < 0,0001$ ).

Die Werte an anorganischem Phosphat lagen an manchen Messtagen unterhalb des Referenzbereiches von 1,6-2,3 mmol/l (STÖBER u. GRÜNDER, 1990). Vor der Operation lag der Phosphatgehalt zunächst im Mittel bei 1,57 mmol/l. Am ersten Tag kam es zu einem Anstieg auf 1,69 mmol/l. Danach kam es zu einem Abfall bis unterhalb des Referenzbereiches (1,31 mmol/l bis 1,45 mmol/l) (Tab. 5). Bei der einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung im Faktor Tag waren diese Tagesunterschiede signifikant ( $p = 0,004$ ).

### **4.2.4 Plasma-Glukosegehalt und AST-Aktivität im Serum**

Tab. 6: Glukose (mmol/l) und AST (U/l): Übersicht über arithmetischen Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung (s) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); n = 25

Tag	Glukose (mmol/l)		AST (U/l)	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
0	4,36	1,30	77	46
1	4,03	0,79	81	31
3	3,43	0,47	84	30
5	3,30	0,80	76	47
7	3,25	0,63	65	39

Die Glukosewerte lagen im Mittel vor der OP und am 1. Tag p. op. deutlich oberhalb des Referenzbereiches von 2,4-3,3 mmol/l (STÖBER u. GRÜNDER, 1990). Danach nahmen die Werte deutlich ab, um am 5. und 7. Tag p. op. im Referenzbereich zu liegen (Abfall von 4,36 mmol/l auf 3,25 mmol/l) (Tab. 6). Bei der einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung im Faktor Tag war diese tägliche Abnahme der Glukosewerte hoch signifikant ( $p < 0,0001$ ).

Die AST-Werte lagen im Mittel sowohl vor der OP als auch an den Messtagen deutlich oberhalb des Referenzbereiches von 10 - 50 U/l (STÖBER u. GRÜNDER, 1990). Zunächst erfolgte ein Anstieg bis zum 3. Tag p. op. von 77 U/l (Tag 0) auf 84 U/l (Tag 3). Danach gingen die Werte wieder zurück (Abfall auf 65 U/l am 7. Tag p. op.) (Tab. 6). Bei der einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung im Faktor Tag waren diese Unterschiede jedoch nicht signifikant ( $p = 0,36$ ).

#### 4.2.5 D-Laktat- und L-Laktat-Konzentrationen im Serum

Tab. 7: D-Laktat (mmol/l) und L-Laktat (mmol/l): Übersicht über geometrischen Mittelwert ( $\bar{x}_g$ ) und Streufaktor (SF) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.);  $n = 25$

Tag	D-Laktat (mmol/l)		L-Laktat (mmol/l)	
	$\bar{x}_g$	SF	$\bar{x}_g$	SF
0	0,19	2,13	1,00	2,26
1	0,10	1,73	0,53	1,43
3	0,12	1,72	0,45	1,62
5	0,10	1,81	0,46	1,49
7	0,10	1,62	0,45	1,53

Sowohl beim D-Laktat als auch beim L-Laktat erfolgte nach Behebung der linksseitigen Labmagenverlagerung ein Abfall der Werte auf die Hälfte der Ausgangswerte vor der Operation (D-Laktat: Abfall von 0,19 mmol/l auf 0,10 mmol/l bis 0,12 mmol/l; L-Laktat: Abfall von 1,00 mmol/l auf 0,45 mmol/l bis 0,53 mmol/l) (Tab. 7). Mit Hilfe der

## ERGEBNISSE

einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung im Faktor Tag konnte sowohl für die D-Laktat-Werte als auch für die L-Laktat-Werte eine hoch signifikante Abnahme dieser Werte nach der OP beobachtet werden (jeweils  $p < 0,0001$ ). Referenzbereich für L-Laktat: 0,60 bis 1,40 mmol/l (CONSTABLE et al., 1997)

### 4.2.6 NEFA- und Gesamtbilirubingehalte im Serum

Tab. 8: NEFA (mmol/l) und Gesamtbilirubin ( $\mu\text{mol/l}$ ): Übersicht über geometrischen Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Mess- tagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.);  $n = 25$

Tag	NEFA (mmol/l)		Gesamtbilirubin ( $\mu\text{mol/l}$ )	
	$\bar{X}_g$	SF	$\bar{X}_g$	SF
0	1,15	1,61	14,2	1,64
1	0,77	1,52	11,9	1,54
3	0,46	1,87	8,6	1,67
5	0,31	1,82	7,4	1,58
7	0,27	2,03	6,2	1,51

Es erfolgte nach der Operation im Mittel eine deutliche Abnahme des NEFA-Gehaltes von 1,15 mmol/l (Tag 0) auf 0,27 mmol/l (Tag 7). Dies entspricht einer Reduzierung auf etwa 25 % des Ausgangswertes (Tab. 8). Bei der einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung im Faktor Tag war dieser Abfall hoch signifikant ( $p < 0,0001$ ). Referenzbereich: 0,30 bis 0,60 mmol/l (SCHOLZ, 1990).

Die Gesamtbilirubinwerte lagen im Mittel vor der OP und am 1. Tag p. op. oberhalb des Referenzbereiches von 0,9 – 7,0  $\mu\text{mol/l}$  (STÖBER u. GRÜNDER, 1990). Es kam nach Behebung der linksseitigen Labmagenverlagerung zu einem kontinuierlichen Abfall des Gesamtbilirubingehaltes von durchschnittlich 14,2  $\mu\text{mol/l}$  auf 6,2  $\mu\text{mol/l}$  (Tab. 8). Mit Hilfe der einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung im Faktor Tag konnte diese Abnahme als hoch signifikant beurteilt werden ( $p < 0,0001$ ).

#### 4.2.7 GGT- und GLDH-Aktivität im Serum

Tab. 9: GGT (U/l) und GLDH (U/l): Übersicht über geometrischen Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); n = 25

Tag	GGT (U/l)		GLDH (U/l)	
	$\bar{X}_g$	SF	$\bar{X}_g$	SF
0	20	1,81	21	2,75
1	17	1,76	15	2,35
3	17	1,74	11	2,45
5	16	1,67	8	2,33
7	15	2,00	8	2,32

Die GGT-Werte lagen im Mittel sowohl vor der OP als auch an den Messtagen etwas oberhalb des Referenzbereiches 7 – 14 U/l (STÖBER u. GRÜNDER, 1990). Es kam zu einem schwachen Abfall von durchschnittlich 20 U/l (Tag 0) auf 15 U/l (Tag 7) (Tab. 9). Dieser Abfall konnte bei der einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung im Faktor Tag tatsächlich als schwach signifikant festgestellt werden ( $p = 0,03$ ).

Die GLDH-Werte lagen im Mittel vor der OP bis einschließlich 3. Tag p.op. oberhalb des Referenzbereiches von 1 – 8 U/l (STÖBER u. GRÜNDER, 1990). Es erfolgte eine kontinuierliche Reduzierung des GLDH-Gehaltes von 21 U/l (Tag 0) auf 8 U/l (Tag 5 + 7) (Tab. 9). Bei der einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung im Faktor Tag erwies sich diese Abnahme als hoch signifikant ( $p < 0,0001$ ).

#### 4.2.8 Anionenlücke

Die Anionenlücke (mmol/l) wurde folgendermaßen berechnet:  
 (Natrium + Kalium) – (Chlorid + Bikarbonat)

## ERGEBNISSE

Tab. 10: Anionenlücke (mmol/l): Übersicht über arithmetischen Mittelwerte ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung (s) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); n = 25

Tag	Anionenlücke (mmol/l)	
	$\bar{x}$	s
0	16,9	5,3
1	13,1	4,4
3	11,8	4,6
5	12,7	4,5
7	12,7	4,7

Die Anionenlücke wurde nach Beseitigung der Labmagenverlagerung kleiner. Sie lag vor der Operation im Mittel bei 16,9 mmol/l. Sie nahm bis zum 3. Tag nach der Operation auf durchschnittlich 11,8 mmol/l ab, um sich dann bei 12,7 mmol/l einzupendeln (Tag 5 + 7) (Tab. 10). Diese Verkleinerung der Anionenlücke war hoch signifikant ( $p < 0,0001$ ; einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung im Faktor Tag). Der Referenzbereich für diesen Parameter wird mit 13,9 bis 20,3 mmol/l angegeben (GARRY et al., 1988). Die Anionenlücke lag also sowohl vor der Operation als auch nach Behebung der linksseitigen Labmagenverlagerung im Referenzbereich.

### 4.2.9 Harnstoff- und Kreatiningehalt im Serum

Tab. 11: Harnstoff (mmol/l) und Kreatinin ( $\mu\text{mol/l}$ ): Arithmetischer Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung (s) am Tag der Operation (Tag 0); n = 25

Tag	Harnstoff (mmol/l)		Kreatinin ( $\mu\text{mol/l}$ )	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
0	4,6	2,3	106	32

Die Harnstoff- und Kreatininwerte lagen im Mittel vor der OP im Referenzbereich (Harnstoff: 1,7 – 7,5 mmol/l, Kreatinin: 88 – 133 µmol/l) (STÖBER u. GRÜNDER, 1990).

### 4.3 Klinische Parameter

Die Beschreibung von Herzfrequenz, Atemfrequenz, Körpertemperatur und Milchleistung erfolgt mittels arithmetischem Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung (s). Bei allen anderen klinischen Parametern erfolgt die Beschreibung mittels Verteilungsschlüssel, Median und arithmetischem Mittelwert ( $\bar{x}$ ).

In die folgenden Auswertungen gehen alle 25 Patienten (sowohl die Tiere aus den 20-Minuten-Messungen, als auch die Tiere aus den 24-Stunden-Messungen) ein. Somit kann ein genereller Überblick über die Entwicklung der klinischen Befunde nach operativer Behebung der linksseitigen Labmagenverlagerung gegeben werden. Eine Aufschlüsselung in 20-Minuten-Messungen und 24-Stunden-Messungen findet sich in den Tab. 81 u. 82 im Anhang.

#### 4.3.1 Herzfrequenz und Atemfrequenz

Tab. 12: Herzfrequenz und Atemfrequenz (pro Minute): Übersicht über arithmetischen Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung (s) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); n = 25

Tag	Herzfrequenz / Min.		Atemfrequenz / Min.	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
0	78	12	28	6
1	77	10	29	7
3	77	11	32	8
5	76	9	33	7
7	74	9	31	7

## ERGEBNISSE

Sowohl die Herzfrequenz als auch die Atemfrequenz lag im Mittel im gesamten Untersuchungszeitraum im physiologischen Bereich (Herzfrequenz: 74 – 78 Schläge pro Minute; Atemfrequenz: 28 – 31 Züge pro Minute) (Tab. 12); Referenzbereich: Herzfrequenz: 65 – 80 Schläge pro Minute, Atemfrequenz: 24 – 36 Züge pro Minute (STÖBER u. GRÜNDER, 1990).

Die Tagesunterschiede bei der Herzfrequenz waren nicht signifikant ( $p = 0,40$ ; einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung im Faktor Tag). Die Atemfrequenz nahm hingegen signifikant zu ( $p = 0,0012$ ; einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung im Faktor Tag).

### 4.3.2 Körperinnentemperatur

Tab. 13: Körperinnentemperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ): Übersicht über arithmetischen Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung (s) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.);  $n = 25$ ; VM = vormittags, NM = nachmittags

Tag	Temperatur in $^{\circ}\text{C}$		Temperatur VM in $^{\circ}\text{C}$		Temperatur NM in $^{\circ}\text{C}$	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
0	38,7	0,4				
1			38,6	0,4	38,6	0,3
3			38,8	0,4	38,9	0,3
5			38,8	0,3	38,7	0,3
7			38,8	0,3	38,7	0,3

Die Körperinnentemperatur lag im Mittel sowohl vor der OP als auch an den Messtagen im Referenzbereich von  $38,0\text{-}39,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  (STÖBER u. GRÜNDER, 1990) (Tab. 13).

Bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung im Faktor Tag und Tageszeit (VM, NM) konnte ein hoch signifikanter Tagesunterschied beobachtet werden ( $p < 0,001$ ). Einen signifikanten Unterschied zwischen vormittags (VM) und nachmittags (NM) gab es allerdings nicht ( $p = 0,74$ ). Ebenso lag keine Wechselwirkung zwischen Tag und Tageszeit vor ( $p = 0,82$ ).

### 4.3.3 Milchleistung

Abb. 14: Milchleistung (kg): Übersicht über arithmetischen Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung (s) an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); n = 25

Milchleistung in kg		
Tag	$\bar{x}$	s
1	9,7	4,5
3	13,0	5,0
5	14,3	4,8
7	15,0	4,9

Bei der einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung im Faktor Tag wurde eine hoch signifikante Zunahme der Milchleistung festgestellt ( $p < 0,0001$ ). Die Milchleistung stieg von  $9,7 \pm 4,5$  kg (Tag 1 p. op.) auf  $15,0 \pm 4,9$  kg (Tag 7 p. op.) (Tab. 14).

### 4.3.4 Futteraufnahme

Tab. 15: Futteraufnahme: Übersicht über die Verteilung der Bewertungspunkte, mit Angabe von Median- und arithmetischem Mittelwert ( $\bar{x}$ ) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); 0 = schlecht, 1 = mäßig, 2 = gut, 3 = doppelte Ration; n = 25

Futteraufnahme (Häufigkeit der einzelnen Scores)						
Tag	0	1	2	3	Median	$\bar{x}$
0	11	14	0	0	1	0,56
1	13	11	1	0	0	0,52
3	4	12	8	1	1	1,24
5	2	8	8	7	2	1,80
7	0	3	9	13	3	2,40

Mit Hilfe des Friedman-Tests wurde eine hochsignifikante Steigerung der Futteraufnahme festgestellt ( $p < 0,0001$ ). Während am Tag der Operation die Futteraufnahme mäßig (n = 14) bis schlecht (n = 11) war, so stieg die Futteraufnahme bis zum 7. Tag

## ERGEBNISSE

nach der Operation auf gut (n = 9) bis sehr gut (n = 13) an. Nur drei Tiere zeigten zu diesem Zeitpunkt noch einen nur mäßigen Appetit (Tab. 15).

### 4.3.5 Pansenmotilität

Tab. 16: Pansenmotilität: Übersicht über die Verteilung der Bewertungspunkte, mit Angabe von Median- und arithmetischem Mittelwert ( $\bar{x}$ ) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); 0 = Hypomotorik, 1 = normal, 2 = Hypermotorik; n = 25

Pansenmotilität (Häufigkeit der einzelnen Scores)					
Tag	0	1	2	Median	$\bar{x}$
0	22	3	0	0	0,12
1	11	13	1	1	0,60
3	2	19	4	1	1,08
5	0	18	7	1	1,28
7	0	19	6	1	1,24

Mit Hilfe des Friedman-Tests wurde eine hochsignifikante Steigerung der Pansenmotorik festgestellt ( $p < 0,0001$ ). Während am Tag der Operation bei 22 Tieren eine Hypomotorik des Pansens festgestellt wurde, so konnte bereits am dritten Tag nach Behebung der linksseitigen Labmagenverlagerung bei 19 Kühen wieder eine normale Pansenmotorik festgestellt werden (Tab. 16).

### 4.3.6 Pansenfüllung

Tab. 17: Pansenfüllung: Übersicht über die Verteilung der Bewertungspunkte, mit Angabe von Median- und arithmetischem Mittelwert ( $\bar{x}$ ) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); 0 = schlecht, 1 = mäßig, 2 = gut; n = 25

Pansenfüllung (Häufigkeit der einzelnen Scores)					
Tag	0	1	2	Median	$\bar{x}$
0	1	17	7	1	1,24
1	1	17	7	1	1,24
3	1	15	9	1	1,32
5	0	10	15	2	1,60
7	0	8	17	2	1,68

Mit Hilfe des Friedman-Tests wurde im Verlauf eine schwach signifikante Zunahme der Pansenfüllung festgestellt ( $p = 0,03$ ). Der Pansen war beim größten Teil der Patienten bis zum dritten Tag post operationem nur mäßig gefüllt (Tag 0 u. 1: n = 17; Tag 3: n = 15). Bereits ab dem fünften Tag nach Behebung der Labmagenverlagerung zeigten die meisten Tiere wieder eine gute Pansenfüllung (Tag 5: n = 15; Tag 7: n = 17) (Tab. 17).

### 4.3.7 Darmperistaltik

Tab. 18: Darmperistaltik: Übersicht über die Verteilung der Bewertungspunkte, mit Angabe von Median- und arithmetischem Mittelwert ( $\bar{x}$ ) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); 0 = schlecht, 1 = gut; n = 25

Darmperistaltik (Häufigkeit der einzelnen Scores)				
Tag	0	1	Median	$\bar{x}$
0	25	0	0	0,00
1	18	7	0	0,28
3	12	13	1	0,52
5	6	19	1	0,76
7	4	21	1	0,84

## ERGEBNISSE

Mit Hilfe des Friedman-Tests wurde eine signifikante Steigerung der Darmperistaltik festgestellt ( $p < 0,01$ ). Während am Tag der Operation bei allen Kühen eine schlechte Darmperistaltik vorlag, so war bereits am dritten Tag nach der Operation bei der Hälfte der Tiere ( $n = 13$ ) eine gute Darmperistaltik auskultierbar. Am 7. Tag p. op. zeigten fast alle Tiere ( $n = 21$ ) wieder eine gute Darmperistaltik (Tab. 18).

### 4.3.8 Kotkonsistenz

Tab. 19: Kotkonsistenz: Übersicht über die Verteilung der Bewertungspunkte, mit Hilfe von Median- und arithmetischem Mittelwert ( $\bar{X}$ ) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); 0 = dünnbreiig, 1 = mittelbreiig, 2 = dickbreiig;  $n = 25$

Kotkonsistenz (Häufigkeit der einzelnen Scores)					
Tag	0	1	2	Median	$\bar{X}$
0	8	13	4	1	0,84
1	9	11	5	1	0,84
3	1	19	5	1	1,16
5	2	21	2	1	1,00
7	2	22	1	1	0,96

Mit Hilfe des Friedman-Tests wurden keine signifikanten Tagesunterschiede der Kotkonsistenz festgestellt ( $p = 0,50$ ). Lediglich bei 8 Tieren (Tag 0) bzw. 9 Tieren (Tag 1 p. op.) konnte ein dünnbreiiger Kot infolge der Labmagenverlagerung beobachtet werden. Der größere Teil der Patienten (Tag 0:  $n = 13$ ) zeigte eine normale (mittelbreiige) Kotkonsistenz. Bereits am dritten Tag nach Beseitigung der linksseitigen Labmagenverlagerung hatten bereits  $\frac{3}{4}$  der Patienten ( $n = 19$ ) wieder mittelbreiigen Kot. Dieser Anteil erhöhte sich noch bis zum 7. Tag p. op. ( $n = 22$ ) (Tab. 19).

#### 4.3.9 Zerkleinerungsgrad der Fäzes

Tab. 20: Zerkleinerungsgrad: Übersicht über die Verteilung der Bewertungspunkte, mit Angabe von Median- und arithmetischem Mittelwert ( $\bar{x}$ ) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); 0 = schlecht, 1 = mäßig, 2 = gut; n = 25

Zerkleinerungsgrad (Häufigkeit der einzelnen Scores)					
Tag	0	1	2	Median	$\bar{x}$
0	5	3	17	2	1,48
1	4	4	17	2	1,52
3	0	2	23	2	1,92
5	0	1	24	2	1,96
7	0	1	24	2	1,96

Mit Hilfe des Friedman-Tests wurden keine signifikanten Tagesunterschiede hinsichtlich des Zerkleinerungsgrades der Fäzes festgestellt ( $p = 0,16$ ). Lediglich bei 5 Tieren konnte am Tag der Operation ein schlecht zerkleinerter Kot festgestellt werden. Bei den meisten Tieren war der Kot fein zerkleinert (Tag 0: n = 17; Tag 7: n = 24) (Tab. 20).

#### 4.3.10 Operationswunde

Tab. 21: Operationswunde: Übersicht über die Verteilung der Bewertungspunkte, mit Angabe von Median- und arithmetischem Mittelwert ( $\bar{x}$ ) an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); 0 = unauffällig, 1 = geringgradige Schwellung bzw. Unterhautemphysem, 2 = mittelgradige Schwellung, 3 = hochgradige Schwellung, 4 = abszedierende Entzündung; n = 25

Operationswunde (Häufigkeit der einzelnen Scores)							
Tag	0	1	2	3	4	Median	$\bar{x}$
1	14	11	0	0	0	0	0,44
3	12	12	1	0	0	1	0,56
5	12	10	3	0	0	1	0,64
7	13	9	2	0	1	0	0,68

## ERGEBNISSE

Mit Hilfe des Friedman-Tests wurden keine signifikanten Tagesunterschiede an der Operationswunde festgestellt ( $p = 0,76$ ). Bei der Hälfte der Kühe heilte die Laparotomiewunde komplikationslos ab ( $n = 13$  am 7. Tag p. op.). Nur bei einem Tier konnte im Messzeitraum eine hochgradige Wundkompli- kation mit Abszedierung festgestellt werden. Der Rest zeigte lediglich eine geringgradige Wundschwellung bzw. ein Unterhautemphysem ( $n = 9$  am 7. Tag p. op.) oder eine mittelgradige Wundschwellung ( $n = 2$  am 7. Tag p. op.) (Abb. 21).

### **4.3.11 Omentopexiewunde**

Die Omentopexiewunde verheilte bei allen Patienten im Beobachtungszeitraum reaktionslos.

### **4.3.12 Bauchdeckenspannung**

Tab. 22: Bauchdeckenspannung: Übersicht über die Verteilung der Bewertungspunkte, mit Angabe von Median- und arithmetischem Mittelwert ( $\bar{x}$ ) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); 0 = weich, 1 = gespannt;  $n = 25$

Bauchdeckenspannung (Häufigkeit der einzelnen Scores)				
Tag	0	1	Median	$\bar{x}$
0	15	10	0	0,40
1	17	8	0	0,32
3	20	5	0	0,20
5	20	5	0	0,20
7	22	3	0	0,12

Mit Hilfe des Friedman-Tests wurden keine signifikanten Tagesunterschiede der Bauchdeckenspannung festgestellt ( $p = 0,75$ ). Die Mehrheit der Tiere zeigte sowohl vor der Operation als auch nach der Operation keine erhöhte Bauchdeckenspannung (Tab. 22).

#### 4.3.13 Ketonkörper im Harn

Tab. 23: Ketonkörper: Übersicht über die Verteilung der Bewertungspunkte, mit Angabe von Median- und arithmetischem Mittelwert ( $\bar{x}$ ) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); 0 = keine Ketonurie, 1 = geringgradige Ketonurie, 2 = mittelgradige Ketonurie, 3 = hochgradige Ketonurie; n = 25

Ketonkörper im Harn (Häufigkeit der einzelnen Scores)						
Tag	0	1	2	3	Median	$\bar{x}$
0	8	8	4	5	1	1,24
1	10	6	5	4	1	1,12
3	17	7	1	0	0	0,36
5	24	0	1	0	0	0,08
7	21	3	1	0	0	0,20

Mit Hilfe des Friedman-Tests konnte eine signifikante Abnahme des Ketosegrades beobachtet werden ( $p = 0,006$ ). Vor der Operation hatten lediglich 8 Kühe keine Ketonurie, bei 5 Kühen bestand sogar eine hochgradige Ketonurie. Bereits am 3. Tag nach Behebung der linksseitigen Labmagenverlagerung zeigten mehr als die Hälfte der Tiere ( $n = 17$ ) keine Ketonurie. Lediglich eine Kuh hatte noch eine mittelgradige Ketonurie. Am 7. Tag p. op. hatten 4/5 der Tiere ( $n = 21$ ) keine Ketonurie, drei Kühe eine geringgradige und eine Kuh weiterhin eine mittelgradige Ketonurie (Tab. 23).

#### 4.3.14 Grad der Labmagenverlagerung

Tab. 24: Verlagerungsgrad des LM: Übersicht über die Verteilung der Bewertungspunkte, mit Angabe von Median- und arithmetischem Mittelwert ( $\bar{x}$ ) am Tag der Operation (Tag 0); 1 = geringgradig, 2 = mittelgradig, 3 = hochgradig; n = 25

Verlagerungsgrad des LM (Häufigkeit der einzelnen Scores)					
Tag	1	2	3	Median	$\bar{x}$
0	1	7	17	3	2,64

Bei 17 Kühen lag eine hochgradige linksseitige Labmagenverlagerung vor. Lediglich eine Kuh hatte eine geringgradige Labmagenverlagerung (Tab. 24).

## ERGEBNISSE

### 4.3.15 Rezidive

Nur bei einer Kuh wurde ein Rezidiv festgestellt. Diese Kuh wurde konservativ mittels Wälzen behandelt. Danach trat bei diesem Tier kein Rezidiv mehr auf.

## 4.4 Entwicklung der myoelektrischen Tagesaktivität (Einzeltiere)

Die Tabellen (70 u. 72) mit den Werten für die aufgeführten Abbildungen (20 u. 21) befinden sich im Anhang.

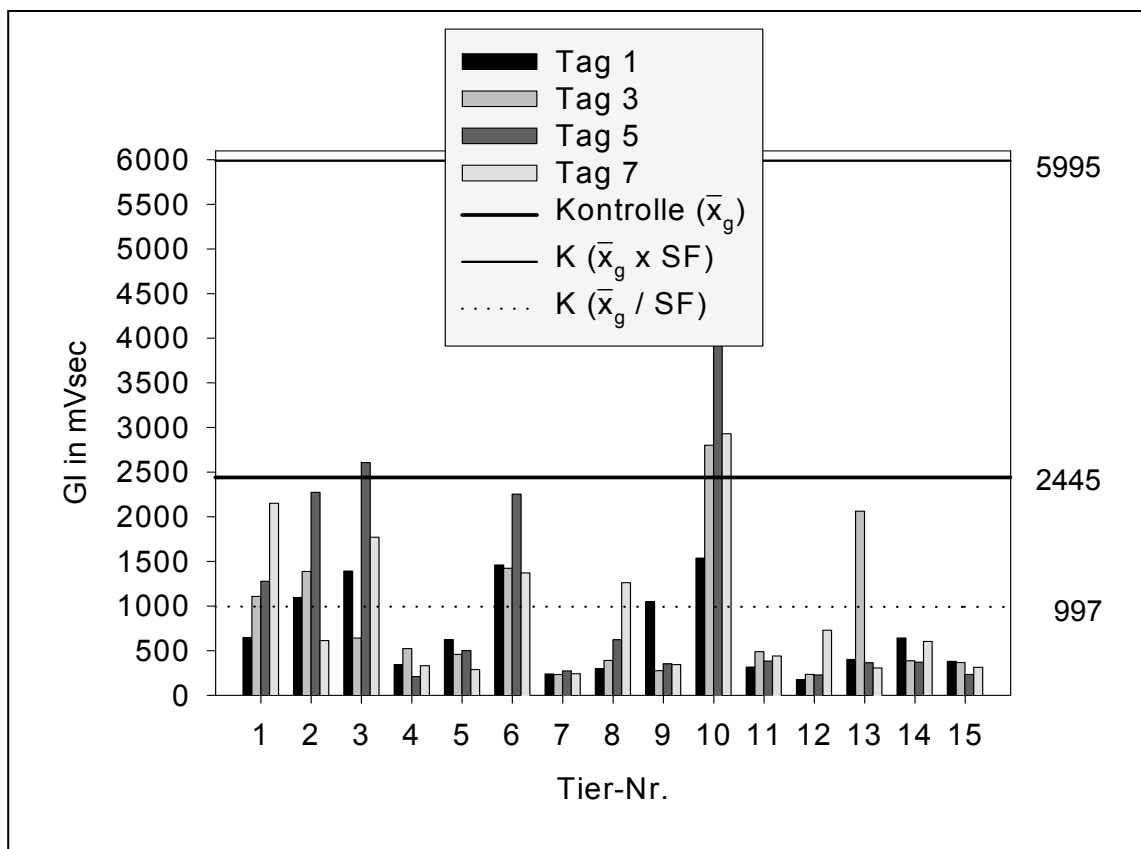


Abb. 20: Entwicklung des Gesamtintegrals (hier: GI = GI (Corpus abomasi) + GI (Pars pylorica abomasi) + GI (Duodenum)) der einzelnen Tiere 1 - 15 an den Mess-tagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) im Vergleich zur Kontrollgruppe (Kontrolle =  $\bar{x}_g$ ; K+ =  $\bar{x}_g \times SF$ ; K- =  $\bar{x}_g / SF$ )

Aus Abbildung 20 geht hervor, dass es eine deutliche Variation in der Entwicklung der myoelektrischen Aktivität (in diesem Fall des Gesamtintegrals) zwischen den einzelnen Tieren gibt. Für diese Abbildung wurden die am Corpus abomasi, an der

Pars pylorica abomasi und am Duodenum gemessenen Gesamtintegrale addiert. Ein Teil der Tiere erreicht zumindest teilweise den Wertebereich der Kontrollgruppe: Tier 1, 2, 3, 6 und 10 erreichten an mindestens drei Tagen Werte, wie sie teilweise auch in der Kontrollgruppe gemessen wurden (zwischen  $\bar{X}_g / SF$  und  $\bar{X}_g$  der Kontrollgruppe: 997 mVsec bis 2445 mVsec). Tier 3 überschreitet am 5. Tag p. op. und Tier 10 sogar am 3. bis 7. Tag p. op. den geometrischen Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) der Kontrollgruppe (2445,2 mVsec). Tier 8 erreicht am 7. Tag p. op., Tier 9 am 1. Tag p. op. und Tier 13 am 3. Tag p.op. den unteren Referenzbereich ( $\bar{X}_g / SF$ ; 997 mVsec) der Kontrollgruppe. Die Tiere 4, 5, 7, 11, 12, 14 und 15 liegen hingegen deutlich unterhalb des Referenzbereiches.

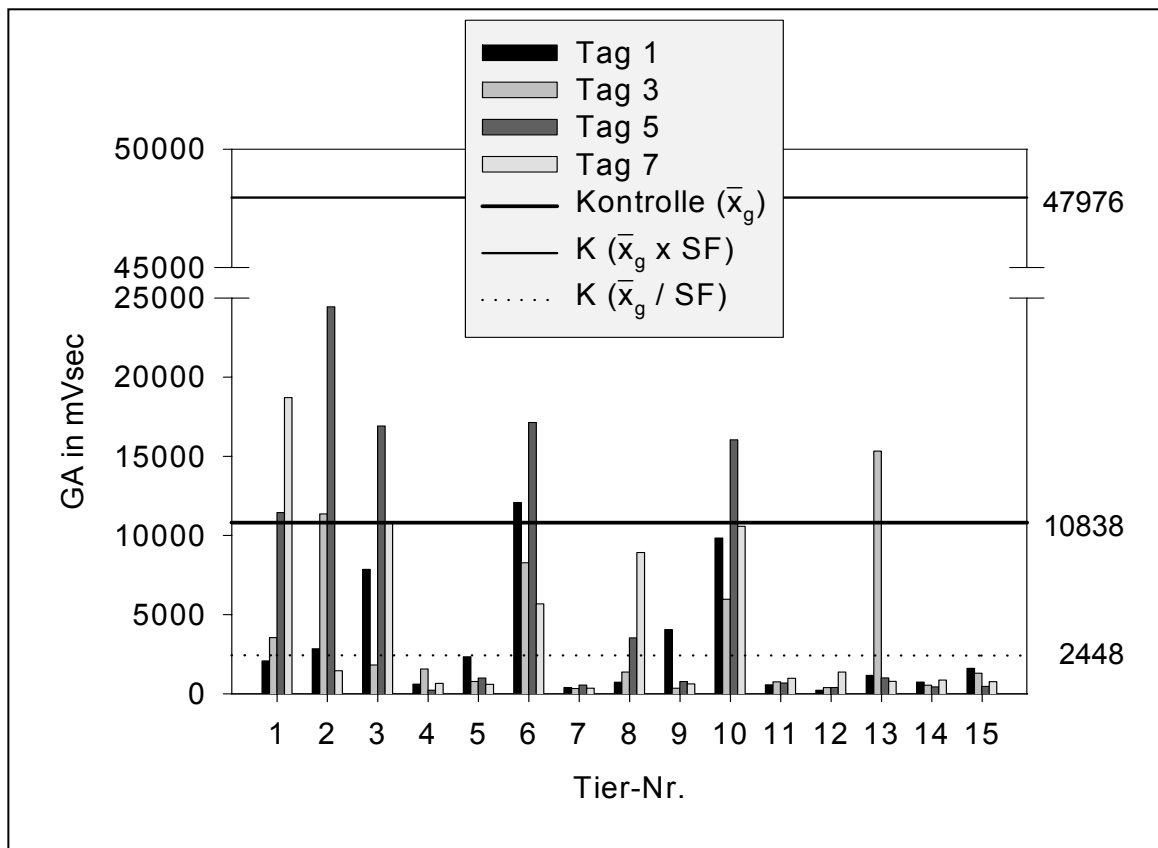


Abb. 21: Entwicklung der Gesamtamplitude (hier: GA = GA (Corpus abomasi) + GA (Pars pylorica abomasi) + GA (Duodenum)) der einzelnen Tiere 1 - 15 an den Mess-tagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) im Vergleich zur Kontrollgruppe (Kontrolle =  $\bar{X}_g$ ; K+ =  $\bar{X}_g \times SF$ ; K- =  $\bar{X}_g / SF$ )

Aus Abbildung 21 geht ebenfalls hervor, dass es eine deutliche Variation in der Entwicklung der myoelektrischen Aktivität (in diesem Fall der Gesamtamplitude) zwi-

## ERGEBNISSE

schen den einzelnen Tieren gibt. Für diese Abbildung wurden die Gesamtamplituden am Corpus abomasi, an der Pars pylorica abomasi und am Duodenum addiert. Ein Teil der Tiere erreicht zumindest teilweise Werte, wie sie auch in der Kontrollgruppe gemessen wurden: Tier 1, 2, 3, 6 und 10 erreichen an mindestens drei Tagen Werte aus der Kontrollgruppe (zwischen  $\bar{X}_g / SF$  und  $\bar{X}_g$  der Kontrollgruppe: 2448 mVsec bis 10838 mVsec). Tier 1 überschreitet am 5. + 7. Tag p. op., Tier 2 am 3. + 5. Tag p. op., Tier 3 am 5. Tag p. op., Tier 6 am 1. + 5. Tag p. op., Tier 10 am 5. Tag p. op. und Tier 13 am 3. Tag p. op. den geometrischen Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) der Kontrollgruppe (10838,0 mVsec). Tier 8 erreicht am 5. + 7. Tag p. op. und Tier 9 am 1. Tag p. op. den Wert 2448 mVsec ( $\bar{X}_g / SF$ ) der Kontrollgruppe. Die Tiere 4, 5, 7, 11, 12, 14 und 15 liegen mit ihren Werten deutlich unterhalb des Referenzbereiches.

Anhand dieser erheblichen interindividuellen Variation wurde vermutet, dass es eventuell verschiedene Gruppen (Cluster) gibt, die sich hinsichtlich der Entwicklung der myoelektrische Aktivität unterscheiden. Aus diesem Grunde wurde nachfolgend eine Clusteranalyse für die 15 Tiere aus der 24-Stunden-Messgruppe durchgeführt.

## 4.5 Clusteranalyse

Tier-Nr.

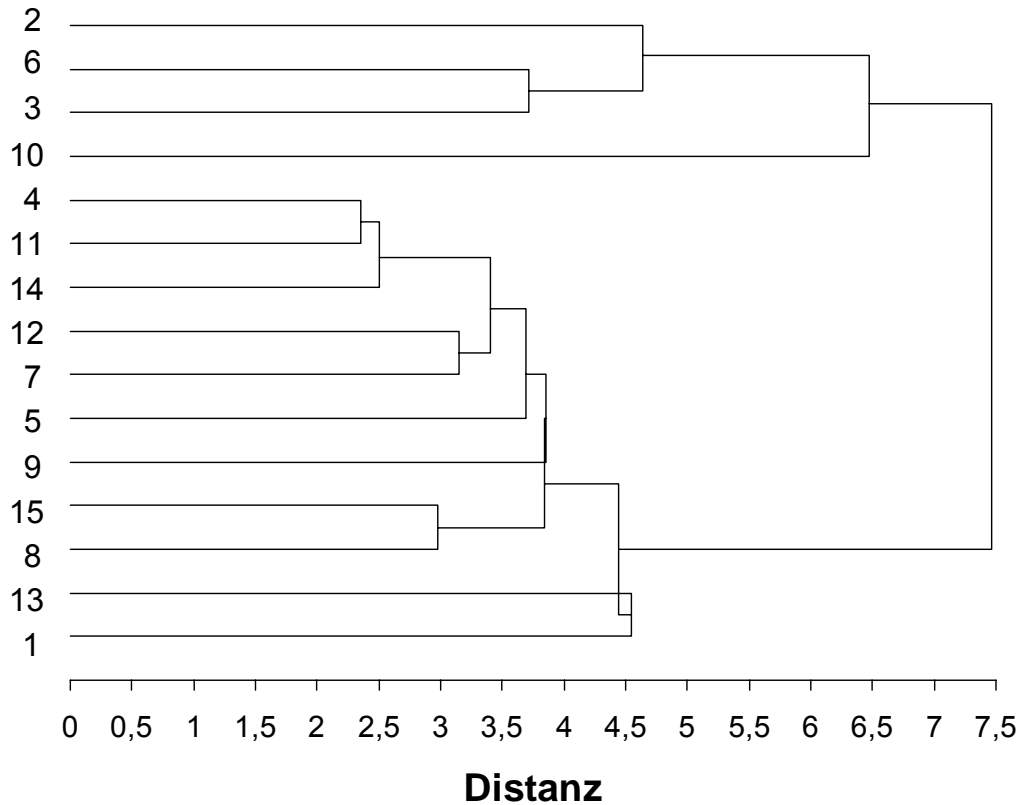


Abb.22: Clusteranalyse: Dendrogramm der 15 Tiere (Tier-Nr. 1 – 15) aus der Gruppe der 24-Stunden-Messungen auf Grund der Tagesmittelwerte von GI und GA (standardisierte Variablen) nach WARD

Aus dem Dendrogramm (Abb. 22) können andeutungsweise 2 Cluster abgeleitet werden. In Cluster A können die Tiere 2, 3, 6 u. 10 vereinigt werden und in Cluster B können die Tiere 1, 4, 5, 7 – 9 u. 11 – 15 zusammen gefasst werden.

4.5.1 Entwicklung der myoelektrischen Aktivität in beiden Clustern (A + B)

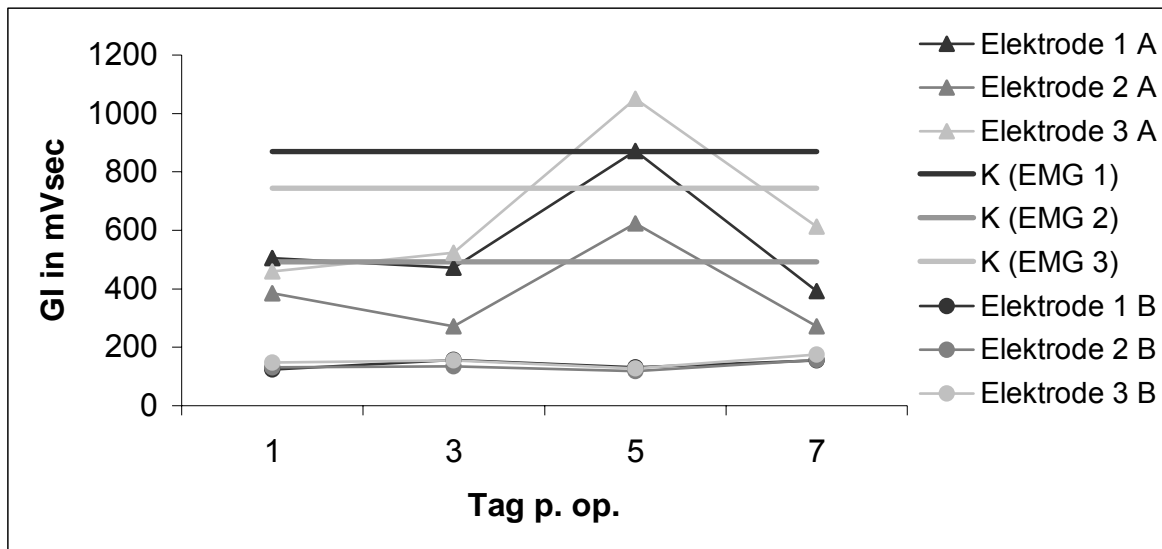


Abb. 23: Entwicklung des Gesamtintegrals in Cluster A und Cluster B: Graphische Darstellung des geometrischen Mittelwertes des Gesamtintegrals an den verschiedenen Elektrodenstellen (Elektrode 1 = Corpus abomasi, Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi, Elektrode 3 = Duodenum; A = Cluster A, B = Cluster B) an den einzelnen Messtagen (Tag 1, Tag 3, Tag 5 und Tag 7 p. op.) im Vergleich zum geometrischen Mittelwert der Kontrollgruppe (K (EMG 1) = Corpus abomasi, K (EMG 2) = Pars pylorica abomasi, K (EMG 3) = Duodenum)

Das Gesamtintegral von Cluster B bleibt im geometrischen Mittel über dem Beobachtungszeitraum fast konstant auf sehr niedrigem Niveau (Corpus abomasi:  $\bar{X}_g = 125 - 157$  mVsec; Pars pylorica abomasi:  $\bar{X}_g = 118 - 158$  mVsec; Duodenum:  $\bar{X}_g = 128 - 175$  mVsec). Somit liegen diese Werte deutlich unterhalb der Vergleichswerte der Kontrollgruppe (Corpus abomasi:  $\bar{X}_g = 871$  mVsec; Pars pylorica abomasi:  $\bar{X}_g = 493$  mVsec; Duodenum:  $\bar{X}_g = 745$  mVsec). Im Gegensatz hierzu erreicht das Gesamtintegral des Cluster A bereits am 5. Tag p. op. die Vergleichswerte der Kontrollgruppe (Corpus abomasi:  $\bar{X}_g = 872$  mVsec; Pars pylorica abomasi:  $\bar{X}_g = 623$  mVsec; Duodenum:  $\bar{X}_g = 1051$  mVsec). Am 7. Tag fällt das Gesamtintegral zwar wieder etwas ab, bleibt aber deutlich höher als in Cluster B (Abb. 23).

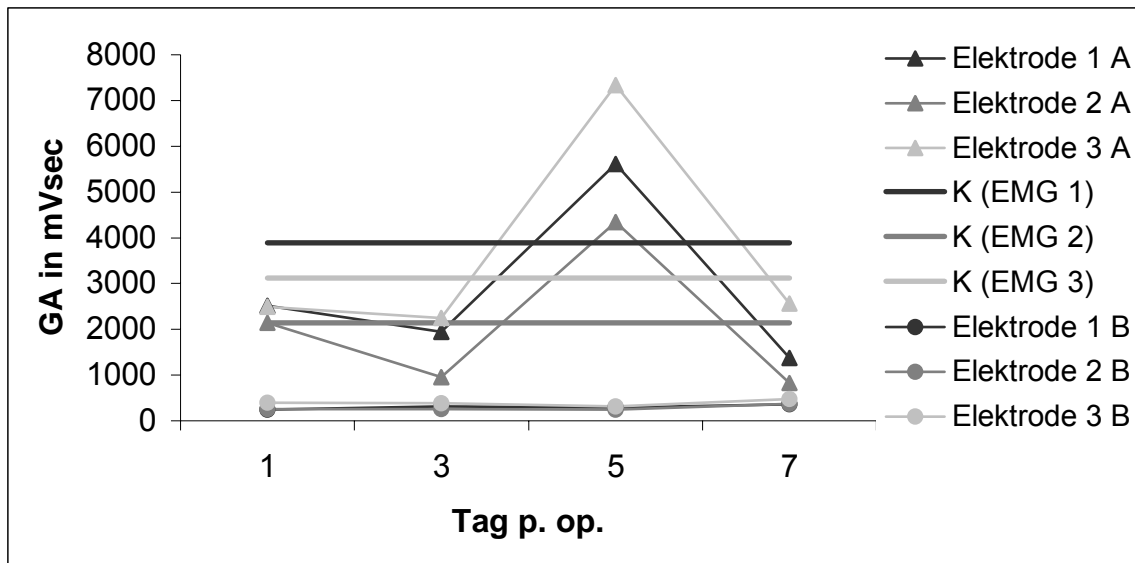


Abb. 24: Entwicklung der Gesamtamplitude in Cluster A und Cluster B: Graphische Darstellung des geometrischen Mittelwertes der Gesamtamplitude an den verschiedenen Elektrodenstellen (Elektrode 1 = Corpus abomasi, Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi, Elektrode 3 = Duodenum; A = Cluster A, B = Cluster B) an den einzelnen Messtagen (Tag 1, Tag 3, Tag 5 und Tag 7 p. op.) im Vergleich zum geometrischen Mittelwert in der Kontrollgruppe (K (EMG 1) = Corpus abomasi, K (EMG 2) = Pars pylorica abomasi, K (EMG 3) = Duodenum)

Die Gesamtamplitude von Cluster B bleibt im geometrischen Mittel über dem Beobachtungszeitraum fast konstant auf sehr niedrigem Niveau (Corpus abomasi:  $\bar{X}_g = 243 - 361$  mVsec; Pars pylorica abomasi:  $\bar{X}_g = 243 - 368$  mVsec; Duodenum:  $\bar{X}_g = 316 - 473$  mVsec). Somit liegen diese Werte deutlich unterhalb der Vergleichswerte der Kontrollgruppe (Corpus abomasi:  $\bar{X}_g = 3894$  mVsec; Pars pylorica abomasi:  $\bar{X}_g = 2140$  mVsec; Duodenum:  $\bar{X}_g = 3122$  mVsec). Im Gegensatz hierzu erreicht das Gesamtintegral des Cluster A bereits am 5. Tag p. op. die Vergleichswerte der Kontrollgruppe (Corpus abomasi:  $\bar{X}_g = 5611$  mVsec; Pars pylorica abomasi:  $\bar{X}_g = 4343$  mVsec; Duodenum:  $\bar{X}_g = 7339$  mVsec). Am 7. Tag fällt das Gesamtintegral zwar wieder etwas ab, bleibt aber deutlich höher als in Cluster B (Abb. 24).

Die beiden folgenden Teilkapitel (4.5.2 und 4.5.3) beschäftigen sich mit der Frage, ob die unterschiedliche Entwicklung der myoelektrischen Aktivität in beiden Clustern sich auch auf die Entwicklung der Laborparameter und der klinischen Parameter bei diesen Tieren ausgewirkt hat.

## ERGEBNISSE

### 4.5.2 Entwicklung der Laborparameter in beiden Clustern (A + B)

#### 4.5.2.1 pH-Wert im venösen Blut

Zum Zwecke der statistischen Auswertung wurden die gemessenen pH-Werte zunächst in die absolute Wasserstoffionen-Konzentration transformiert und die Ergebnisse anschließend wieder logarithmiert.

Tab. 25: pH-Wert: Übersicht über arithmetischen Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung (s) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) in beiden Clustern; Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Tag	pH-Wert			
	Cluster A		Cluster B	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
0	7,424	0,052	7,408	0,060
1	7,378	0,040	7,374	0,047
3	7,391	0,033	7,378	0,043
5	7,377	0,003	7,405	0,020
7	7,413	0,009	7,399	0,028

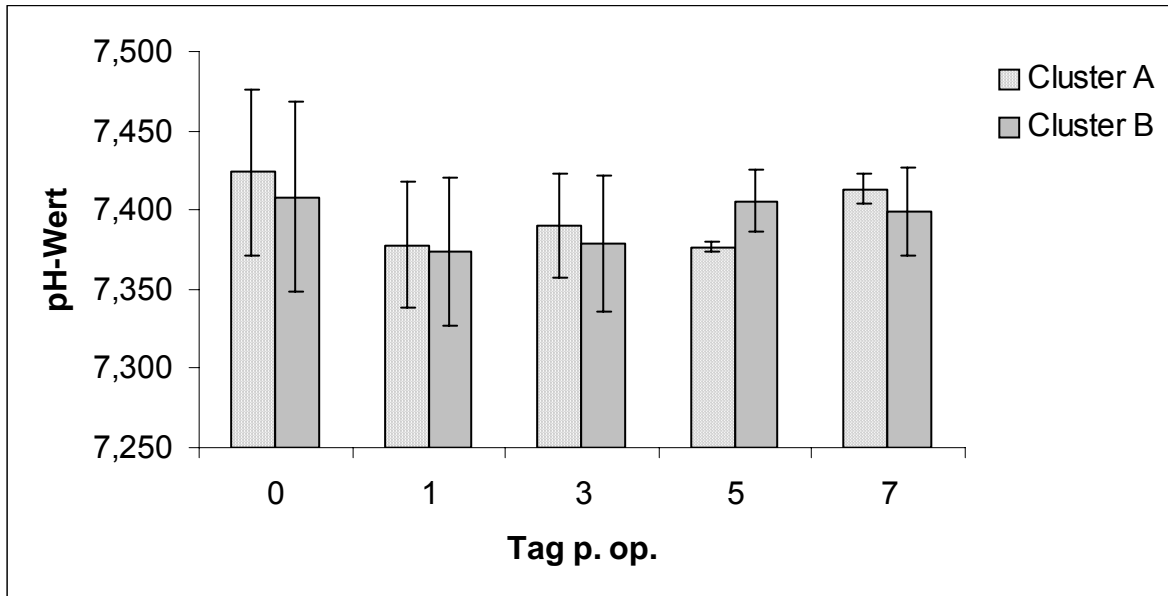


Abb. 25: pH-Wert: Graphische Darstellung der arithmetischen Mittelwerte und der Standardabweichungen am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

In beiden Clustern war der Verlauf des pH-Wertes kleineren Schwankungen unterworfen, dennoch lag der pH-Wert nach Behebung der linksseitigen Labmagenverlagerung unterhalb des Ausgangswertes (Tag 0). In Cluster A fiel der pH-Wert von  $7,424 \pm 0,052$  (Tag 0) auf  $7,413 \pm 0,009$  (Tag 7) und in Cluster B fiel der pH-Wert von  $7,408 \pm 0,060$  (Tag 0) auf  $7,399 \pm 0,028$  (Tag 7) ab (Tab. u. Abb. 25).

Bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Gruppe (Cluster A, Cluster B) und Tag konnte kein signifikanter Gruppenunterschied festgestellt werden ( $p = 0,80$ ). Der Tagesunterschied war knapp nicht signifikant ( $p = 0,09$ ). Eine Wechselwirkung zwischen Tag und Gruppe lag nicht vor ( $p = 0,59$ ).

## ERGEBNISSE

### 4.5.2.2 Basenabweichung im venösen Blut

Tab. 26: Basenabweichung (mmol/l): Übersicht über arithmetischen Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung (s) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) in beiden Clustern; Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Basenabweichung in mmol/l				
Tag	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
0	8,7	7,2	5,5	8,0
1	3,4	3,3	2,0	4,5
3	3,8	3,7	3,9	3,7
5	5,0	4,4	6,6	2,2
7	7,2	1,0	6,4	2,5

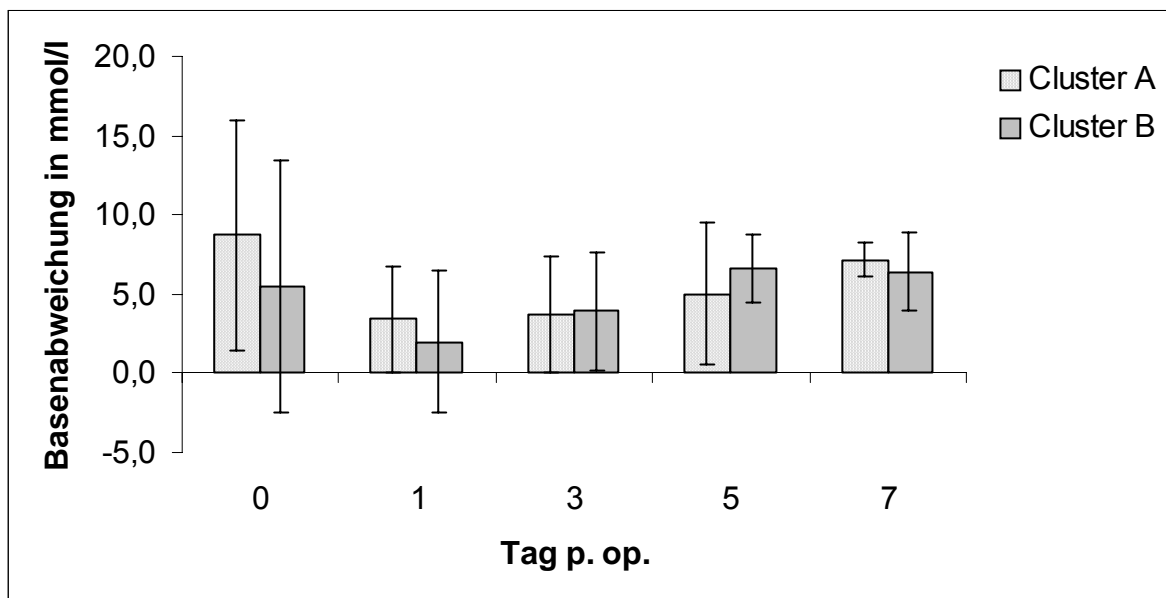


Abb. 26: Basenabweichung (mmol/l): Graphische Darstellung der arithmetischen Mittelwerte und der Standardabweichungen am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

In beiden Clustern verringerte sich die Basenabweichung zunächst im Mittel unmittelbar nach der Operation, um dann wieder größer zu werden. In Cluster A verringerte sich die Basenabweichung von  $8,7 \pm 7,2$  mmol/l (Tag 0) auf  $3,4 \pm 3,3$  mmol/l (Tag 1 p. op.), um anschließend wieder auf  $7,2 \pm 1,0$  mmol/l anzusteigen (Tag 7 p. op.). In

Cluster B fiel die Basenabweichung von  $5,5 \pm 8,0$  mmol/l (Tag 0) auf  $2,0 \pm 4,5$  mmol/l am ersten Tag p. op. ab und stieg dann wieder bis zum 5. Tag p. op. auf  $6,6 \pm 2,2$  mmol/l an (Tab. u. Abb. 26).

Bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Gruppe (Cluster A, Cluster B) und Tag konnte kein signifikanter Gruppenunterschied festgestellt werden ( $p = 0,63$ ). Der Tagesunterschied war knapp nicht signifikant ( $p = 0,07$ ). Eine Wechselwirkung zwischen Tag und Gruppe lag nicht vor ( $p = 0,72$ ).

#### 4.5.2.3 Bikarbonat im venösen Blut

Tab. 27: Bikarbonat (mmol/l): Übersicht über arithmetischen Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung (s) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) in beiden Clustern; Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Bikarbonat in mmol/l					
		Cluster A		Cluster B	
Tag	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	
0	33,4	7,3	30,0	7,9	
1	28,6	3,3	27,9	5,7	
3	28,5	3,7	29,8	4,6	
5	30,0	5,0	31,3	2,6	
7	32,2	1,0	31,6	2,4	

## ERGEBNISSE

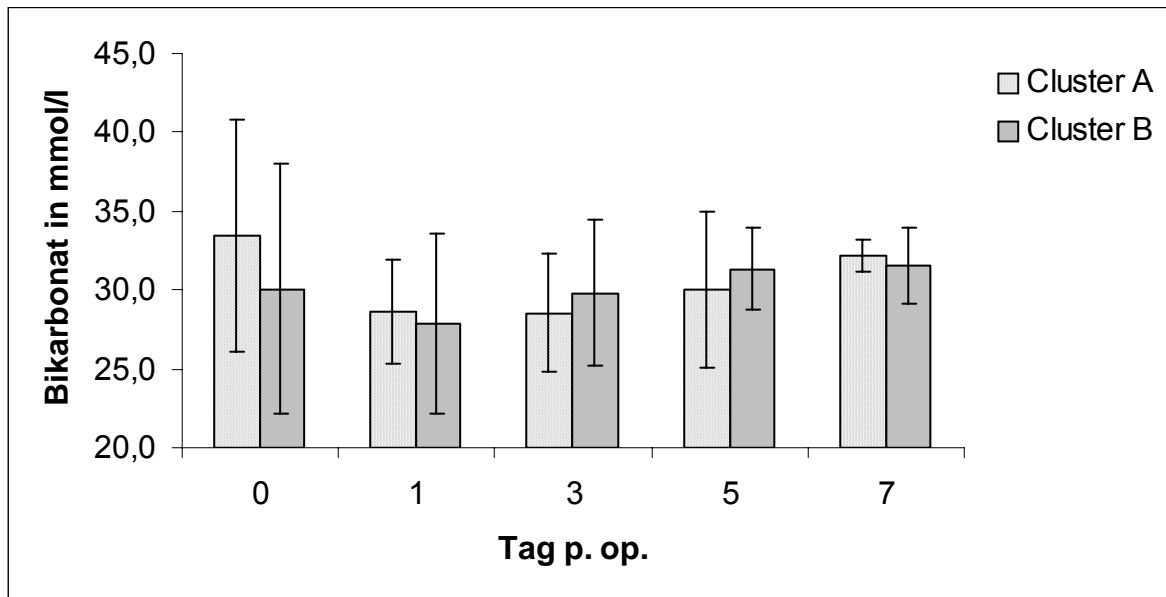


Abb. 27: Bikarbonat (mmol/l): Graphische Darstellung der arithmetischen Mittelwerte und der Standardabweichungen am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Auch der Bikarbonatgehalt variierte im Verlauf in beiden Clustern. In Cluster A fiel der Bikarbonatgehalt zunächst von  $33,4 \pm 7,3$  mmol/l (Tag 0) auf  $28,5 \pm 3,7$  mmol/l (Tag 3 p. op.), um bis zum 7. Tag p. op. wieder auf  $32,2 \pm 1,0$  mmol/l anzusteigen. In Cluster B zeigte sich ein ähnlicher Verlauf. Hier ging der Bikarbonatgehalt von  $30,0 \pm 7,9$  mmol/l (Tag 0) auf  $27,9 \pm 5,7$  mmol/l am ersten Tag post operationem zurück. Anschließend stieg der Bikarbonatgehalt wieder auf  $31,6 \pm 2,4$  mmol/l an (Tag 7 p. op.) (Tab. u. Abb. 27).

Bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Gruppe (Cluster A, Cluster B) und Tag konnte kein signifikanter Gruppenunterschied festgestellt werden ( $p = 0,80$ ). Der Tagesunterschied war ebenfalls nicht signifikant ( $p = 0,25$ ).

4.5.2.4 Natriumgehalt im Serum

Tab. 28: Natrium (mmol/l): Übersicht über arithmetischen Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung (s) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) in beiden Clustern; Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Tag	Natrium in mmol/l			
	Cluster A		Cluster B	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
0	139	3,4	142	5,4
1	138	2,0	139	3,8
3	139	3,6	140	2,5
5	141	2,6	140	2,1
7	141	2,7	140	2,6

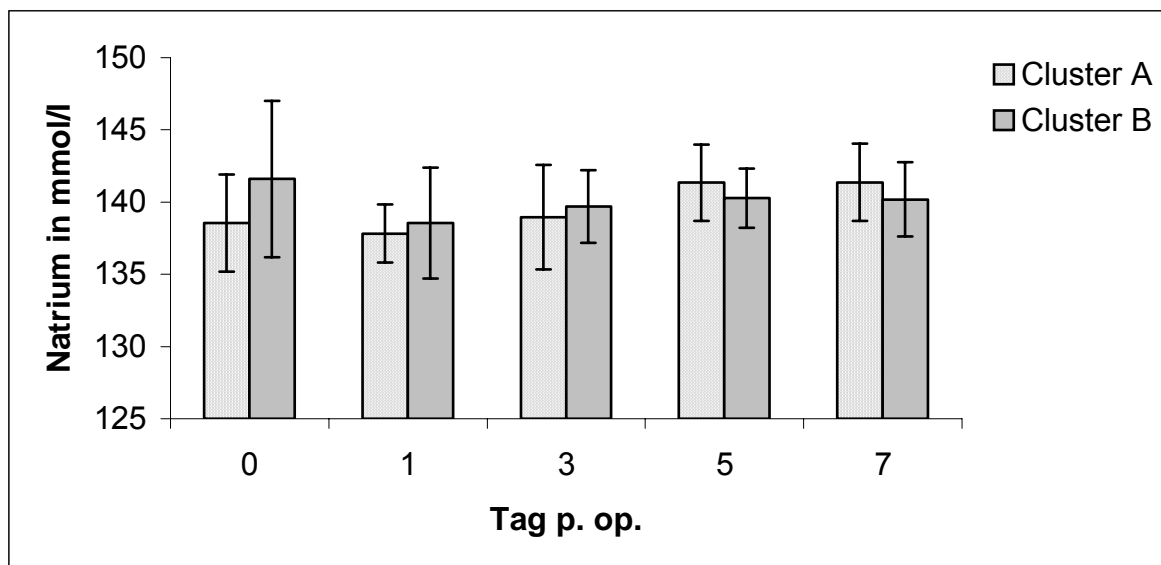


Abb. 28: Natrium (mmol/l): Graphische Darstellung der arithmetischen Mittelwerte und der Standardabweichungen am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Der Natriumgehalt fiel in Cluster A zunächst leicht ab (von  $139 \pm 3,4$  mmol/l vor der Operation auf  $138 \pm 2,0$  mmol/l am ersten Tag nach der Operation), um anschließend bis zum 5. Tag p. op. deutlicher auf  $141 \pm 2,6$  mmol/l anzusteigen. Am 7. Tag p. op. blieb dieser Wert konstant. In Cluster B fiel der Natriumgehalt zunächst etwas stärker ab (von  $142 \pm 5,4$  mmol/l vor der Operation auf  $139 \pm 3,8$  mmol/l am ersten Tag p.

## ERGEBNISSE

op.) und stieg anschließend wieder leicht auf  $140 \pm 2,1$  mmol/l an. Auch hier blieb der Natriumgehalt am siebten Tag nach der Operation auf gleichem Niveau (Tab. u. Abb. 28).

Bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Gruppe (Cluster A, Cluster B) und Tag konnte kein signifikanter Gruppenunterschied festgestellt werden ( $p = 0,77$ ). Der Tagesunterschied war knapp nicht signifikant ( $p = 0,051$ ). Es lag auch keine Wechselwirkung zwischen Tag und Gruppe vor ( $p = 0,20$ ).

### 4.5.2.5 Kaliumgehalt im Serum

Tab. 29: Kalium (mmol/l): Übersicht über arithmetischen Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung (s) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) in beiden Clustern; Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Kalium in mmol/l				
Tag	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
0	3,3	0,8	3,7	0,4
1	3,5	0,5	3,5	0,3
3	3,4	0,4	3,7	0,3
5	3,8	0,4	3,7	0,4
7	3,8	0,1	3,7	0,3

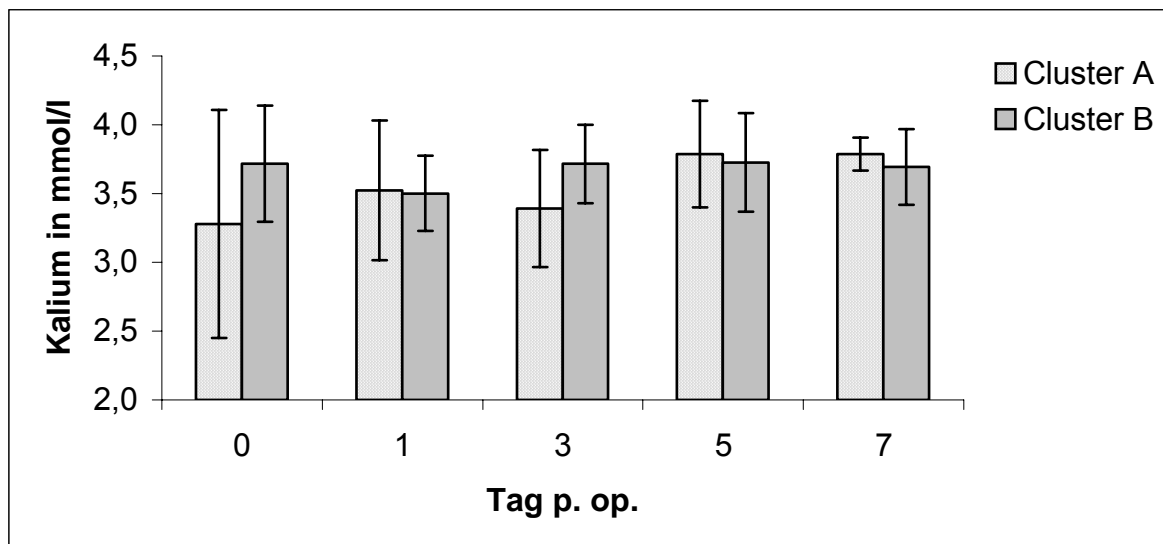


Abb. 29: Kalium (mmol/l): Graphische Darstellung der arithmetischen Mittelwerte und der Standardabweichungen am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Der Kaliumgehalt stieg in Cluster A leicht von  $3,3 \pm 0,8$  mmol/l (Tag 0) auf  $3,8 \pm 0,1$  mmol/l (Tag 7 p. op.) an. In Cluster B blieb der Kaliumgehalt nahezu konstant bei  $3,7 \pm 0,4$  mmol/l (Tab. u. Abb. 29).

Bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Gruppe (Cluster A, Cluster B) und Tag konnte kein signifikanter Gruppenunterschied festgestellt werden ( $p = 0,16$ ). Der Tagesunterschied war ebenfalls nicht signifikant ( $p = 0,32$ ). Es lag auch keine Wechselwirkung zwischen Tag und Gruppe vor ( $p = 0,35$ ).

## ERGEBNISSE

### 4.5.2.6 Chloridgehalt im Serum

Tab. 30: Chlorid (mmol/l): Übersicht über arithmetischen Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung (s) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) in beiden Clustern; Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Tag	Chlorid in mmol/l			
	Cluster A		Cluster B	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
0	94	11,3	98	8,4
1	102	5,1	103	6,3
3	103	4,9	104	4,1
5	103	3,3	102	4,5
7	104	1,3	102	2,7

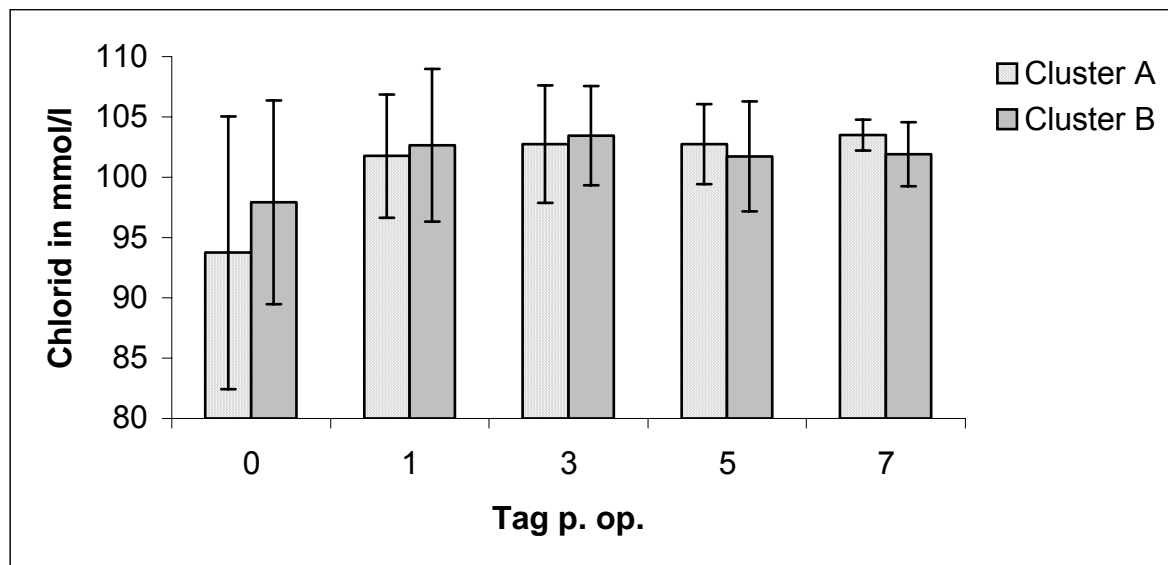


Abb. 30: Chlorid (mmol/l): Graphische Darstellung der arithmetischen Mittelwerte und der Standardabweichungen am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Der Chloridgehalt stieg in Cluster A kontinuierlich von  $93,8 \pm 11,3$  mmol/l (Tag 0) auf  $103,5 \pm 1,3$  mmol/l (Tag 7 p. op.). In Cluster B stieg der Chloridgehalt ebenfalls nach Beseitigung der linksseitigen Labmagenverlagerung an, zeigte aber einen variieren-

den Verlauf (Anstieg von  $97,9 \pm 8,4$  mmol/l vor der Operation auf  $101,9 \pm 2,7$  mmol/l am 7. Tag p. op. ) (Tab. u. Abb. 30).

Bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Gruppe (Cluster A, Cluster B) und Tag konnte kein signifikanter Gruppenunterschied festgestellt werden ( $p = 0,74$ ). Der Tagesunterschied war signifikant ( $p < 0,01$ ). Wechselwirkung zwischen Tag und Gruppe lag nicht vor ( $p = 0,72$ ).

#### 4.5.2.7 Gehalt an ionisiertem Kalzium im Vollblut

Tab. 31: Kalzium (ion.) (mmol/l): Übersicht über arithmetischen Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung (s) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) in beiden Clustern; Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Tag	Kalzium (ion.) in mmol/l			
	Cluster A		Cluster B	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
0	1,10	0,09	1,12	0,13
1	1,13	0,08	1,16	0,07
3	1,18	0,09	1,22	0,09
5	1,20	0,08	1,22	0,06
7	1,17	0,04	1,20	0,05

## ERGEBNISSE

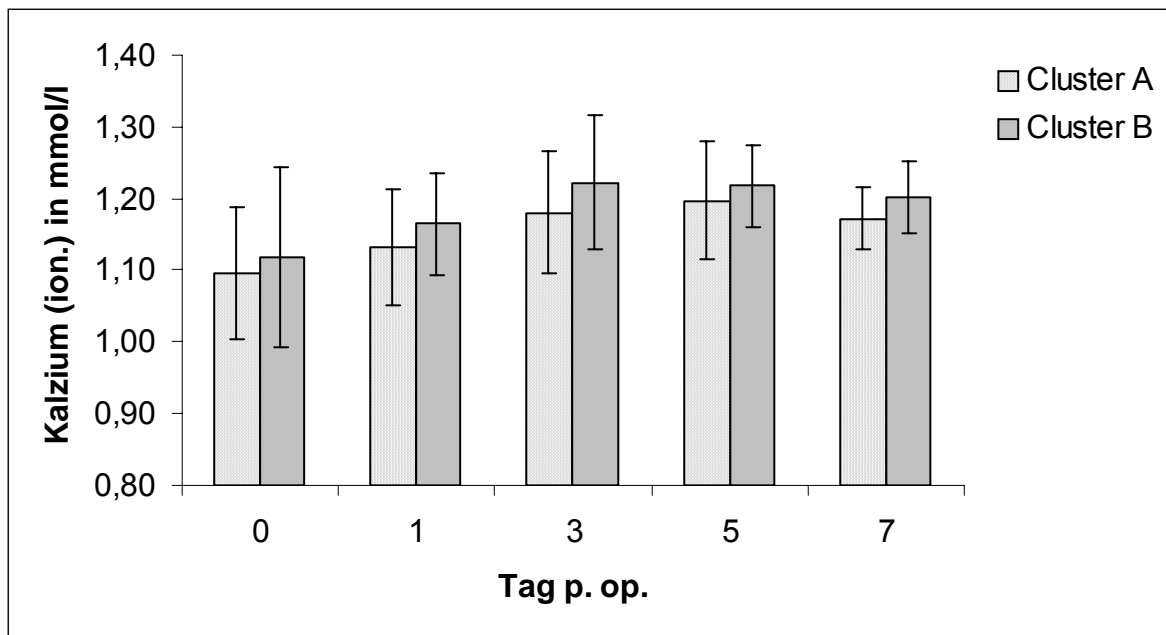


Abb. 31: Kalzium (ion.) (mmol/l): Graphische Darstellung der arithmetischen Mittelwerte und der Standardabweichungen am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Der (ion.) Kalziumgehalt nahm in beiden Clustern nach Behebung der Labmagenverlagerung zu. In Cluster A stieg der Wert von  $1,10 \pm 0,09$  mmol/l (Tag 0) auf  $1,20 \pm 0,08$  mmol/l (Tag 5 p. op.) zu und in Cluster B von  $1,12 \pm 0,13$  mmol/l (Tag 0) auf  $1,22 \pm 0,09$  mmol/l (Tag 3 p. op.) (Tab. u. Abb. 31).

Bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Gruppe (Cluster A, Cluster B) und Tag konnte kein signifikanter Gruppenunterschied festgestellt werden ( $p = 0,40$ ). Der Tagesunterschied war signifikant ( $p = 0,002$ ). Wechselwirkung zwischen Tag und Gruppe lag nicht vor ( $p = 0,99$ ).

4.5.2.8 Magnesiumgehalt im Serum

Tab. 32: Magnesium (mmol/l): Übersicht über arithmetischen Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung (s) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) in beiden Clustern; Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Tag	Magnesium in mmol/l			
	Cluster A		Cluster B	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
0	0,98	0,11	0,92	0,16
1	0,83	0,14	0,84	0,18
3	0,88	0,13	0,83	0,11
5	0,91	0,18	0,86	0,13
7	0,89	0,15	0,97	0,13

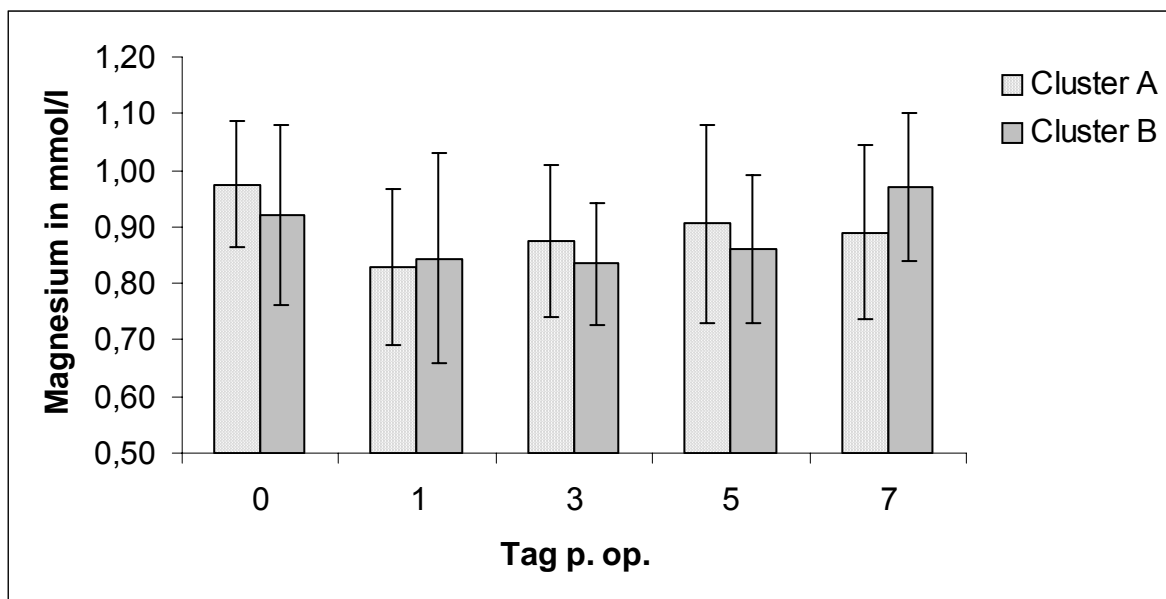


Abb. 32: Magnesium (mmol/l): Graphische Darstellung der arithmetischen Mittelwerte und der Standardabweichungen am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Der Magnesiumgehalt fiel in beiden Clustern zunächst ab, um später wieder anzusteigen. In Cluster A nahm der Gehalt von  $0,98 \pm 0,11$  mmol/l (Tag 0) auf  $0,83 \pm 0,14$  mmol/l (Tag 1 p. op.) ab und stieg bis zum 5. Tag p. op. wieder auf  $0,91 \pm 0,18$  mmol/l an. In Cluster B fiel der Magnesiumwert von  $0,92 \pm 0,16$  mmol/l (Tag 0) auf

## ERGEBNISSE

0,83 ± 0,11 mmol/l (Tag 3 p. op.), um anschließend wieder bis auf 0,97 ± 0,13 mmol/l (Tag 7 p. op.) anzusteigen (Tab. u. Abb. 32).

Bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Gruppe (Cluster A, Cluster B) und Tag konnte kein signifikanter Gruppenunterschied festgestellt werden ( $p = 0,88$ ). Der Tagesunterschied war ebenfalls nicht signifikant ( $p = 0,15$ ). Eine Wechselwirkung zwischen Tag und Gruppe lag nicht vor ( $p = 0,64$ ).

### 4.5.2.9 Gehalt an anorganischem Phosphat im Serum

Tab. 33: Phosphat (anorg.) (mmol/l): Übersicht über arithmetischen Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung (s) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) in beiden Clustern; Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Tag	Phosphat (anorg.) in mmol/l			
	Cluster A		Cluster B	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
0	1,44	0,40	1,66	0,65
1	1,49	0,29	1,55	0,66
3	1,53	0,18	1,18	0,34
5	1,46	0,39	1,39	0,33
7	1,43	0,32	1,42	0,24

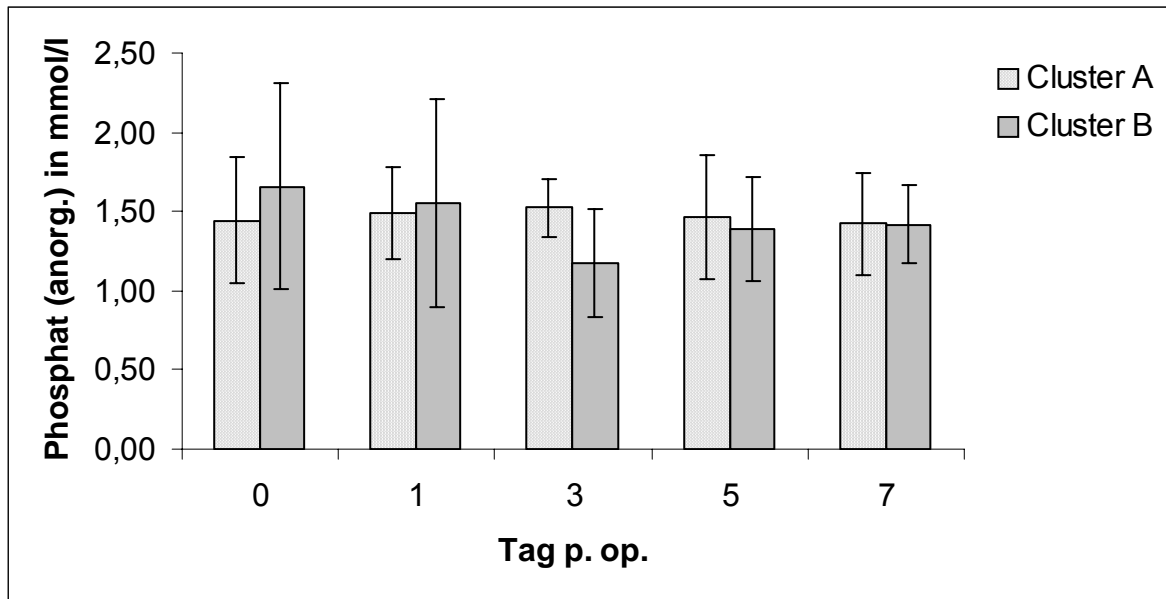


Abb. 33: Phosphat (anorg.) (mmol/l): Graphische Darstellung der arithmetischen Mittelwerte und der Standardabweichungen am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Der (anorg.) Phosphatgehalt stieg in Cluster A von  $1,44 \pm 0,40$  mmol/l (Tag 0) zunächst bis zum 3. Tag p. op. auf  $1,53 \pm 0,18$  mmol/l und fiel dann bis zum 7. Tag nach der Operation wieder auf  $1,43 \pm 0,31$  mmol/l ab. In Cluster B fiel dagegen der (anorg.) Phosphatgehalt zunächst von  $1,66 \pm 0,65$  mmol/l (Tag 0) auf  $1,18 \pm 0,34$  mmol/l (Tag 3) und stieg dann wieder auf  $1,42 \pm 0,24$  mmol/l an (Tab. u. Abb. 33).

Bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Gruppe (Cluster A, Cluster B) und Tag konnte kein signifikanter Gruppenunterschied festgestellt werden ( $p = 0,85$ ). Der Tagesunterschied war ebenfalls nicht signifikant ( $p = 0,74$ ). Eine Wechselwirkung zwischen Tag und Gruppe lag nicht vor ( $p = 0,53$ ).

## ERGEBNISSE

### 4.5.2.10 Glukosegehalt im Plasma

Tab. 34: Glukose (mmol/l): Übersicht über arithmetischen Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung (s) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) in beiden Clustern; Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Tag	Glukose in mmol/l			
	Cluster A		Cluster B	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
0	5,48	1,36	4,16	1,12
1	4,68	1,03	4,11	0,60
3	3,31	0,35	3,68	0,50
5	3,17	0,53	3,58	1,09
7	3,29	0,46	3,60	0,72

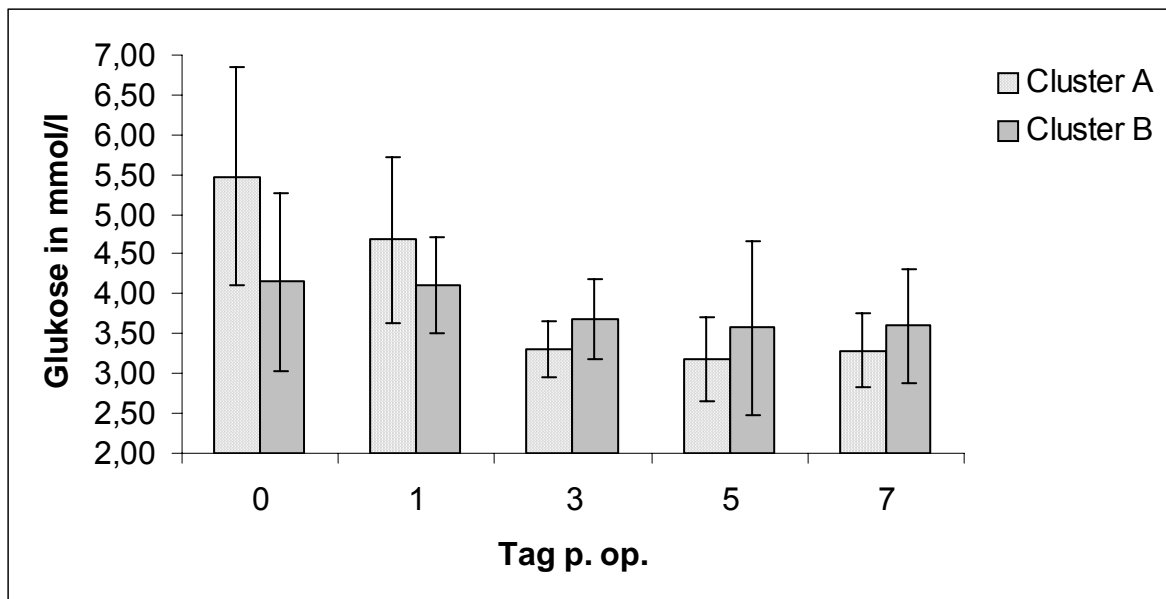


Abb. 34: Glukose (mmol/l): Graphische Darstellung der arithmetischen Mittelwerte und der Standardabweichungen am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

In Cluster A nahm der Glukosegehalt von  $5,48 \pm 1,36$  mmol/l (Tag 0) bis zum 5. Tag nach der Operation auf  $3,17 \pm 0,53$  mmol/l ab. Auch in Cluster B kam es zu einer Abnahme des Glukosewertes von  $4,16 \pm 1,12$  mmol/l (Tag 0) auf  $3,58 \pm 1,09$  mmol/l (Tag 5 p. op.). Die Abnahme in Cluster A fiel deutlich stärker aus als in Cluster B, so

dass in Cluster B die Glukosewerte ab Tag 3 post operationem höher waren als in Cluster A (Tab. u. Abb. 34).

Bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Gruppe (Cluster A, Cluster B) und Tag konnte kein signifikanter Gruppenunterschied festgestellt werden ( $p = 0,56$ ). Der Tagesunterschied war hoch signifikant ( $p < 0,0001$ ). Es lag eine schwach signifikante Wechselwirkung zwischen Tag und Gruppe vor ( $p = 0,04$ ).

#### 4.5.2.11 D-Laktatkonzentration im Serum

Tab. 35: D-Laktat (mmol/l): Übersicht über geometrischen Mittelwert ( $\bar{x}_g$ ) und Streufaktor (SF) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) in beiden Clustern; Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

D-Laktat in mmol/l					
		Cluster A		Cluster B	
Tag	$\bar{x}_g$	SF	$\bar{x}_g$	SF	
0	0,33	2,19	0,17	2,39	
1	0,13	1,32	0,11	2,01	
3	0,12	1,46	0,11	1,90	
5	0,07	1,77	0,11	2,05	
7	0,09	1,39	0,08	1,51	

## ERGEBNISSE

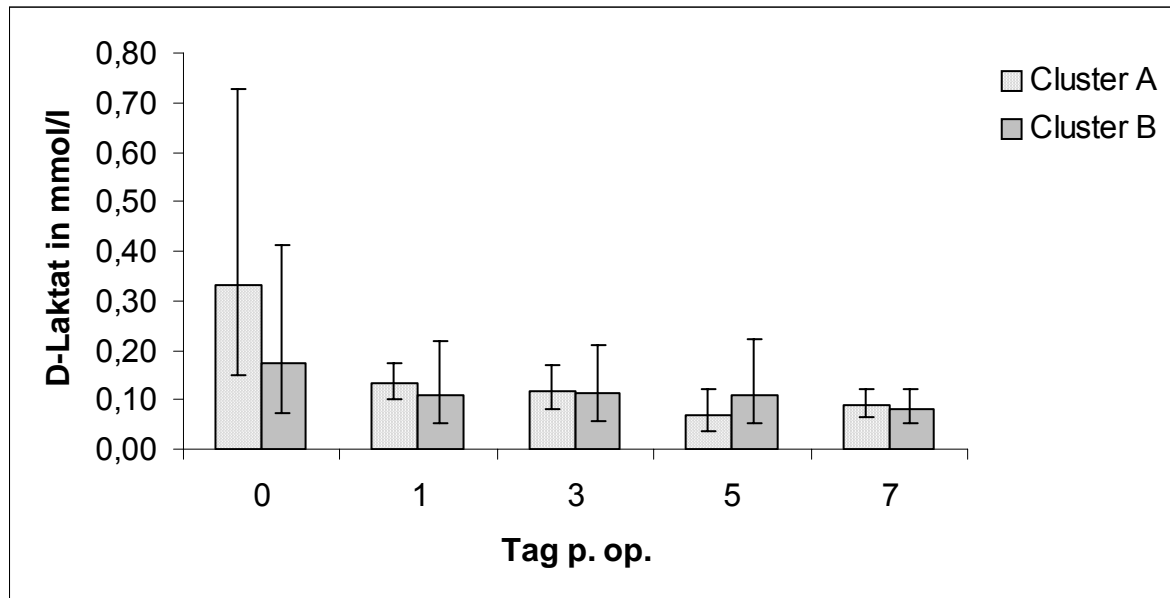


Abb. 35: D-Laktat (mmol/l): Graphische Darstellung der geometrischen Mittelwerte und der Streufaktoren am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

In beiden Clustern kam es zu einer Abnahme des D-Laktat-Gehaltes nach Behebung der linksseitigen Labmagenverlagerung. In Cluster A lag der Wert vor der Operation deutlich höher als in Cluster B (Cluster A:  $\bar{X}_g = 0,33$  mmol/l, SF: 2,19; Cluster B:  $\bar{X}_g = 0,17$  mmol/l, SF: 2,39). Schon am ersten Tag nach der Operation lagen die Werte auf gleichem Niveau (Cluster A:  $\bar{X}_g = 0,13$  mmol/l, SF: 1,32; Cluster B:  $\bar{X}_g = 0,11$  mmol/l, SF: 2,01). Bis zum Ende des Beobachtungszeitraums änderten sich die Werte kaum noch (Tab. u. Abb. 35)

Bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Gruppe (Cluster A, Cluster B) und Tag konnte kein signifikanter Gruppenunterschied festgestellt werden ( $p = 0,70$ ). Der Tagesunterschied war hoch signifikant ( $p = 0,0001$ ). Es lag keine Wechselwirkung zwischen Tag und Gruppe vor ( $p = 0,14$ ).

4.5.2.12 L-Laktatkonzentration im Serum

Tab. 36: L-Laktat (mmol/l): Übersicht über geometrischen Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) in beiden Clustern; Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Tag	L-Laktat in mmol/l			
	Cluster A		Cluster B	
	$\bar{X}_g$	SF	$\bar{X}_g$	SF
0	2,01	3,08	1,12	2,09
1	0,55	1,60	0,62	1,36
3	0,51	1,58	0,51	1,46
5	0,42	1,36	0,52	1,22
7	0,40	1,28	0,41	1,30

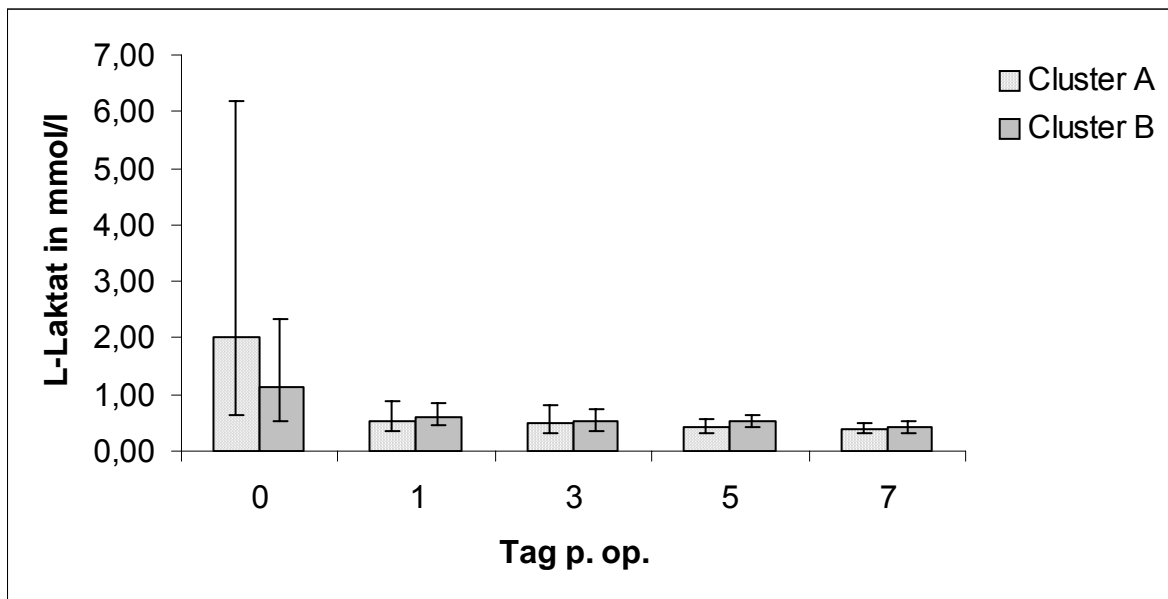


Abb. 36: L-Laktat (mmol/l): Graphische Darstellung der geometrischen Mittelwerte und der Streufaktoren am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Auch der L-Laktat-Gehalt nahm in beiden Clustern nach Behebung der Labmagenverlagerung deutlich ab. Ähnlich wie beim D-Laktat-Gehalt lag der L-Laktat-Gehalt in Cluster A am Tag 0 deutlich höher als in Cluster B (Cluster A:  $\bar{X}_g = 2,01$  mmol/l, SF: 3,08; Cluster B:  $\bar{X}_g = 1,12$  mmol/l, SF: 2,09). Bereits am ersten Tag nach der

## ERGEBNISSE

Operation lagen die Werte auf gleichem Niveau (Cluster A:  $\bar{X}_g = 0,55$  mmol/l, SF: 1,60; Cluster B:  $\bar{X}_g = 0,62$  mmol/l, SF: 1,36). Die Werte nahmen in beiden Clustern bis zum Ende des Beobachtungszeitraums (7. Tag p. op.) weiterhin leicht ab (Cluster A:  $\bar{X}_g = 0,40$  mmol/l, SF: 1,28; Cluster B:  $\bar{X}_g = 0,41$  mmol/l, SF: 1,30) (Tab. u. Abb. 36).

Bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Gruppe (Cluster A, Cluster B) und Tag konnte kein signifikanter Gruppenunterschied festgestellt werden ( $p = 0,75$ ). Der Tagesunterschied war hoch signifikant ( $p < 0,0001$ ). Es lag keine Wechselwirkung zwischen Tag und Gruppe vor ( $p = 0,25$ ).

### 4.5.2.13 NEFA-Konzentration im Serum

Tab. 37: NEFA (mmol/l): Übersicht über geometrischen Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) in beiden Clustern; Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Tag	NEFA in mmol/l			
	Cluster A		Cluster B	
	$\bar{X}_g$	SF	$\bar{X}_g$	SF
0	1,13	1,66	1,24	1,57
1	0,93	1,75	0,88	1,35
3	0,54	1,72	0,51	1,45
5	0,37	1,78	0,33	1,68
7	0,34	2,09	0,35	1,69

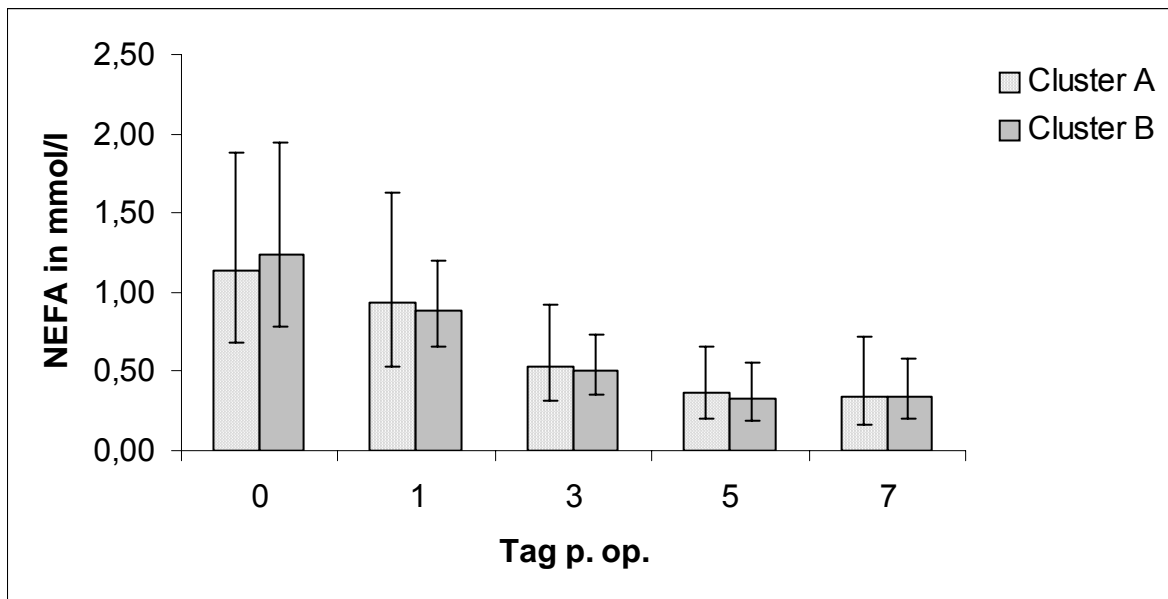


Abb. 37: NEFA (mmol/l): Graphische Darstellung der geometrischen Mittelwerte und der Streufaktoren am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Die NEFA-Werte in beiden Clustern nahmen stetig bis zum 5. Tag p. op. ab und stabilisierten sich auf diesem Niveau. In Cluster A kam es zu einer Reduktion des NEFA-Gehaltes von  $\bar{X}_g = 1,13$  mmol/l (SF: 1,66) am Tag 0 auf  $\bar{X}_g = 0,37$  mmol/l (SF: 1,78) am Tag 5 p. op. In Cluster B gingen die Werte von  $\bar{X}_g = 1,24$  mmol/l (SF: 1,57) am Tag 0 auf  $\bar{X}_g = 0,33$  mmol/l (SF: 1,68) am 5. Tag p. op. zurück (Tab. u. Abb. 37).

Bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Gruppe (Cluster A, Cluster B) und Tag konnte kein signifikanter Gruppenunterschied festgestellt werden ( $p = 0,91$ ). Der Tagesunterschied war hoch signifikant ( $p < 0,0001$ ). Es lag keine Wechselwirkung zwischen Tag und Gruppe vor ( $p = 0,96$ ).

## ERGEBNISSE

### 4.5.2.14 Gesamtbilirubingehalt im Serum

Tab. 38: Gesamtbilirubin ( $\mu\text{mol/l}$ ): Übersicht über geometrischen Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) in beiden Clustern; Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Tag	Gesamtbilirubin in $\mu\text{mol/l}$			
	Cluster A		Cluster B	
	$\bar{X}_g$	SF	$\bar{X}_g$	SF
0	16,6	1,26	15,6	1,85
1	12,5	1,62	13,2	1,46
3	11,2	1,56	8,5	1,43
5	8,0	1,64	7,0	1,43
7	7,7	1,72	6,0	1,55

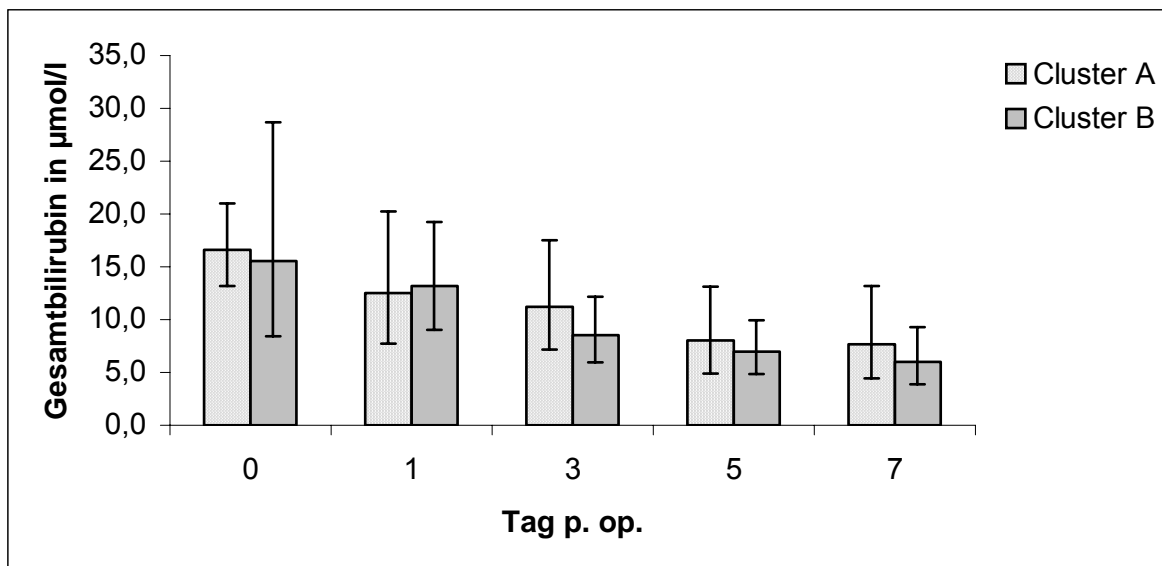


Abb. 38: Gesamtbilirubin ( $\mu\text{mol/l}$ ): Graphische Darstellung der geometrischen Mittelwerte und der Streufaktoren am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Die Gesamtbilirubingehalte nahmen in beiden Clustern nach Behebung der linksseitigen Labmagenverlagerung bis zum Ende des Beobachtungszeitraumes am 7. Tag nach der Operation ab. In Cluster A fiel der Gesamtbilirubinwert von  $\bar{X}_g = 16,6 \mu\text{mol/l}$  (SF: 1,26) am Tag 0 auf  $\bar{X}_g = 7,7 \mu\text{mol/l}$  (SF: 1,72) am Tag 7 p. op. In Cluster B ging

der Gesamtbilirubingehalt von  $\bar{X}_g = 15,6 \mu\text{mol/l}$  (SF: 1,85) am Tag 0 auf  $\bar{X}_g = 6,0 \mu\text{mol/l}$  (SF: 1,55) am 7. Tag p. op. zurück (Tab. u. Abb. 38).

Bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Gruppe (Cluster A, Cluster B) und Tag konnte kein signifikanter Gruppenunterschied festgestellt werden ( $p = 0,50$ ). Der Tagesunterschied war hoch signifikant ( $p < 0,0001$ ). Es lag keine Wechselwirkung zwischen Tag und Gruppe vor ( $p = 0,75$ ).

#### 4.5.2.15 AST-Aktivität im Serum

Tab. 39: AST (U/l): Übersicht über arithmetischen Mittelwert ( $\bar{X}$ ) und Standardabweichung (s) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) in beiden Clustern; Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Tag	AST in U/l			
	Cluster A		Cluster B	
	$\bar{X}$	s	$\bar{X}$	s
0	68	27	89	61
1	96	47	83	29
3	119	24	86	26
5	122	107	72	16
7	102	88	60	14

## ERGEBNISSE

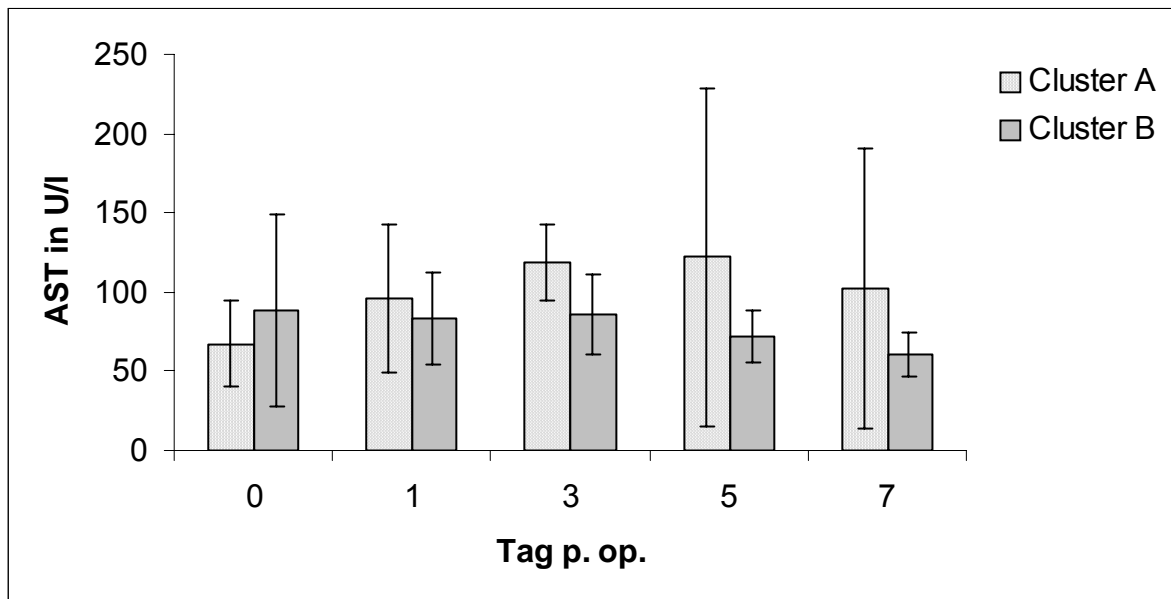


Abb. 39: AST (U/l): Graphische Darstellung der arithmetischen Mittelwerte und der Standardabweichungen am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Die Entwicklung des AST-Gehaltes zeigte in beiden Clustern ein unterschiedliches Bild. In Cluster A kam es zunächst bis zum 5. Tag nach der Operation zu einer Zunahme des AST-Wertes (von  $68 \pm 27$  U/l auf  $122 \pm 107$  U/l). Erst am 7. Tag p. op. kam es zu einer leichten Reduktion auf  $102 \pm 88$  U/l. In Cluster B kam es zu einer Reduktion des AST-Gehaltes bis zum 7. Tag nach Behebung der Labmagenverlagerung (von  $89 \pm 61$  U/l auf  $60 \pm 14$  U/l) (Tab. u. Abb. 39).

Bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Gruppe (Cluster A, Cluster B) und Tag konnte kein signifikanter Gruppenunterschied festgestellt werden ( $p = 0,35$ ). Der Tagesunterschied war knapp nicht signifikant ( $p = 0,051$ ). Es lag keine Wechselwirkung zwischen Tag und Gruppe vor ( $p = 0,25$ ).

4.5.2.16 GGT-Aktivität im Serum

Tab. 40: GGT (U/l): Übersicht über geometrischen Mittelwert ( $\bar{x}_g$ ) und Streufaktor (SF) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) in beiden Clustern; Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Tag	GGT in U/l			
	Cluster A		Cluster B	
	$\bar{x}_g$	SF	$\bar{x}_g$	SF
0	12	1,57	22	2,06
1	13	1,44	19	2,00
3	13	1,50	18	2,05
5	12	1,46	18	1,90
7	12	1,48	19	2,00

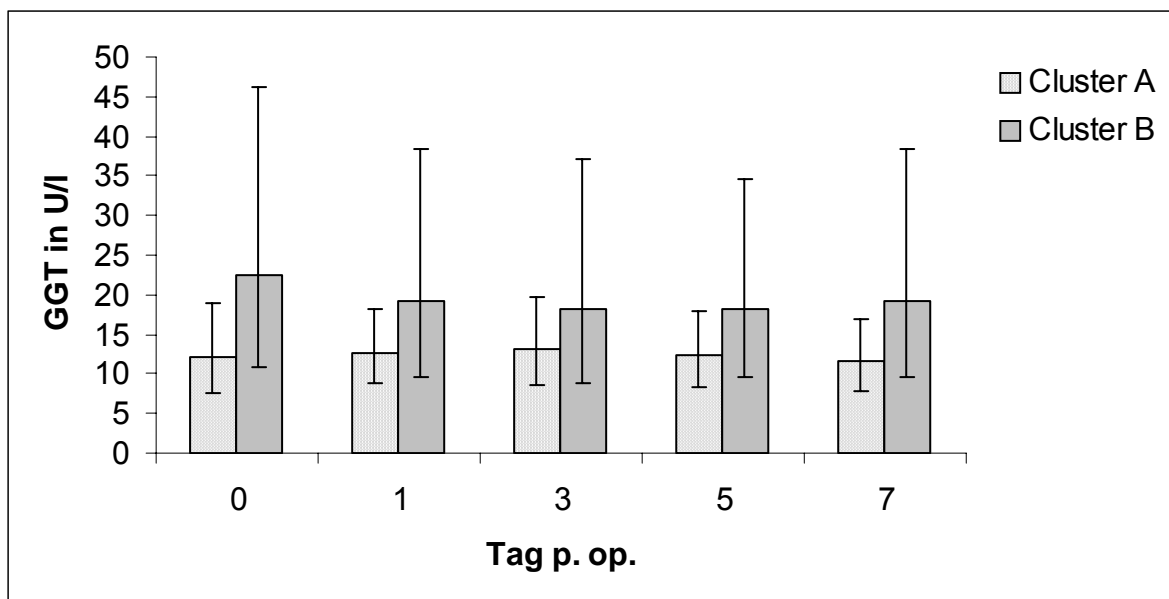


Abb. 40: GGT (U/l): Graphische Darstellung der geometrischen Mittelwerte und der Streufaktoren am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Der GGT-Gehalt ist in Cluster B höher als in Cluster A. Innerhalb der beiden Cluster bleibt der Gehalt aber vor und nach der Operation auf gleichem Niveau (Cluster A: im geometrischen Mittel zwischen 12 U/l und 13 U/l; Cluster B: im geometrischen Mittel zwischen 22 U/l und 18 U/l) (Tab. u. Abb. 40).

## ERGEBNISSE

Bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Gruppe (Cluster A, Cluster B) und Tag konnte kein signifikanter Gruppenunterschied festgestellt werden ( $p = 0,23$ ). Der Tagesunterschied war ebenfalls nicht signifikant ( $p = 0,65$ ). Es lag keine Wechselwirkung zwischen Tag und Gruppe vor ( $p = 0,29$ ).

### 4.5.2.17 GLDH-Aktivität im Serum

Tab. 41: GLDH (U/l): Übersicht über geometrischen Mittelwert ( $\bar{x}_g$ ) und Streufaktor (SF) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) in beiden Clustern; Cluster A ( $n = 4$ ) und Cluster B ( $n = 11$ )

		GLDH in U/l			
		Cluster A		Cluster B	
Tag	$\bar{x}_g$	SF	$\bar{x}_g$	SF	
0	9	2,22	27	3,35	
1	15	3,18	15	2,49	
3	10	3,14	12	2,76	
5	9	1,74	8	2,36	
7	7	2,52	8	2,45	

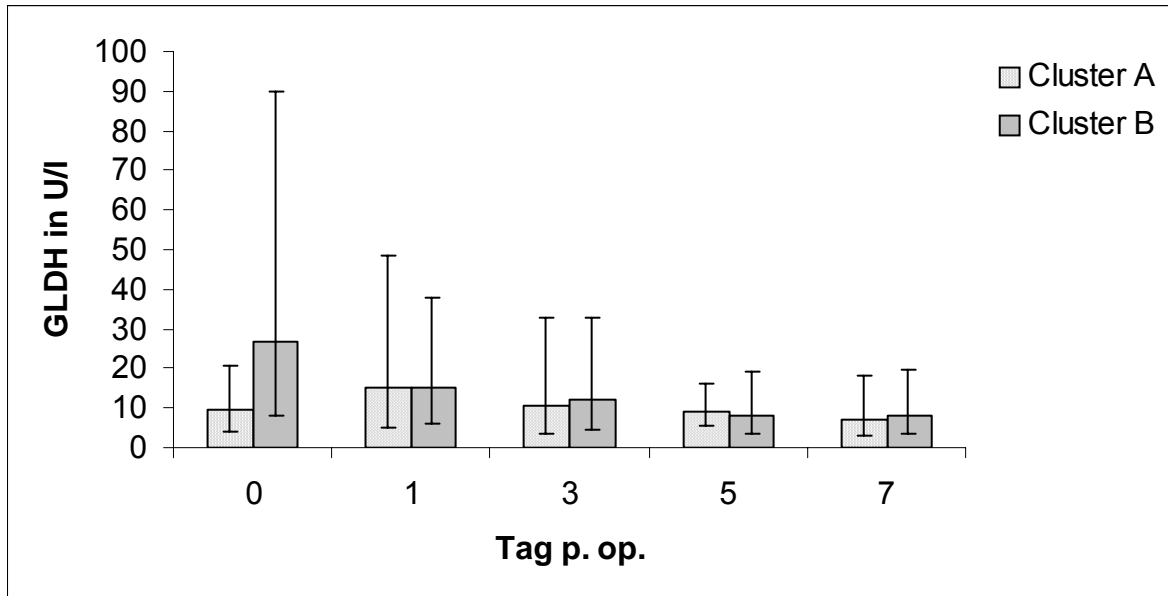


Abb. 41: GLDH (U/l): Graphische Darstellung der geometrischen Mittelwerte und der Streufaktoren am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Die GLDH-Aktivität in Cluster B war am Tag 0 dreimal so hoch wie in Cluster A. Ab dem 1. Tag nach der Operation lagen die Werte auf gleichem Niveau und nahmen bis zum 7. Tag p. op. ab. Der Unterschied zwischen Cluster A und Cluster B liegt also nur darin, dass es in Cluster A zunächst zu einem Anstieg von  $\bar{X}_g = 9$  U/l (SF: 2,2) am Tag 0 auf  $\bar{X}_g = 15$  U/l (SF: 3,2) am Tag 1 p. op. kam. In Cluster B fiel dagegen der GLDH-Gehalt zunächst von  $\bar{X}_g = 27$  U/l (SF: 3,4) auf  $\bar{X}_g = 15$  U/l (SF: 2,5) ab. In beiden Clustern ging der Gehalt dann weiter zurück, in Cluster A auf  $\bar{X}_g = 7$  U/l (SF: 2,5) und in Cluster B auf  $\bar{X}_g = 8$  U/l (SF: 2,5) (Tab. u. Abb. 41).

Bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Gruppe (Cluster A, Cluster B) und Tag konnte kein signifikanter Gruppenunterschied festgestellt werden ( $p = 0,64$ ). Der Tagesunterschied war dagegen signifikant ( $p < 0,01$ ). Es lag keine Wechselwirkung zwischen Tag und Gruppe vor ( $p = 0,10$ ).

## ERGEBNISSE

### 4.5.2.18 Anionenlücke

Tab. 42: Anionenlücke (mmol/l): Übersicht über arithmetischen Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung (s) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) in beiden Clustern; Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Tag	Anionenlücke in mmol/l			
	Cluster A		Cluster B	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
0	14,7	3,4	17,4	6,3
1	11,0	4,4	11,5	3,5
3	11,1	2,0	10,2	5,3
5	12,4	4,9	10,9	3,4
7	9,5	3,1	10,4	3,1

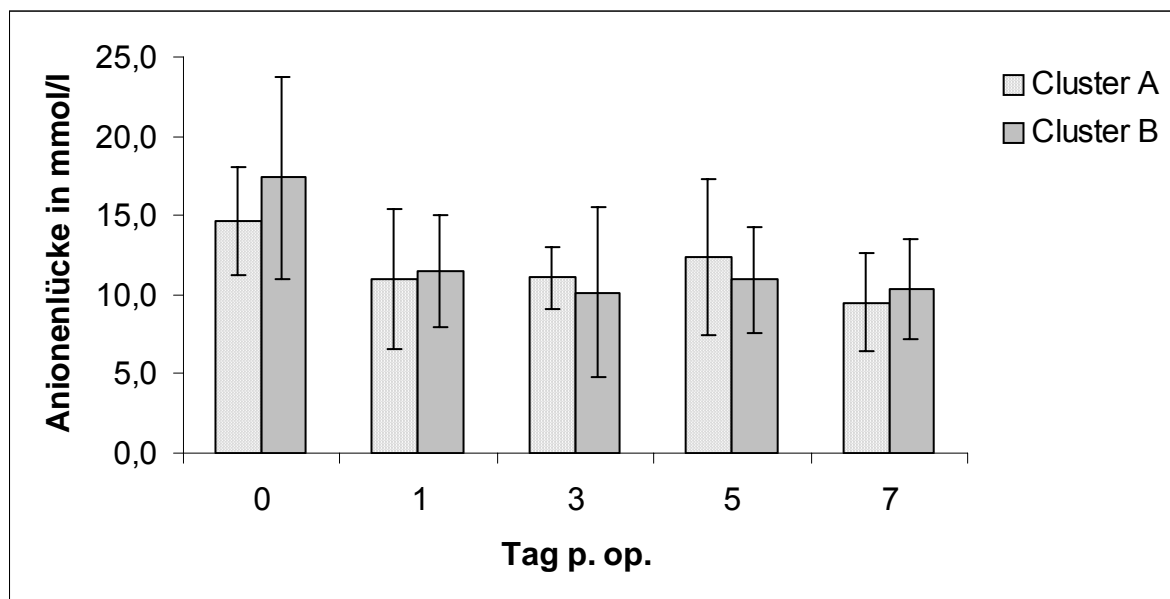


Abb. 42: Anionenlücke (mmol/l): Graphische Darstellung der arithmetischen Mittelwerte und der Standardabweichungen am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Die Anionenlücke wurde in beiden Clustern geringer. In Cluster A ging sie von  $14,7 \pm 3,4$  mmol/l (Tag 0) auf  $9,5 \pm 3,1$  mmol/l (Tag 7 p. op.) zurück. In Cluster B verringerte sie sich von  $17,4 \pm 6,3$  mmol/l (Tag 0) auf  $10,4 \pm 3,1$  mmol/l (Tag 7 p. op.) (Tab. u. Abb. 42).

Bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Gruppe (Cluster A, Cluster B) und Tag konnte kein signifikanter Gruppenunterschied festgestellt werden ( $p = 0,84$ ). Der Tagesunterschied war dagegen hoch signifikant ( $p < 0,001$ ). Es lag keine Wechselwirkung zwischen Tag und Gruppe vor ( $p = 0,60$ ).

#### 4.5.2.19 Harnstoffgehalt im Serum

Tab. 43: Harnstoff (mmol/l): Übersicht über arithmetischen Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung (s) am Tag der Operation (Tag 0) in beiden Clustern; Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Harnstoff in mmol/l			
Cluster A		Cluster B	
$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
4,7	0,8	4,8	3,1

Der Harnstoffgehalt lag vor der Operation in beiden Clustern auf gleichem Niveau (Cluster A:  $4,7 \pm 0,8$  mmol/l; Cluster B:  $4,8 \pm 3,1$  mmol/l) (Tab. 43).

#### 4.5.2.20 Kreatiningehalt im Serum

Tab. 44: Kreatinin ( $\mu\text{mol/l}$ ): Übersicht über arithmetischen Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung (s) am Tag der Operation (Tag 0) in beiden Clustern; Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Kreatinin in $\mu\text{mol/l}$			
Cluster A		Cluster B	
$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
107	14	107	47

Auch der Kreatiningehalt lag vor der Operation in beiden Clustern auf gleichem Niveau (Cluster A:  $107 \pm 14$   $\mu\text{mol/l}$ ; Cluster B:  $107 \pm 47$   $\mu\text{mol/l}$ ) (Tab. 44).

### 4.5.3 Entwicklung der klinischen Parameter in beiden Clustern (A + B)

#### 4.5.3.1 Herzfrequenz

Tab. 45: Herzfrequenz (pro Minute): Übersicht über arithmetischen Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung (s) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) in beiden Clustern; Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Herzfrequenz pro Minute				
Tag	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
0	76	19	80	12
1	80	17	74	7
3	77	6	76	8
5	72	9	74	6
7	72	9	71	4

Die Herzfrequenz nahm in beiden Clustern (mit leichten Schwankungen) nach Behebung der Labmagenverlagerung ab; in Cluster A von  $76 \pm 19$  Schlägen pro Minute auf  $72 \pm 9$  Schlägen pro Minute und in Cluster B von  $80 \pm 12$  Schlägen pro Minute auf  $71 \pm 4$  Schlägen pro Minute (Tab. 45).

Bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Gruppe (Cluster A, Cluster B) und Tag konnte kein signifikanter Gruppenunterschied festgestellt werden ( $p = 0,91$ ). Der Tagesunterschied war knapp nicht signifikant ( $p = 0,06$ ). Es lag keine Wechselwirkung zwischen Tag und Gruppe vor ( $p = 0,40$ ).

4.5.3.2 Atemfrequenz

Tab. 46: Atemfrequenz (pro Minute): Übersicht über arithmetischen Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung (s) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) in beiden Clustern; Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Atemfrequenz pro Minute					
		Cluster A		Cluster B	
Tag	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	
0	24	3	28	5	
1	29	13	28	6	
3	31	9	31	8	
5	30	7	34	5	
7	31	13	29	4	

In Cluster B kam es zu einer Erhöhung der Atemfrequenz von  $24 \pm 3$  Zügen pro Minute (Tag 0) auf  $31 \pm 13$  Zügen pro Minute am 7. Tag p. op. Auch in Cluster B nahm die Atemfrequenz zunächst zu, und zwar von  $28 \pm 5$  Zügen pro Minute (Tag 0) auf  $34 \pm 5$  Zügen pro Minute am 5. Tag nach der Operation. Danach ging die Atemfrequenz wieder zurück (auf  $29 \pm 4$  Zügen pro Minute am 7. Tag p. op.) (Tab. 46).

Bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Gruppe (Cluster A, Cluster B) und Tag konnte kein signifikanter Gruppenunterschied festgestellt werden ( $p = 0,76$ ). Der Tagesunterschied war schwach signifikant ( $p = 0,03$ ). Es lag keine Wechselwirkung zwischen Tag und Gruppe vor ( $p = 0,52$ ).

## ERGEBNISSE

### 4.5.3.3 Körperinnentemperatur

Tab. 47: Körperinnentemperatur (°C): Übersicht über arithmetischen Mittelwert ( $\bar{X}$ ) und Standardabweichung (s) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) jeweils vormittags (VM) und nachmittags (NM) in beiden Clustern; Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Temperatur in °C					
		Cluster A		Cluster B	
Tag	$\bar{X}$	s	$\bar{X}$	s	
0	38,7	0,2	38,8	0,5	

		Temperatur VM in °C				Temperatur NM in °C			
		Cluster A		Cluster B		Cluster A		Cluster B	
Tag	$\bar{X}$	s	$\bar{X}$	s	$\bar{X}$	s	$\bar{X}$	s	
1	38,5	0,2	38,7	0,4	38,6	0,5	38,6	0,3	
3	38,9	0,3	38,8	0,5	38,9	0,3	38,9	0,3	
5	38,9	0,4	38,8	0,2	38,7	0,2	38,7	0,3	
7	38,8	0,3	38,8	0,3	38,9	0,4	38,6	0,2	

Bei der dreifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Gruppe (Cluster A, Cluster B), Tag und Tageszeit konnte kein signifikanter Gruppenunterschied festgestellt werden ( $p = 0,74$ ). Auch der Unterschied zwischen der Vormittagsmessung (VM) und Nachmittagsmessung (NM) war nicht signifikant ( $p = 0,28$ ). Der Tagesunterschied war schwach signifikant ( $p = 0,03$ ). Es lagen keine Wechselwirkungen vor, weder zwischen Gruppe und Tag ( $p = 0,63$ ), Gruppe und Tageszeit ( $p = 0,79$ ), Tageszeit und Tag ( $p = 0,63$ ) noch zwischen allen drei Faktoren ( $p = 0,28$ ) (Tab. 47).

4.5.3.4 Milchleistung

Tab. 48: Milchleistung (kg): Übersicht über arithmetischen Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung (s) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) in beiden Clustern; Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Milchleistung in kg					
		Cluster A		Cluster B	
Tag	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	
1	8,9	4,5	9,4	3,3	
3	10,4	5,3	12,0	3,3	
5	12,4	5,0	13,8	2,9	
7	13,0	6,0	14,4	1,1	

In beiden Clustern kam es zu einer Zunahme der täglichen Milchleistung, in Cluster A von  $8,9 \pm 4,5$  kg (Tag 1 p. op.) auf  $13,0 \pm 6,0$  kg (Tag 7 p. op.) und in Cluster B von  $9,4 \pm 3,3$  kg am ersten Tag nach der Operation auf  $14,4 \pm 1,1$  kg am 7. Tag p. op. (Tab. 48).

Bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Gruppe (Cluster A, Cluster B) und Tag konnte kein signifikanter Gruppenunterschied festgestellt werden ( $p = 0,51$ ). Der Tagesunterschied war hoch signifikant ( $p < 0,0001$ ). Es lag keine Wechselwirkung zwischen Tag und Gruppe vor ( $p = 0,90$ ).

## ERGEBNISSE

### 4.5.3.5 Futtermaufnahme

Tab. 49: Futtermaufnahme: Übersicht über die Verteilung der Bewertungspunkte, mit Angabe von Median- und arithmetischem Mittelwert ( $\bar{x}$ ) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) in beiden Clustern; 0 = schlecht, 1 = mäßig, 2 = gut, 3 = doppelte Ration; Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Futtermaufnahme (Häufigkeit der einzelnen Scores)												
	Cluster A						Cluster B					
Tag	0	1	2	3	Median	$\bar{x}$	0	1	2	3	Median	$\bar{x}$
0	3	1	0	0	0	0,25	7	4	0	0	0	0,36
1	2	2	0	0	0,5	0,50	5	6	0	0	1	0,55
3	0	3	1	0	1	1,25	2	8	1	0	1	0,91
5	0	3	1	0	1	1,25	1	5	4	1	1	1,45
7	0	1	2	1	2	2,00	0	1	6	4	2	2,27

In beiden Clustern kam es zu einer deutlichen Zunahme der Futtermaufnahme, in Cluster A von  $\bar{x} = 0,25$  (Tag 0) auf  $\bar{x} = 2,00$  (Tag 7 p. op.) und in Cluster B von  $\bar{x} = 0,36$  (Tag 0) auf  $\bar{x} = 2,27$  (Tag 7 p. op.) (Tab. 49).

Bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Gruppe (Cluster A, Cluster B) und Tag konnte kein signifikanter Gruppenunterschied festgestellt werden ( $p = 0,79$ ). Der Tagesunterschied war hoch signifikant ( $p < 0,0001$ ). Es lag keine Wechselwirkung zwischen Tag und Gruppe vor ( $p = 0,66$ ).

4.5.3.6 Pansenmotilität

Tab. 50: Pansenmotilität: Übersicht über die Verteilung der Bewertungspunkte, mit Angabe von Median- und arithmetischem Mittelwert ( $\bar{x}$ ) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) in beiden Clustern; 0 = Hypomotorik, 1 = normal, 2 = Hypermotorik; Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Pansenmotilität (Häufigkeit der einzelnen Scores)										
	Cluster A					Cluster B				
Tag	0	1	2	Median	$\bar{x}$	0	1	2	Median	$\bar{x}$
0	4	0	0	0	0,00	10	1	0	0	0,09
1	2	2	0	0,5	0,50	6	5	0	0	0,45
3	0	4	0	1	1,00	1	8	2	1	1,09
5	0	2	2	1,5	1,50	0	8	3	1	1,27
7	0	3	1	1	1,25	0	9	2	1	1,18

In beiden Clustern kam es zu einer deutlichen Zunahme der Pansenmotorik, in Cluster A von  $\bar{x} = 0,00$  (Tag 0) auf  $\bar{x} = 1,25$  (Tag 7 p. op.) und in Cluster B von  $\bar{x} = 0,09$  (Tag 0) auf  $\bar{x} = 1,18$  (Tag 7 p. op.) (Tab. 50).

Bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Gruppe (Cluster A, Cluster B) und Tag konnte kein signifikanter Gruppenunterschied festgestellt werden ( $p = 0,82$ ). Der Tagesunterschied war hoch signifikant ( $p < 0,0001$ ). Es lag keine Wechselwirkung zwischen Tag und Gruppe vor ( $p = 0,88$ ).

## ERGEBNISSE

### 4.5.3.7 Pansenfüllung

Tab. 51: Pansenfüllung: Übersicht über die Verteilung der Bewertungspunkte, mit Angabe von Median- und arithmetischem Mittelwert ( $\bar{x}$ ) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) in beiden Clustern; 0 = schlecht, 1 = mäßig, 2 = gut; Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Pansenfüllung (Häufigkeit der einzelnen Scores)										
	Cluster A					Cluster B				
Tag	0	1	2	Median	$\bar{x}$	0	1	2	Median	$\bar{x}$
0	1	3	0	1	0,75	0	8	3	1	1,27
1	1	3	0	1	0,75	0	8	3	1	1,27
3	1	2	1	1	1,00	0	8	3	1	1,27
5	0	2	2	1,5	1,50	0	5	6	2	1,55
7	0	2	2	1,5	1,50	0	3	8	2	1,73

In beiden Clustern kam es zu einer deutlichen Zunahme der Pansenfüllung, in Cluster A von  $\bar{x} = 0,75$  (Tag 0) auf  $\bar{x} = 1,50$  (Tag 7 p. op.) und in Cluster B von  $\bar{x} = 1,27$  (Tag 0) auf  $\bar{x} = 1,73$  (Tag 7 p. op.) (Tab. 51).

Bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Gruppe (Cluster A, Cluster B) und Tag konnte kein signifikanter Gruppenunterschied festgestellt werden ( $p = 0,23$ ). Der Tagesunterschied war hoch signifikant ( $p < 0,0001$ ). Es lag keine Wechselwirkung zwischen Tag und Gruppe vor ( $p = 0,25$ ).

4.5.3.8 Darmperistaltik

Tab. 52: Darmperistaltik: Übersicht über die Verteilung der Bewertungspunkte, mit Angabe von Median- und arithmetischem Mittelwert ( $\bar{x}$ ) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) in beiden Clustern; 0 = schlecht, 1 = gut; Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Darmperistaltik (Häufigkeit der einzelnen Scores)								
Cluster A					Cluster B			
Tag	0	1	Median	$\bar{x}$	0	1	Median	$\bar{x}$
0	4	0	0	0,00	11	0	0	0,00
1	1	3	1	0,75	8	3	0	0,27
3	1	3	1	0,75	5	6	1	0,55
5	0	4	1	1,00	2	9	1	0,82
7	0	4	1	1,00	2	9	1	0,82

In beiden Clustern kam es zu einer deutlichen Zunahme der Darmperistaltik, in Cluster A von  $\bar{x} = 0,00$  (Tag 0) auf  $\bar{x} = 1,00$  (Tag 7 p. op.) und in Cluster B von  $\bar{x} = 0,00$  (Tag 0) auf  $\bar{x} = 0,82$  (Tag 7 p. op.) (Tab. 52).

Bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Gruppe (Cluster A, Cluster B) und Tag konnte kein signifikanter Gruppenunterschied festgestellt werden ( $p = 0,21$ ). Der Tagesunterschied war hoch signifikant ( $p < 0,0001$ ). Es lag keine Wechselwirkung zwischen Tag und Gruppe vor ( $p = 0,47$ ).

## ERGEBNISSE

### 4.5.3.9 Kotkonsistenz

Tab. 53: Kotkonsistenz: Übersicht über die Verteilung der Bewertungspunkte, mit Angabe von Median- und arithmetischem Mittelwert ( $\bar{x}$ ) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) in beiden Clustern; 0 = dünnbreiig, 1 = mittelbreiig, 2 = dickbreiig; Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Kotkonsistenz (Häufigkeit der einzelnen Scores)										
	Cluster A					Cluster B				
Tag	0	1	2	Median	$\bar{x}$	0	1	2	Median	$\bar{x}$
0	1	2	1	1	1,00	4	4	3	1	0,91
1	1	3	0	1	0,75	5	3	3	1	0,82
3	0	4	0	1	1,00	0	8	3	1	1,27
5	1	3	0	1	0,75	1	9	1	1	1,00
7	1	3	0	1	0,75	1	10	0	1	0,91

Die Kotkonsistenz änderte sich in beiden Clustern während des Beobachtungszeitraums kaum (Tab. 53).

Bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Gruppe (Cluster A, Cluster B) und Tag konnte kein signifikanter Gruppenunterschied festgestellt werden ( $p = 0,59$ ). Der Tagesunterschied war ebenfalls nicht signifikant ( $p = 0,46$ ). Es lag keine Wechselwirkung zwischen Tag und Gruppe vor ( $p = 0,90$ ).

4.5.3.10 Zerkleinerungsgrad der Fäzes

Tab. 54: Zerkleinerungsgrad der Fäzes: Übersicht über die Verteilung der Bewertungspunkte, mit Angabe von Median- und arithmetischem Mittelwert ( $\bar{x}$ ) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) in beiden Clustern; 0 = schlecht, 1 = mäßig, 2 = gut; Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Zerkleinerungsgrad (Häufigkeit der einzelnen Scores)										
	Cluster A					Cluster B				
Tag	0	1	2	Median	$\bar{x}$	0	1	2	Median	$\bar{x}$
0	0	1	3	2	1,75	1	2	8	2	1,64
1	0	1	3	2	1,75	2	1	8	2	1,55
3	0	0	4	2	2,00	0	2	9	2	1,82
5	0	0	4	2	2,00	0	1	10	2	1,91
7	0	0	4	2	2,00	0	1	10	2	1,91

Auch der Zerkleinerungsgrad der Fäzes änderte sich kaum über den Beobachtungszeitraum in beiden Clustern (Tab. 54).

4.5.3.11 Operationswunde

Tab. 55: OP-Wunde: Übersicht über die Verteilung der Bewertungspunkte, mit Angabe von Median- und arithmetischem Mittelwert ( $\bar{x}$ ) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) in beiden Clustern; 0 = unauffällig, 1 = geringgradige Schwellung bzw. Unterhautemphysem, 2 = mittelgradige Schwellung, 3 = hochgradige Schwellung, 4 = abszedierende Entzündung; Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

OP-Wunde (Häufigkeit der einzelnen Scores)														
	Cluster A							Cluster B						
Tag	0	1	2	3	4	Median	$\bar{x}$	0	1	2	3	4	Median	$\bar{x}$
1	2	2	0	0	0	0,5	0,50	5	6	0	0	0	1	0,55
3	2	2	0	0	0	0,5	0,50	3	8	0	0	0	1	0,73
5	3	1	0	0	0	0	0,25	2	7	2	0	0	1	1,00
7	2	2	0	0	0	0,5	0,50	3	6	1	0	1	1	1,09

## ERGEBNISSE

Der größte Unterschied zwischen Cluster A und B liegt darin, dass in Cluster B eine Kuh eine abszedierende Wundinfektion entwickelte (Tab. 55).

Bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Gruppe (Cluster A, Cluster B) und Tag konnte kein signifikanter Gruppenunterschied festgestellt werden ( $p = 0,18$ ). Der Tagesunterschied war ebenfalls nicht signifikant ( $p = 0,72$ ). Es lag keine Wechselwirkung zwischen Tag und Gruppe vor ( $p = 0,45$ ).

### 4.5.3.12 Omentopexiestelle

In beiden Clustern kam es an der Omentopexiestelle zu keinerlei Komplikationen in der Wundheilung.

### 4.5.3.13 Bauchdeckenspannung

Tab. 56: Bauchdeckenspannung: Übersicht über die Verteilung der Bewertungspunkte, mit Angabe von Median- und arithmetischem Mittelwert ( $\bar{x}$ ) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) in beiden Clustern; 0 = weich, 1 = gespannt; Cluster A ( $n = 4$ ) und Cluster B ( $n = 11$ )

		Bauchdeckenspannung (Häufigkeit der einzelnen Scores)							
		Cluster A				Cluster B			
Tag	0	1	Median	$\bar{x}$	0	1	Median	$\bar{x}$	
0	3	1	0	0,25	9	2	0	0,18	
1	3	1	0	0,25	8	3	0	0,27	
3	3	1	0	0,25	10	1	0	0,09	
5	4	0	0	0,00	10	1	0	0,09	
7	4	0	0	0,00	11	0	0	0,00	

In beiden Clustern kam es nur bei einzelnen Tieren zu einer Erhöhung der Bauchdeckenspannung. Die meisten Tiere zeigten eine weiche Bauchdecke (Tab. 56).

Bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Gruppe (Cluster A, Cluster B) und Tag konnte kein signifikanter Gruppenunterschied festgestellt werden ( $p = 0,82$ ). Der Tagesunterschied war ebenfalls nicht signifikant ( $p = 0,30$ ). Es lag keine Wechselwirkung zwischen Tag und Gruppe vor ( $p = 0,92$ ).

#### 4.5.3.14 Ketonkörper im Harn

Tab. 57: Ketonkörper im Harn: Übersicht über die Verteilung der Bewertungspunkte, mit Angabe von Median- und arithmetischem Mittelwert ( $\bar{x}$ ) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) in beiden Clustern; 0 = keine Ketonurie, 1 = geringgradige Ketonurie, 2 = mittelgradige Ketonurie, 3 = hochgradige Ketonurie; Cluster A ( $n = 4$ ) und Cluster B ( $n = 11$ )

Ketonkörper im Harn (Häufigkeit der einzelnen Scores)												
	Cluster A						Cluster B					
Tag	0	1	2	3	Median	$\bar{x}$	0	1	2	3	Median	$\bar{x}$
0	1	2	1	0	1	1,00	3	3	2	3	1	1,55
1	2	0	2	0	1	1,00	2	5	1	3	1	1,45
2	3	1	0	0	0	0,25	8	3	0	0	0	0,27
3	4	0	0	0	0	0,00	11	0	0	0	0	0,00
4	4	0	0	0	0	0,00	9	1	1	0	0	0,27

In beiden Clustern kam es zu einer deutlichen Abnahme des Ketosegrades, in Cluster A von  $\bar{x} = 1,00$  (Tag 0) auf  $\bar{x} = 0,00$  (Tag 7 p. op.) und in Cluster B von  $\bar{x} = 1,45$  (Tag 0) auf  $\bar{x} = 0,27$  (Tag 7 p. op.) (Tab. 57).

Bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung in den Faktoren Gruppe (Cluster A, Cluster B) und Tag konnte kein signifikanter Gruppenunterschied festgestellt werden ( $p = 0,41$ ). Der Tagesunterschied war hoch signifikant ( $p < 0,0001$ ). Es lag keine Wechselwirkung zwischen Tag und Gruppe vor ( $p = 0,88$ ).

## ERGEBNISSE

### 4.5.3.15 Grad der Labmagenverlagerung

Tab. 58: Grad der Labmagenverlagerung: Übersicht über die Verteilung der Bewertungspunkte, mit Angabe von Median- und arithmetischem Mittelwert ( $\bar{x}$ ) am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.) in beiden Clustern; 1 = geringgradig, 2 = mittelgradig, 3 = hochgradig; Cluster A (n = 4) und Cluster B (n = 11)

Grad der Labmagenverlagerung (Häufigkeit der einzelnen Scores)										
	Cluster A					Cluster B				
Tag	1	2	3	Median	$\bar{x}$	1	2	3	Median	$\bar{x}$
0	0	1	3	3	2,75	0	2	9	3	2,82

In beiden Clustern war die Labmagenverlagerung im Mittel etwa gleich stark ausgeprägt (Cluster A:  $\bar{x} = 2,75$ ; Cluster B:  $\bar{x} = 2,82$ ) (Tab. 58).

## 5. DISKUSSION

Bei der Elektromyographie handelt es sich um ein Verfahren zur Registrierung der elektrischen Aktivität von Muskelfasern. Bereits in den späten 60er und frühen 70er Jahren des 20. Jahrhunderts wurden elektromyographische Messungen an der glatten Muskulatur des Gastrointestinaltraktes durchgeführt. Vor allem am Magen-Darm-Trakt des Hundes fanden zahlreiche Untersuchungen statt (BEDI u. CODE, 1972; BUENO et al., 1975; BUENO et al., 1979; CODE u. MARLETT, 1975; CULLEN et al., 1996; GRIVEL u. RUCKEBUSCH, 1972; KELLY et al., 1969; RUCKEBUSCH, 1975; RUCKEBUSCH, 1977; SZURSZEWSKI, 1969; TANAKA et al., 1989). Die ersten Messungen bei Wiederkäuern erfolgten an Schafen, Ziegen und Kälbern. Dabei wurde die myoelektrische Aktivität am Labmagen und Dünndarm erfasst (BELL u. GRIVEL, 1975; BELL u. WATSON, 1976; BOLTON et al., 1976; BUENO et al., 1975; BUENO u. RUCKEBUSCH, 1976; GREGORY et al., 1984; GREGORY et al., 1985; GREGORY u. MILLER, 1989; GRIVEL u. RUCKEBUSCH, 1972; KASSEM et al., 1991; LESTER u. BOLTON, 1994; MALBERT u. RUCKEBUSCH, 1988; PLAZA et al., 1996; RUCKEBUSCH, 1970; RUCKEBUSCH, 1975; RUCKEBUSCH u. BUENO, 1977; RUCKEBUSCH u. PAIRET, 1984; YOUSSEF et al., 1991). Bei Kühen gab es bisher nur wenige elektromyographische Untersuchungen am Labmagen (HUHN et al., 1998; KUIPER u. BREUKINK, 1987; MADISON et al., 1993; NELSON et al., 1995; OOMS u. OYAERT, 1978; OOMS et al., 1978; VLAMINCK et al., 1979). Als Voraussetzung für die Durchführung der eigenen Studie wurde solch ein Verfahren zur Überprüfung der Labmagenmotilität bei Kühen an der Klinik für Wiederkäuer und Schweine (Innere Medizin und Chirurgie) in Gießen etabliert. Soweit bekannt, wurde damit erstmals eine telemetrische Methode für solche Untersuchungen an Rindern eingesetzt. Dies hat den Vorteil, dass die Messungen nicht in einem Zwangsstand stattfinden müssen, was zu einer zeitlichen Begrenzung der Messdauer führen würde. In dieser Studie wurden die Tiere lediglich, wie bei Klinikpatienten zumeist üblich, in Anbindehaltung gehalten. Hierfür war die Reichweite der Datenübertragung (5 m) durchaus ausreichend, wobei aber bei Verwendung einer anderen Antenne mit integriertem Verstärker aber auch weitere Entfernungen überbrückt werden können.

## DISKUSSION

Das Grundmuster der myoelektrischen Aktivität des Gastrointestinaltraktes besteht grundsätzlich aus zwei Anteilen (RUCKEBUSCH, 1970; SARNA, 1989): Langsame Wellen (slow waves) und Potentialsalven (spike potential) (siehe Kapitel 2.4). Die myoelektrische Aktivität ist eng mit der mechanischen Aktivität gekoppelt (siehe Kapitel 2.2). Daher können von der myoelektrischen Aktivität Rückschlüsse auf die mechanische Aktivität gezogen werden.

Als Voraussetzung für die Entstehung einer Labmagenverlagerung gilt die Ansammlung von Gas im Labmagen und die Dilatation des Organs (CONSTABLE et al., 1992; DIRKSEN, 1961; DIRKSEN, 1962; SVENDSEN, 1969; SVENDSEN, 1970). Als Ursache für die Gasansammlung wird eine Hypotonie bzw. Atonie des Labmagens vermutet (DIRKSEN, 1961; DIRKSEN, 1962; SVENDSEN, 1969).

Das in der vorliegenden Studie gewählte Verfahren erscheint geeignet, die postulierte Grundvoraussetzung hinsichtlich der Entstehung einer Labmagenverlagerung zu überprüfen: Liegt der Labmagenverlagerung tatsächlich eine Hypotonie des Labmagens zu Grunde, als deren Folge es zu einer Ansammlung von Gas im Labmagen und zur verminderten Labmagenentleerung kommt?

Bislang wurden bei elektromyographischen Messungen die einzelnen „slow waves“ und Potentialsalven gemessen, aufgezeichnet und ausgewertet. In dieser Studie sollte festgestellt werden, wie sich die myoelektrische Aktivität in den ersten sieben Tagen nach der operativen Behebung einer linksseitigen Labmagenverlagerung entwickelt. Das Datenmaterial wäre bei Betrachtung der Einzelwerte für eine sinnvolle statistische Auswertung zu umfangreich gewesen. Daher wurden die Einzelwerte über ein 2-Sekunden-Intervall mit Hilfe einer entsprechenden Software (EVAL, Version 2.014, Hugo Sachs Elektronik, D-79232 March) zusammengefaßt. Es wurden Potentialmaxima und Potentialminima der „slow waves“ bzw. der Potentialsalven in diesem 2-Sekunden-Intervall ermittelt. Zudem ermittelte das Programm die Anzahl der Potentialsalven in diesem 2-Sekunden-Intervall, falls welche vorhanden waren. Mit Hilfe dieses bearbeiteten Datenmaterials wurden folgende zwei Parameter berechnet: Gesamtintegral (GI) und Gesamtamplitude (GA) (siehe Kapitel 3.2). In diese beiden Parameter gingen die beiden Grundmuster der myoelektrischen Aktivität (langsame Wellen, Potentialsalven) mit ein. Anhand dieser beiden Parameter konnte die Ent-

wicklung der myoelektrischen Aktivität am Labmagen und Duodenum über einen Zeitraum von 7 Tagen dargestellt werden.

## **5.1 Beurteilung der elektromyographischen Messergebnisse**

Bei der Betrachtung der vorliegenden Ergebnisse hinsichtlich der myoelektrischen Aktivität am Labmagen und Duodenum ist auffällig, dass die Werte eine erhebliche Schwankungsbreite zeigen. Vor allem bei den 20-Minuten-Messungen ist dies der Fall (Abb. 1-6). Es stellt sich hierbei die Frage, auf welche Ursachen dies zurückzuführen sein könnte. Grundsätzlich könnten dabei sowohl exogene als auch endogene Einflüsse eine Rolle spielen.

Exogene Einflüsse wurden durch einen einheitlichen Versuchsaufbau weitgehend minimiert:

In die Studie wurden nur Klinikspatienten einbezogen. Hierbei handelte es sich um Kühe, die auf Grund einer linksseitigen Labmagenverlagerung in die Klinik eingeliefert wurden (Einschlusskriterium dieser Studie). Als Ausschlusskriterien galten mittel- bis hochgradige interkurrente Erkrankungen, welche die Rekonvaleszenz negativ beeinflussen können. Nach Aufnahme der Patienten in die Studie lagen gleiche Aufstallungs-, Fütterungs- und somit gleiche Messbedingungen vor. Die Tiere wurden – ebenso wie andere Klinikspatienten - in Anbindehaltung gehalten. Um ohne zusätzliche Einschränkung der Bewegungsmöglichkeiten auszukommen, wurde eine telemetrische Datenübertragung gewählt. Damit war ein ungestörtes Komfortverhalten möglich, wie Futter- und Tränkeaufnahme, Aufstehen, Stehen, Niederlegen und Liegen. Besonders aus der Art der Fütterung ergeben sich wichtige Auswirkungen auf die myoelektrische Aktivität des Labmagens und des Duodenums (SVENDSEN, 1969; SVENDSEN, 1970). Sie ist nach Aufnahme von leicht verdaulichen Kohlenhydraten gegenüber Heuaufnahme reduziert (POULSEN, 1973; SVENDSEN, 1969). KUIPER et al. (1986) zeigten, dass nach kraftfutterreicher Fütterung eine deutliche Änderung der myoelektrischen Aktivität von Labmagen und Duodenum eintritt. LESTER u. BOLTON (1994) konnten beobachten, dass nach kraftfutterreicher Fütterung die Frequenz der „slow waves“ und die der Potentialsalven am Labmagen, ge-

## DISKUSSION

genüber ausschließlicher Heufütterung, signifikant abnahmen. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der „slow waves“ und die Frequenz der Potentialsalven am Duodenum wurden aber nicht signifikant beeinflusst. Nicht nur die Art der aufgenommenen Nährstoffe, sondern auch die Futtermenge beeinflusst die myoelektrische Aktivität des Labmagens. GREGORY et al. (1985) fanden bei Schafen lineare Beziehungen zwischen aufgenommener Futtermenge und dem Labmagenvolumen sowie der Geschwindigkeit der Labmagenentleerung und der Magen-Darm-Passage. Die Amplituden der Labmagenaktivität und die Frequenz der Magenentleerung sind bei Verringerung der Futteraufnahme reduziert. Eine plötzliche Futterumstellung von Rauhfutter auf Krafftutter soll nach MADISON et al. (1993) aber allein keine Änderung in der antroduodenalen myoelektrischen Aktivität bewirken. Aus diesem Grund erhielten alle Patienten dieselbe Futterration je Fütterungszeitpunkt: etwa 2,2 kg Krafftutter, bestehend aus Hafer, Zuckerrüben-Trockenschnitzel und Milchleistungsfutter (RWZ-Kraft R 202, Raiffeisen-Waren-Zentrale Rhein-Main eG). Hieraus ergaben sich pro 1 kg „Krafftutter“ etwa folgende Inhaltsstoffe: Rohprotein 137,4 g, pansenverfügbare Kohlenhydrate u. beständige Stärke 226,8 g, NEL 6,3 MJ. Zusätzlich wurde Heu ad libitum angeboten. Wenn diese Krafftutterration komplett aufgenommen wurde, wurde die Krafftuttermenge bis auf das Doppelte erhöht. Diese Futtermengen wurden jeweils um 07:30 Uhr und 14:00 Uhr vorgelegt.

Die Messzeitpunkte waren innerhalb der beiden Messgruppen gleich. Bei den 20-Minuten-Messungen wurde an den Messtagen immer zur gleichen Uhrzeit gemessen: alle sechs Stunden je 20 Minuten (08:30 Uhr, 14:30 Uhr, 20:30 Uhr, 02:30 Uhr). Bei den 24-Stunden-Messungen wurde an den Messtagen jeweils um 08:30 Uhr mit den Messungen begonnen und diese über 24 Stunden durchgeführt.

Da somit exogene Einflüsse auf die myoelektrische Aktivität weitgehend ausgeschlossen werden können (s.o.), dürfte die große Schwankungsbreite der Werte auf interindividuelle Gegebenheiten (endogene Einflüsse) bei den einzelnen Patienten zurückzuführen sein.

Nach Untersuchung der ersten zehn Tiere stellte es sich heraus, dass die Länge der einzelnen Messintervalle zu kurz bemessen war. Zwanzig Minuten sind ein sehr kurzes „Messfenster“. Dabei bestand die Gefahr, dass zufallsbedingte Einflüsse die elektromyographischen Ergebnisse erheblich beeinflussen könnten. Zufällige Mes-

sungen in Phasen starker oder schwacher myoelektrischer Aktivität hätten so wesentlichen Einfluss auf die gemessenen Werte, so dass die Daten der einzelnen Probanden nicht unbedingt miteinander vergleichbar sind. Aus diesem Grunde wurden bei den nächsten fünfzehn Patienten Messungen über jeweils 24 Stunden durchgeführt. Aber auch hier zeigte sich in den elektromyographischen Befunden eine erhebliche Schwankungsbreite (Abb. 9-14). Dies spricht dafür, dass diese Variabilität tatsächlich auf endogenen Faktoren, also auf interindividuellen Unterschieden beruht.

Die wichtigsten Erkenntnisse aus dieser Studie bezüglich der myoelektrischen Aktivität an Labmagen und Duodenum sind folgende:

Das auffälligste Ergebnis bei diesen Messungen ist ein hoch signifikanter ( $p < 0,0001$ ) Stundenunterschied in der myoelektrischen Aktivität sowohl beim Gesamtintegral (GI) als auch bei der Gesamtamplitude (GA). Das bedeutet, es konnten deutliche Schwankungen der myoelektrischen Aktivität innerhalb eines Messtages beobachtet werden. Während die myoelektrische Aktivität von Labmagen und Duodenum tagsüber (von 08:30 Uhr bis 20:30 Uhr) anstieg, fiel diese in der Nacht deutlich ab, um in den Morgenstunden wieder anzusteigen (Abb. 9-14). Es liegt also ein erkennbarer zirkadianer Rhythmus in der myoelektrischen Aktivität am Labmagen und Duodenum vor. Dieser zirkadiane Rhythmus war sowohl bei gesunden Kühen als auch bei Kühen nach Behebung einer linksseitigen Labmagenverlagerung nachweisbar. Erklären lässt sich dies durch die verstärkte Futteraufnahme tagsüber. Um 07:30 Uhr und 14:00 Uhr bekamen die Tiere ihre Kraffutterrationen angeboten. Zusätzlich stand ihnen Heu ad libitum zur Verfügung. Auch wenn in der Nacht die Möglichkeit zur Heuaufnahme, in der Kontrollgruppe auch zur Aufnahme von TMR bestand, so legen die Kühe doch in dieser Zeit offensichtlich eine „Ruhephase“ ein. Die Futteraufnahme war also in der Nacht, im Vergleich zum Tag, reduziert. DURST et al. (1993) und SENN et al. (1995) bestätigen diese Beobachtung. Sie zeigten, dass während der „Lichtphase“ (04:00 Uhr bis 22:00 Uhr) die größte Futteraufnahme feststellbar war. Der Zeitpunkt der Futteraufnahme spielt beim Wiederkäuer jedoch eine geringere Rolle für die myoelektrische Aktivität am Labmagen und Duodenum als beim monogastrischen Tier, wie zum Beispiel beim Hund. Beim Hund kann deutlich zwischen einer digestiven und interdigestiven Motorik unterschieden werden. Bei Carnivoren kann der tägliche Nährstoffbedarf in etwa 12 Stunden verdaut und resor-

## DISKUSSION

biert werden, so dass Magen und Dünndarm in der restlichen Zeit weitgehend leer sind (RUCKEBUSCH, 1977). Dieser Zeitraum wird als interdigestive Periode bezeichnet. In dieser Zeit zeigt der Magen-Darm-Kanal jedoch keine motorische Ruhe, sondern rhythmisch wiederkehrende Aktivitätszyklen. Sie werden als interdigestive Motorik bezeichnet (siehe Kapitel 2.2.3.2). Bei Wiederkäuern bleiben Magen und Dünndarm immer gefüllt, so dass bei diesen Tieren keine deutliche Trennung zwischen einer digestiven und einer interdigestiven Periode möglich ist (EHRLEIN, 2000). Dennoch spielt die Menge der Futteraufnahme eine Rolle für die Labmagenaktivität, wie GREGORY et al. (1985) bei Schafen feststellen konnten. Sie konnten eine lineare Abhängigkeit von Labmagenvolumen, Labmagenentleerung und Magen-Darm-Passage in Relation zur Futteraufnahme beobachten. Nach Reduzierung der Futteraufnahme bis auf 25 % der Menge, welche bei ad-libitum-Fütterung pro Tag aufgenommen wurde, konnten sie eine Erniedrigung der Spikes-Amplituden am Labmagen und eine Verringerung der Frequenz der Magenentleerung feststellen. Eine Beeinflussung der Frequenz der „wandernden myoelektrischen Komplexe“ („migrating myoelectric complexes“, MMC) konnten sie dabei nicht beobachten.

Betrachtet man die myoelektrische Aktivität innerhalb der ersten sieben Tage nach der Operation, so ist festzustellen, dass es zwischen dem ersten und siebten Tag post operationem (1. und 4. Messtag) im Mittel keinen signifikanten Unterschied gibt. Die Aktivität blieb an allen Messtagen auf gleichem Niveau. Es konnte keine Steigerung der myoelektrischen Aktivität beobachtet werden, wie es eigentlich zu vermuten wäre. Die Frage ist nun, wie diese Aktivität im Vergleich zur myoelektrischen Aktivität bei klinisch gesunden Tieren einzuschätzen ist. Erreicht der Wert am ersten Tag post operationem bereits die Aktivität bei gesunden Tieren und ist daher keine Steigerung feststellbar? Oder aber liegen die Werte bis zum siebten Tag post operationem unterhalb jener bei gesunden Tieren, und es spricht alles dafür, dass die Normalisierung für die myoelektrische Aktivität länger als sieben Tage dauert? Um dieses zu beurteilen, müssen Vergleichswerte bei klinisch gesunden Tieren vorliegen. Daher wurden bei fünf gesunden Kühen ebenfalls Elektroden in die Lamina muscularis des Labmagens und in den Anfangsabschnitt des Duodenums implantiert und elektromyographische Messungen durchgeführt. Die Ergebnisse bestätigen, dass die myoelektrische Aktivität bei Kühen, die an einer linksseitigen Labmagenverlagerung erkrankten und operiert wurden, innerhalb der ersten sieben Tage post

operationem im Mittel deutlich unterhalb jener von gesunden Kühen liegen (Abb. 23-28). Beim Gesamtintegral (GI) liegt das Mittel je nach Tag und Stunde bei Kühen nach Behebung einer linksseitigen Labmagenverlagerung bei  $\bar{X}_g = 3,2 - 10,3$  mVsec/Stunde. Im Vergleich dazu liegen die Werte bei gesunden Kühen bei  $\bar{X}_g = 9,6 - 38,6$  mVsec/ Stunde. Beim Gesamtintegral (GA) sind die Unterschiede noch deutlicher:  $\bar{X}_g = 3,8 - 35,3$  mVsec/Stunde zu  $\bar{X}_g = 27,6 - 158,9$  mVsec/Stunde. Dies deutet darauf hin, dass tatsächlich eine Hypomotilität bei linksseitiger Labmagenverlagerung vorliegt. Offen bleibt, ob diese Patienten nur innerhalb des Untersuchungszeitraums von 7 Tagen nicht wieder die Normalwerte erreicht haben, oder aber ob bei diesen Tieren grundsätzlich eine verminderte Labmagenmotilität vorliegt, die sie für das Auftreten von Labmagenverlagerungen prädisponiert. Somit scheint tatsächlich die stets postulierte Labmagenatonie in der Pathogenese der linksseitigen Labmagenverlagerung eine wesentliche Rolle zu spielen. Schon DIRKSEN (1961) vermutete eine Atonie bzw. Hypotonie des Labmagens als Ursache für die Entstehung einer Labmagenverlagerung. Auch NELSON (1995) konnte bei Vorliegen einer linksseitigen Labmagenverlagerung eine Abnahme von Potentialsalven und somit eine Abnahme der myoelektrischen Aktivität beobachten. OOMS et al. (1978) und VLAMINCK et al. (1978) konnten zeigen, dass die myoelektrische Aktivität nach operativer Behebung einer rechtsseitigen Labmagenverlagerung vermindert ist. Die Frequenz der „slow waves“ und die Anzahl der Potentialsalven war vermindert, ähnlich wie dies in dieser Studie nach operativer Behebung einer linksseitigen Labmagenverlagerung der Fall war.

Betrachtet man bei der Entwicklung der myoelektrischen 24-Stunden-Aktivität nicht den geometrischen Mittelwert aller Tiere, sondern jedes Tier für sich, so ergibt sich ein differenzierteres Bild (siehe Kapitel 4.4). Aus Abbildungen 20 u. 21 geht hervor, dass sich die myoelektrische Aktivität bei den 15 Kühen der 24-Stunden-Messgruppe sehr unterschiedlich entwickelte. Dabei erreichte ein Teil der Tiere hinsichtlich dieser Aktivität die Vergleichswerte gesunder Kühe innerhalb 7 Tage post operationem. Aber ein größerer Teil der Tiere zeigte eine 24-Stunden-Aktivität in diesem Zeitraum, die unterhalb dieser Vergleichswerte lag. Mit Hilfe einer Cluster-Analyse ließen sich andeutungsweise zwei Cluster herauskristallisieren. Dabei ergab sich aber zwischen diesen beiden Clustern keine klare Trennung. Dafür hätte die Distanz zwischen die-

## DISKUSSION

sen beiden Clustern größer sein müssen (Abb. 22). Wird der geometrische Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) der 24-Stunden-Aktivität von den Tieren berechnet, welche die Werte der Kontrollgruppe erreichten und von denen, die diese nicht erreichen, dann ergibt sich folgendes Bild (Abb. 23 u. 24): Die Cluster A zugerechneten Probanden erreichen die Mittelwerte gesunder Tiere am 5. Tag p. op., und die Werte der Tiere in Cluster B liegen fast konstant auf niedrigem Niveau, deutlich unterhalb der Mittelwerte gesunder Tiere. Insgesamt ergab sich hinsichtlich der Entwicklung der myoelektrischen Aktivität im Vergleich zwischen den einzelnen Probanden ein sehr inhomogenes Bild.

Diese verminderte myoelektrische Aktivität des Labmagens, welche bei einem Großteil der Patienten beobachtet wurde und hier auch noch sieben Tage nach Behebung der linksseitigen Labmagenverlagerung bestand, könnte der Grund dafür sein, dass sich bei vielen konservativ behandelten Kühen innerhalb weniger Tage ein Rezidiv entwickelt. HOFFSIS und MCGUIRK (1986) stellten fest, dass bei über 75 % aller Kühe, bei denen die Labmagenverlagerung durch Wälzbehandlung beseitigt wurde, innerhalb von 3-7 Tagen ein Rezidiv auftritt. Solche Rezidive wurden bei den eigenen Probanden – trotz verminderter myoelektrischer Aktivität des Labmagens – durch permanente Fixierung des Labmagens mittels Omentopexie verhindert.

Des Weiteren konnte in der vorliegenden Studie beobachtet werden, dass an den drei untersuchten Lokalisationen Unterschiede in der myoelektrischen Aktivität bestehen. Anhand der 20-Minuten-Messungen wurden hinsichtlich des Gesamtintegrals (GI) hoch signifikante Unterschiede ( $p < 0,0001$ ) festgestellt. Bei der Gesamtamplitude (GA) waren die Unterschiede knapp nicht signifikant ( $p > 0,05$ ). Die myoelektrische Aktivität war am Corpus abomasi am höchsten. An der Pars pylorica abomasi und am Duodenum war die myoelektrische Aktivität etwa gleich hoch (Duodenum etwas höher als an der Pars pylorica abomasi). Auch bei den 24-Stunden-Messungen gab es Unterschiede an den verschiedenen Messpunkten. Hinsichtlich der Gesamtamplitude (GA) waren diese Unterschiede schwach signifikant ( $p < 0,05$ ). Die myoelektrische Aktivität war im Anfangsabschnitt des Duodenums am höchsten. Am Corpus abomasi und an der Pars pylorica abomasi war diese etwa gleich hoch. Hinsichtlich des Gesamtintegrals (GI) konnten keine signifikanten ( $p = 0,24$ ) Unterschiede zwischen den Messpunkten festgestellt werden. Diese Ergebnisse bestätigen die in der Literatur beschriebenen Angaben, auch wenn sich die untersuchten Parameter von

denen in früheren Untersuchungen unterscheiden. Bereits RUCKEBUSCH (1970) stellte Unterschiede in der myoelektrischen Aktivität an den einzelnen Messpunkten fest. An der Pars pylorica abomasi fand er 7 Spikesausbrüche, im Duodenum dagegen 18 Spikesausbrüche pro Minute. KUIPER u. BREUKINK (1987) fanden am Corpus abomasi  $5,4 \pm 0,7$  Spikesausbrüche und an der Pars pylorica lediglich  $3,7 \pm 0,2$  Spikesausbrüche / Minute. OOMS u. OYAERT (1978) fanden am Duodenum eine geringere myoelektrische Aktivität als am Labmagen. Während am Labmagen im Schnitt etwa 82,1 % der langsamen Wellen von Spikes überlagert wurden, waren dies im proximalen Duodenum im Schnitt nur noch 48,78 %.

Bei 9 Tieren wurde die Wirkung von Neostigmin (Konstigmin<sup>®</sup>, Fa. Chassot) auf die Labmagenmotilität überprüft. Innerhalb der ersten drei Stunden nach Neostigmingabe konnte eine positive Wirkung am Corpus abomasi festgestellt werden (Abb. 14a+15a). Diese Wirkung ließ sich aber nicht statistisch absichern, was möglicherweise aber durch die relativ geringe Zahl der Probanden ( $n = 9$ ) und die verhältnismäßig starke Streuung der Werte mit bedingt war. Ebenso war in den weiteren drei Stunden und an den anderen Elektrodenlokalisationen kein signifikanter Unterschied feststellbar (Abb. 14a – 15c). STEINER et al. (1995) fanden einen stimulierenden Effekt auf die myoelektrische Aktivität des Ileum, Zäkum und Kolon. Daher kann Neostigmin auch in der Therapie der Blinddarmdilataion eingesetzt werden (BRAUN et al., 1989; STEINER et al., 1995). STEINER u. ROUSSEL (1995) konnten ebenfalls keine eindeutige Wirkung von Neostigmin bei Labmagenverlagerungen feststellen. Die Wirkung des Neostigmin auf die glatte Muskulatur des Ileum, Zäkum und Kolon scheint somit ausgeprägter zu sein als auf die des Duodenums und des Labmagens.

Bei 7 Tieren wurde die Wirkung von Carazolol (Suacron<sup>®</sup>, Fa. Rabophar) auf die myoelektrische Aktivität des Labmagens überprüft. Dabei trat keine signifikante Wirkung auf (Abb. 18a – 19c). Carazolol ist ähnlich wie Propranolol ein  $\beta$ -Adrenozeptorenblocker. Bei Propranolol wurde als Nebenwirkung eine verstärkte Darmmotilität beobachtet (LÖSCHER, 1994). STEINER et al. (1995) konnte aber ebenfalls keine signifikante Wirkung auf die myoelektrische Aktivität von Ileum, Zäkum und Kolon nachweisen. Demnach scheint die Wirkung solcher  $\beta$ -Adrenozeptorenblocker auf die glatte Muskulatur des Gastrointestinaltraktes beim Rind äußerst gering zu sein.

## DISKUSSION

Bei 7 Tieren wurde die Wirkung des Erythromycin (Erythroset-20%<sup>®</sup>, Fa. Selectavet) auf die myoelektrische Aktivität des Labmagens überprüft. Dabei konnte nur tendenziell eine positive Wirkung beobachtet werden, die sich statistisch jedoch nicht als signifikant erwies (Abb. 16a – 17c). Dieses Ergebnis steht im Gegensatz zu den Untersuchungen von HUHN et al. (1998). Diese hatten bei zwei untersuchten gesunden Kühen als zusätzlichen Effekt des Erythromycins eine Stimulation der Magen-Darmmotilität beobachten können. Sie konnten sowohl nach intravenöser als auch nach intramuskulärer Injektion eine signifikante Steigerung der myoelektrischen Aktivität im Bereich des Corpus und Antrum abomasi und im proximalen Duodenum feststellen. Bereits nach wenigen Minuten kam es zum Wirkungseintritt, die ein bis drei Stunden (je nach Injektionsart und Dosierung) anhielt. Eine Erklärung für die unterschiedlichen Ergebnisse könnte darin bestehen, dass es sich in der Studie von HUHN et al. (1998) um zwei gesunde Probanden, in den eigenen Untersuchungen hingegen um Kühe nach Labmagenverlagerung mit gestörter Motilität handelte, bei denen die Messwerte interindividuell erheblich streuten. Demgegenüber scheint der Einfluss der unterschiedlichen Präparate – HUHN et al. (1998): Erythromycin-Lactobionat, eigene Studie: Erythromycin + Benzylalkohol – von untergeordneter Bedeutung.

### **5.2 Beurteilung der postoperativen Entwicklung hinsichtlich Klinik und Labordiagnostik**

Das primäre Ziel dieser Studie war die Untersuchung der Entwicklung der myoelektrischen Labmagenaktivität nach operativer Behebung einer linksseitigen Labmagenverlagerung. Darüber hinaus wurde aber auch die klinische Rekonvaleszenz und die Entwicklung verschiedener Laborparameter beurteilt. Dabei sollte geprüft werden, ob mögliche Beziehungen zwischen der Entwicklung der Motilität von Labmagen und Duodenum und Entwicklung der klinischen sowie labordiagnostischen Befunde bestehen.

Die in diese Studie einbezogenen Tiere wurden meistens mit folgendem Vorbericht vorgestellt: Inappetenz, Pansenhypomotilität, verminderte Milchleistung, dünnbreiiger Kot. Zudem zeigten die meisten Tiere eine ausgeprägte Ketose. Nachdem die Diagnose „linksseitige Labmagenverlagerung“ gestellt worden war, wurden die Tiere

operiert und der Labmagen mittels Omentopexie fixiert. Nach der Operation erholten sich die Kühe relativ rasch wieder.

Die Tiere zeigten während dem Untersuchungszeitraum weder Abweichungen von der normalen Herz- und Atemfrequenz, noch hatten sie Fieber (Tab. 12 u. 13). Innerhalb der ersten sieben Tage post operationem konnte eine hoch signifikante Verbesserung der Futteraufnahme beobachtet werden. Am 7. Tag p. op. hatten nur noch 3 Tiere einen nur mäßigen Appetit, bei 22 Tieren wurde die Futteraufnahme als gut bzw. als sehr gut beurteilt. Bereits am 3. Tag p. op. zeigten 21 der 25 Patienten eine relativ gute Futteraufnahme (Tab. 15). Auch die Pansenmotorik verbesserte sich hoch signifikant. Bereits am 3. Tag p. op. war nur noch bei 2 Tieren eine Hypomotorik feststellbar, am 5. Tag p. op. zeigten alle Tiere wieder normale Pansenmotorik bzw. eine leichte Hypermotorik (Tab. 16). Die Kotbeschaffenheit war bereits am 3. Tag nach der Operation wieder weitgehend normal (Tab. 19 u. 20). Auch die Bauchdeckenspannung war bereits 3 Tage post operationem bei 80 % der Tiere wieder normal, d. h. weich (Tab. 22). Der Heilungsverlauf an der Operationswunde und der Omentopexiestelle war weitgehend ungestört. Lediglich bei einem Tier konnte eine hochgradige Wundinfektion mit eitriger Sekretion beobachtet werden. Aber auch dieses Tier konnte nach einem etwas längeren Klinikaufenthalt entlassen werden. Bei den restlichen Tieren war die Operationswunde entweder unauffällig oder lediglich geringgradig geschwollen. Nur bei zwei weiteren Tieren trat eine mittelgradige Wundschwellung auf (Tab. 21). Dennoch ist festzustellen, dass die Operationswunden sehr gut verheilten, obwohl die Laparotomiewunde im rechten ventralen Quadranten verlief. Diese Lokalisation ist sehr anfällig für Wundkomplikationen, da die Tiere beim Liegen mit der Wunde sehr leicht mit Kot und Schmutz in Kontakt kommen können. Einen weiteren Hinweis für die positive Entwicklung der Rekonvaleszenz bietet der hoch signifikante Anstieg der Milchleistung nach Behebung der linksseitigen Labmagenverlagerung. Die Milchleistung stieg von  $9,7 \pm 4,5$  kg am 1. Tag p. op. auf  $15,0 \pm 4,9$  kg am 7. Tag p. op. (Tab. 14).

Normalerweise wird beim Vorliegen einer Labmagenverlagerung infolge des Rückflusses von Labmageninhalt in den Pansen eine hypochlorämische metabolische Alkalose mit Hypokaliämie festgestellt. Diese Veränderung findet sich vor allem bei rechtsseitiger Labmagenverlagerung, da hier eine deutlichere Unterbrechung der

## DISKUSSION

Ingestapassage vorliegt. (BREUKINK u. KUIPER, 1980; DIRKSEN, 1984; LATTMANN, 1984). Daher konnte TAGUCHI (1995) eine Hypochlorämie bei Kühen mit linksseitiger Labmagenverlagerung lediglich im Zusammenhang mit einer schweren Dehydratation beobachten. Und diese betraf lediglich 8 % der untersuchten Tiere. In der eigenen Studie konnte nur bei zwei Tieren eine deutliche hypochlorämische metabolische Alkalose festgestellt werden (pH: 7,507 bzw. 7,500; BE: +23,8 mmol/l bzw. +18,3 mmol/l, Bikarbonat: 48,4 mmol/l bzw. 43,0 mmol/l; Chloridgehalt: jeweils 77 mmol/l), bezogen auf die Mittelwerte ergaben sich aber keine deutlichen Abweichungen von der Norm (Tab. 3 u. 4). Ähnliche Befunde wurden von LATTMANN (1984) publiziert. Die arithmetischen Mittelwerte der Basenabweichung ( $\bar{X} = 6,3$  mmol/l) und des Bikarbonatgehaltes ( $\bar{X} = 31,0$  mmol/l) im Blut lagen nur geringfügig oberhalb des Referenzbereiches (BE: -3 bis +3 mmol/l; Bikarbonat: 22 – 28 mmol/l) (STÖBER u. GRÜNDER, 1990). Der Kaliumgehalt im Blut lag bei den eigenen Probanden mit linksseitiger Labmagenverlagerung im Mittel bei  $3,6 \pm 0,5$  mmol/l (Tab. 4) und somit unterhalb des Referenzbereiches von 4 – 5 mmol/l (STÖBER u. GRÜNDER, 1990). Nach der Labmagenoperation normalisierten sich die Befunde ohne weitere Therapie. Lediglich eine Hypokaliämie war auch noch am 7. Tag p. op. festzustellen, aber auch diese Werte hatten sich seit der Operation deutlich gebessert (Tab. 3 u. 4). Dies bestätigt den primären Einfluss der Passagebehinderung auf die Entwicklung dieser Blutparameter. Eine Behebung dieser Passagestörung führt ohne weitere Behandlung dazu, dass diese sich relativ rasch wieder normalisieren.

Zusätzlich deuten die Ergebnisse dieser Studie auch auf eine erhöhte Stoffwechselbelastung, insbesondere der Leber, bei Vorliegen einer linksseitigen Labmagenverlagerung. Hinweis hierfür sind erhöhte GB-, AST-, GGT-, GLDH-, Laktat- und NEFA-Werte im Serum. Nach operativer Behebung der Labmagenverlagerung normalisierten sich die Werte auch ohne weitere Therapie (Tab. 6 – 9). Dies spricht für eine sekundäre Störung, welche durch die Labmagenverlagerung (Primärleiden) mit verursacht worden war. Nach Beseitigung des Primärleidens erholte sich die Stoffwechselsituation. Auch die sekundäre Ketose, die bei den meisten Patienten festgestellt wurde, verschwand nahezu weitgehend innerhalb des Beobachtungszeitraums. Lediglich bei 4 Kühen konnte am 7. Tag p. op. noch eine geringgradige bzw. mittelgradige Ketonurie festgestellt werden (Tab. 23). Diese reduzierte sich durch den

zunehmenden Appetit weitgehend von selbst. Zusätzlich wurde in solchen Fällen lediglich Propylenglykol als unterstützende Maßnahme verabreicht. Diese Befunde bestätigen die Ergebnisse zahlreicher vorangegangener Studien bezüglich der Stoffwechselsituation bei Kühen mit Labmagenverlagerung. Die linksseitige Labmagenverlagerung tritt vor allem in den ersten 4 Wochen nach der Kalbung auf (CONSTABLE et al., 1992; MARKUSFELD, 1986; MARTIN, 1972; MATHER u. DEDRICK, 1966; SALI et al., 1987; VARDEN, 1979; WALLACE, 1975). In dieser Zeit liegt bei Hochleistungskühen eine negative Energiebilanz (NEB) vor. Als Folge kommt es zu einer vermehrten Mobilisierung der Körperreserven in Form eines gesteigerten Fettabbaus (CONSTABLE et al., 1992; DIRKSEN, 2002; REHAGE et al., 1996; SCHOLZ, 1990; STÖBER u. DIRKSEN, 1981). Das Auftreten der Labmagenverlagerung geht mit einem verminderten Appetit und daraus resultierend einer reduzierten Futteraufnahme einher. Dies verschlimmert die NEB und die daraus resultierende Stoffwechselbelastung. Daher werden beim Vorliegen einer Labmagenverlagerung erhöhte GB-Werte (MUYLLE et al., 1990; REHAGE et al., 1996; SCHÄFER et al., 1991; UHLIG et al., 1988), AST-Werte (ITOH et al., 1998; KOMATSU et al., 2002; MUYLLE et al., 1990; REHAGE et al., 1996; SCHÄFER et al., 1991; UHLIG et al., 1988), GGT-Werte (ITOH et al., 1998; REHAGE et al., 1996), GLDH-Werte (REHAGE et al., 1996), NEFA-Werte (ITOH et al., 1998; KOMATSU et al., 2002; REHAGE et al., 1996), Glukose-Werte (REHAGE et al., 1996) und Laktat-Werte im Blut festgestellt. Die postoperative Rekonvaleszenz hängt letztendlich vom Grad der Leberverfettung und der Lipomobilisation sowie zusätzlicher Erkrankungen ab. REHAGE et al. (1996) konnten zeigen, dass Kühe mit hochgradiger Leberverfettung eine langsamere Rekonvaleszenz zeigten als Kühe mit mittelgradiger bzw. geringgradiger Leberverfettung. Die tägliche Futteraufnahme blieb bei Kühen mit hochgradiger Leberverfettung postoperativ unverändert gering, während diese bei den Kühen mit gering- bzw. mittelgradiger Leberverfettung stetig anstieg. Ein Anstieg der Milchleistung konnte jedoch in allen Gruppen beobachtet werden. GB, AST, GGT, GLDH und NEFA waren bei Kühen mit hochgradiger Leberverfettung signifikant höher als bei Kühen mit gering- bzw. mittelgradiger Leberverfettung. Der Glukosespiegel war in allen Gruppen etwa gleich hoch. AST, GGT, GLDH blieben in allen Gruppen bis zum vierten Tag post operationem unverändert auf hohem Niveau. Die Serumspiegel von GB, NEFA und Glukose nahmen in allen Gruppen signifikant ab. Ähnliche Beobachtungen konnten auch in dieser Studie gemacht werden (Tab. 6 – 9).

## DISKUSSION

Erstaunlicherweise konnte jedoch kein Zusammenhang zwischen der Entwicklung der myoelektrischen Aktivität und der Entwicklung der Laborparameter und der klinischen Parameter festgestellt werden. Die zweifaktorielle Varianzanalyse ergab diesbezüglich zwischen Cluster A und Cluster B keine signifikanten Unterschiede (Tab. 25 – 58, Abb. 25 – 42). Das läßt darauf schließen, dass nach Korrektur der Labmagenverlagerung trotz noch verminderter myoelektrischer Aktivität von Labmagen und Duodenum die Magen-Darmpassage der Ingesta bei den untersuchten Probanden nicht oder nicht erheblich beeinträchtigt war. Bisher ist nur von Kalzium bekannt, dass es einen Einfluss auf die myoelektrische Aktivität ausübt. Eine Hypokalzämie bewirkt eine Verminderung der Amplituden in der myoelektrischen Aktivität und eine Reduktion der Entleerungsrate des Labmagens (DANIEL, 1983; POULSEN u. JONES, 1974). Eine Hypokalzämie kann daher auch die Entstehung einer Labmagenverlagerung begünstigen. In dieser Studie konnte aber lediglich bei einem Tier mit Labmagenverlagerung eine Hypokalzämie beobachtet werden (ionisiertes Kalzium: 0,84 mmol/l; Referenzbereich: 1,1 – 1,3 mmol/l). Nach Behebung der Labmagenverlagerung normalisierte sich dieser Wert aber umgehend. Es war ein Tier aus Cluster B (erniedrigte myoelektrische Aktivität über den gesamten Beobachtungszeitraum). Die Normalisierung des Säure-Basen- und Elektrolythaushaltes beruht auf der operativen Behebung der Labmagenverlagerung und der daraus resultierenden wiederhergestellten ungestörten Magen-Darmpassage. Diese ungestörte Magen-Darmpassage blieb auch bei der Gruppe von Tieren bestehen, bei der über den Beobachtungszeitraum (7 Tage) eine deutliche verminderte myoelektrische Aktivität vorlag (Cluster B), zumal als Folge der durchgeführten Rezidivprophylaxe (Omentopexie) trotz niedriger myoelektrischer Aktivität des Labmagens keine erneute Labmagenverlagerung auftreten konnte. Die Normalisierung der Stoffwechselfparameter post operationem lässt sich auf die Verbesserung der Futteraufnahme zurückführen. Das Energiedefizit reduziert sich, es wird weniger Fett mobilisiert, und es werden weniger Ketonkörper gebildet. Auch die untersuchten klinischen Parameter sind vor allem abhängig von einer ungestörten Magen-Darm-Passage. Wenn auch infolge der Rezidivprophylaxe eine erneute Verlagerung in beiden Clustern verhindert wurde, so erklärt dies nicht unbedingt den Befund, dass trotz unterschiedlicher myoelektrischer Aktivität hinsichtlich der Entleerung des Labmagens offensichtlich keine signifikanten Unterschiede festzustellen waren. Es kam zumindest nicht zu einer Labmagenanschoppung im Sinne der hinteren funktionellen Stenose, wie sie gelegentlich nach

einer rechtsseitigen Labmagenverlagerung mit Drehung des Organs (Volvulus) beobachtet wird.

Mittels dieser Studie wurde tatsächlich eine Hypomotilität des Labmagens nachgewiesen. Diese Hypomotilität konnte aber erst nach Diagnosestellung der Labmagenverlagerung und deren operativer Behebung gemessen werden. Die Frage bleibt daher weiter bestehen, ob eine solche Hypomotilität auch vor Diagnosestellung bereits vorhanden war und somit die primäre Ursache der Verlagerung darstellte.

Um diesen Beweis zu erbringen, müsste in einer weiteren Studie das Studiendesign derart abgeändert werden, dass auf die Rezidivprophylaxe verzichtet wird. Wie in dieser Studie festgestellt wurde, liegt beim größten Teil der Tiere über mindestens sieben Tage nach operativer Behebung der linksseitigen Labmagenverlagerung eine deutlich verminderte myoelektrische Aktivität des Labmagens vor. Wenn davon ausgegangen wird, dass diese Hypomotilität zu einem Rezidiv führen kann, müssten tatsächlich – in Abhängigkeit von dem Ausmaß der Motilitätsbeeinträchtigung – vermehrt Rezidive auftreten. Der Vorteil wäre dann, dass auch elektromyographische Messungen an Kühen mit bestehender Labmagenverlagerung durchgeführt werden könnten. Möglicherweise würden sich dann auch die Laborparameter und klinischen Parameter entsprechend der Entwicklung der myoelektrischen Aktivität unterscheiden.

## 6. ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wurden an 25 Kühen nach operativer Reposition einer linksseitigen Labmagenverlagerung elektromyographische Untersuchungen am Labmagen und Duodenum durchgeführt. Damit sollte geprüft werden, ob solche Verlagerungszustände tatsächlich mit einer auch noch in den ersten 7 Tagen nach Operation nachweisbaren Hypotonie oder Atonie dieser Organe einhergehen.

Zur Erfassung der myoelektrischen Aktivität wurde eine telemetrische Methode entwickelt und etabliert. Dabei wurden in die Lamina muscularis des Labmagens (Corpus abomasi u. Pars pylorica abomasi) und des Anfangsabschnitts des Duodenums Elektroden aus rostfreiem Stahldraht implantiert. Der gesamte Elektrodenstrang verlief in der Bauchhöhle zu einer Anschlußbuchse („Pettinger-Skin-Button“) in der rechten Hungergrube, an welche für die Messungen ein kleiner Sender zur telemetrischen Datenübertragung angeschlossen wurde.

Die elektromyographischen Messungen erfolgten am 1., 3., 5. u. 7. Tag nach der Operation. Bei 10 Kühen erstreckten sie sich an den Messtagen auf 4 Intervalle zu je 20 Minuten, beginnend jeweils um 08:30 Uhr, 14:30 Uhr, 20:30 Uhr und 02:30 Uhr. Bei 15 Kühen wurden an den genannten Tagen Messungen über den Gesamtzeitraum von 24 Stunden durchgeführt. Anhand der ermittelten Daten wurden folgende zwei Parameter als Ausdruck der myoelektrischen Aktivität berechnet: Das Gesamtintegral (GI) und die Gesamtamplitude (GA). Damit wurde die myoelektrische Aktivität über den Zeitraum von sieben Tagen beurteilt. Darüber hinaus wurden die Patienten klinisch und labordiagnostisch überwacht.

Am 8. Tag p. op., also nach Ende des eigentlichen Untersuchungszeitraums, wurde 9 Patienten Neostigmin (0,05 mg / kg KM s. c.) und 7 Patienten Erythromycin (5 mg / kg KM i. m.) sowie Carazolol (0,01 mg / kg KM i. m.) verabreicht, um mögliche Auswirkungen dieser Pharmaka auf die myoelektrische Aktivität zu erfassen. Nach Abschluß der Messungen wurde der Elektrodenstrang durch Zug am Skin Button entfernt.

Anhand der Ergebnisse zeigten sich erhebliche interindividuelle, aber auch zirkadiane Einflüsse auf die Labmagenmotorik. Tagsüber, insbesondere am Nachmittag, wurde eine höhere myoelektrische Aktivität registriert als in den Nachtstunden. In

den ersten 7 Tagen nach der Operation einer linksseitigen Labmagenverlagerung war bei den untersuchten Probanden die myoelektrische Aktivität von Labmagen und Duodenum im Vergleich zu derjenigen einer gesunden Kontrollgruppe in der Regel noch deutlich erniedrigt, doch ließen sich diesbezüglich, unter Zugrundelegung der 24-Stunden-Messungen, 2 Cluster unterscheiden: Bei der größeren Gruppe (11 / 15 Tiere) bewegten sich die Werte während des gesamten Untersuchungszeitraum auf niedrigem Niveau. Hingegen erreichten die Werte der 2. Gruppe (4 / 15 Tiere) innerhalb von 5 Tagen p. op. wieder den Bereich der Kontrollgruppe. Allerdings ließen sich bezüglich der Entwicklung der klinischen Befunde sowie der gemessenen Laborparameter zwischen beiden Clustern keine signifikanten Unterschiede feststellen. Die Applikation von Erythromycin führte bei diesen Patienten innerhalb von 5 Stunden zumindest tendenziell zu einer Steigerung der myoelektrischen Aktivität von Labmagen und Duodenum, nach Verabreichung von Neostigmin war ein solcher Effekt am Labmagen über 2 – 3 Stunden zu beobachten. Die Wirkung war jedoch jeweils nur schwach ausgeprägt und ließ sich statistisch nicht absichern. Nach Carazololgabe kam es diesbezüglich zu keinem erkennbaren Effekt.

Insgesamt deuten die Ergebnisse dieser Studie darauf hin, dass bei den meisten Labmagenpatienten auch postoperativ eine mehr oder weniger ausgeprägte Atonie von Labmagen und Duodenum noch über mehrere Tage besteht, selbst wenn sich diese klinisch und labordiagnostisch nicht erkennbar manifestiert. Diese Motilitätsstörung könnte nicht nur das erstmalige Auftreten einer Verlagerung, sondern auch die Rezidivneigung nach konservativer Therapie einer linksseitigen Labmagenverlagerung erklären.

### **6.1 Summary**

In the present study electromyographic investigations at the abomasum and the duodenum have been carried out at 25 cows after surgical reposition of left-sided displacement of the abomasum. The aim of this study was to investigate, whether such displacements are correlated with a detectable hypotony or an atony of these organs in the first seven days after surgical reposition.

A telemetric method was developed and established in order to register the myoelectric activity. Stainless steel electrodes were implanted in the lamina muscularis of the abomasum (corpus abomasi and pars pylorica abomasi) and in the proximal part of the duodenum. The electrodes lead was connected to an adapter („Pettinger-Skin-Button“) in the right paralumbar fossa. At that a small transmitter was connected for telemetric data transfer.

The electromyographic measurements were carried out on day 1, 3, 5 and 7 after surgical reposition. Measurements for a group of 10 cows were carried out on these days in 4 intervals, each interval lasted 20 minutes, beginning at 08:30 h, 14:30 h, 20:30 h and 02:30 h. For a group of 15 cows measurements were carried out on the afore mentioned days over a period of 24 hours. By means of the ascertained data the following two parameters have been calculated as the description of the myoelectrical activity: The total integral and the total amplitude. With these two parameters the myoelectrical activity was assessed over a period of 7 days. Furthermore the cows were observed clinically and by laboratory diagnostics.

Neostigmine (0.05 mg / kg BW s. c.) was administered to 9 cows and erythromycin (5 mg / kg BW i. m.) and carazolol (0.01 mg / kg BW i. m.) to 7 cows on day 8 after the reposition in order to determine possible effects of these drugs to the myoelectrical activity. After having finalized the measurements the electrodes were removed by drawing at the skin button.

The results showed considerable interindividual as well as circadian influences on abomasal motility. During daytime, especially in the afternoon, a higher myoelectrical activity was recorded in comparison to the nighttime. The treated cows showed a considerably decreased myoelectrical activity of the abomasum and duodenum in comparison to those of the healthy control group. Taking the 24 hours measurements into consideration, one could distinguish 2 clusters: The activity of the larger group

(11 / 15 cows) showed a low level during the course of the investigation, whereas the activity of the second group (4 / 15 cows) achieved the activity range of the control group within 5 days after the reposition. But there were no significant differences between these two clusters regarding the clinical and laboratory findings. The application of erythromycin tended to increase the myoelectrical activity of the abomasum and duodenum for these cows within 5 hours. Applying neostigmine this effect was observed at the abomasum for 2 – 3 hours. However these effects were not pronounced and statistically not significant. The application of carazolol revealed no distinct effect.

The results of this study indicate, that most cows with left-sided displacement of abomasum suffer from a more or less significant atony of the abomasum and duodenum after the reposition for several days, even though this atony was not confirmed by clinical and laboratory investigations. The disturbance of the motility could be an explanation not only for the displacement, but also for the tendency of recurrence after a conservative therapy of the left-sided displacement of the abomasum.

## **7. LITERATURVERZEICHNIS**

BAJCSY, A. C., REHAGE, J., SCHOLZ, H. u. 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

BEDI, B. S. u. CODE, C. F. (1972):

Pathway of coordination of postprandial, antral, and duodenal action potentials. Am. J. Physiol. 222 (5), 1295 – 1298

BELL, F. R. u. GRIVEL, M.-L. (1974):

The role of the duodenal infusate on the gastric emptying measured by the e.m.g. of gastric muscle. J. Physiol. 239, 48P

BELL, F. R. u. GRIVEL, M.-L. (1975):

The effect of duodenal infusion on the electrogram of gastric muscle during activation and inhibition of gastric emptying. J. Physiol. 248, 377 – 391

BELL, F. R. u. WATSON, D. J. (1976):

The influence of gastric distension and the duodenal infusate on the pattern of stomach (abomasal) emptying in the preruminant calf. J. Physiol. 259, 445 – 456

BÖHME, G. (1992):

Vegetatives Nervensystem. In: Nickel, R., Schummer, A. u. Seiferle, E. (Hrsg.): Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Band IV, 3. Aufl. Verlag Paul Parey, Berlin u. Hamburg, 350 – 385

BOLTON, J. R., MERRIT, A. M., CARLSON, G. M. u. DONAWICK, W. J.. (1976):

Normal abomasal electromyography and emptying in sheep and the effects of intra-abomasal volatile fatty acid infusion. Am. J. Vet. Res. 37, 1387 – 1392

BORTOFF, A. u. WEG, N. (1965):

Transmission of electrical activity through the gastroduodenal junction. Am. J. Physiol. 208 (3), 531 – 536

BRAUN, U., EICHER, R. u. BRACHER, V. (1988):

Inneres Erbrechen beim Rind – Untersuchungen über das abomasale Refluxsyndrom bei verschiedenen Erkrankungen des Verdauungsapparates. Schweiz. Arch. Tierheilk. 130, 225 – 236

BRAUN, U., STEINER, A. u. BEARTH, G. (1989):

Therapy and clinical progress of cattle with dilatation and torsion of the caecum. Vet. Rec. 125 (17), 430 – 433

BREUKINK, H. J. u. KUIPER, R. (1980):

Digestive disorders following obstruction of flow of ingesta through the abomasum and small intestine. The Bovine Practitioner 15, 139 – 143

BUENO, L., FIORAMONTI, J. u. RUCKEBUSCH, Y. (1975):

Rate of flow of digesta and electrical activity of the small intestine in dogs and sheep. J. Physiol. 249, 69 – 85

BUENO, L. u. RUCKEBUSCH, M. (1976):

Insulin and jejunal electrical activity in dogs and sheep. Am. J. Physiol. 230 (6), 1538 – 1544

BUENO, L., PRADDAUDE, F. u. RUCKEBUSCH, Y. (1979):

Propagation of electrical spiking activity along the small intestine: intrinsic versus extrinsic neural influences. J. Physiol. 292, 15 – 26

CAMERON, R. E. B., DYK, P. B., HERDT, T. H., KANEENE, J. B., MILLER, R., BUCHOLTZ, H. F., LIESMAN, J. S., VANDEHAAR, M. J. u. EMERY, R. S. (1998):

Dry cow diet, management, and energy balance as risk factors for displaced abomasum in high producing dairy herds. J. Dairy Sci. 81 (1), 132 – 139

## LITERATURVERZEICHNIS

CODE, C. F. u. MARLETT, J. A. (1975):

The interdigestive myo-electric complex of the stomach and small bowel of dogs. J. Physiol. 246, 289 – 309

CONSTABLE, P. D., MILLER, G. Y., HOFFSIS, G. F., HULL, B. L. u. RINGS, D. M. (1992):

Risk factors for abomasal volvulus and left abomasal displacement in cattle. Am. J. Vet. Res. 53 (7), 1184 – 1192

CONSTABLE, P. D., STREETER, R. N., KOENIG, G. J., PERKINS, N. R., GOHAR, H. M. u. MORIN, D. E. (1997):

Determinants and utility of the anion gap in predicting hyperlactatemia in cattle. J. Vet. Intern. Med. 11 (2), 71 – 79

COPPOCK, C. E. (1974):

Displaced abomasum in dairy cattle: Etiological factors. J. Dairy Sci. 57, 926 – 933

COSTA, M., FURNESS, J. B. u. LLEWELLYN-SMITH, I. J. (1987):

Histochemistry of the enteric nervous system. In: Johnson, L. R. (Hrsg.): Physiology of the Gastrointestinal Tract, 2. Edition, Raven Press, New York, 1 – 33

CULLEN, J. J., EPHGRAVE, K. S. u. CAROPRESO, D. K. (1996):

Gastrointestinal myoelectric activity during endotoxemia. Am. J. Surg. 171, 596 – 599

DANIEL, R. C. (1983):

Motility of the rumen and abomasum during hypocalcemia. Can. J. Comp. Med. 47 (3), 276 – 280

DAWSON, L. J. et al. (1992):

Influence of fiber form in a complete mixed ration on incidence of left displaced abomasum in postpartum dairy cows. J. Am. Vet. Med. Assoc. 200, 1989 – 1992

DELGADO-LECAROZ, R., WARNICK, L. D., GUARD, C. L., SMITH, M. C. u. 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

DIEDERICHS, M. (1996):

Untersuchungen zum Vorkommen der Labmagenverlagerung bei Rindern in Hessen. Diss. med. vet., Gießen

DIRKSEN, G. (1961):

Vorkommen, Ursachen und Entwicklung der linksseitigen Labmagenverlagerung (Dislocatio abomasi sinistra) des Rindes. Dtsch. tierärztl. Wschr. 68, 8 – 12

DIRKSEN, G. (1962):

Die Erweiterung, Verlagerung und Drehung des Labmagens beim Rind. Parey, Berlin u. Hamburg

DIRKSEN, G. (1967):

Gegenwärtiger Stand der Diagnostik, Therapie und Prophylaxe der Dislocatio abomasi sinistra des Rindes. Dtsch. tierärztl. Wschr. 74, 625 – 633

DIRKSEN, G. (1971):

Zur Prophylaxe der Dislocation abomasi sinistra. Ber. XIX. Welttierärztekongreß (Mexico) 1, 318 – 320

DIRKSEN, G. (1984):

Metabolische Alkalose und abomasaler Reflux infolge von Passagebehinderungen im Labmagen – Darmbereich beim Rind. Prakt. Tierarzt 66, Coll. vet. XV, 65 – 71

DIRKSEN, G. AHRENS, F., SCHÖN, J., MAYER, E. u. LIEBICH, H. G. (1992):

Vorbereitungsfütterung der trockenstehenden Kuh im Hinblick auf Ernährungszustand und Status von Pansenschleimhaut und Pansenflora bei der Kalbung. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 105, 1 – 4

## LITERATURVERZEICHNIS

DIRKSEN, G. (2002):

Linksseitige Labmagenverlagerung. In: Dirksen, G., Gründer, H.-D. u. Stöber, M. (Hrsg.): Innere Medizin und Chirurgie des Rindes. Parey Buchverlag, Berlin und Wien, 473 – 487

DIRKSEN, G. (2002):

Ketose, Lipomobilisationssyndrom. In: Dirksen, G., Gründer, H.-D. u. Stöber, M. (Hrsg.): Innere Medizin und Chirurgie des Rindes. Parey Buchverlag, Berlin und Wien, 649 – 664

DIXON, W. J. (1993):

BMDP Statistical Software Manual, Volume 1 and 2. University of California Press, Berkley, Los Angeles, London

DOCKRAY, G. J. (1987):

Physiology of enteric neuropeptides. In: Johnson, L. R. (Hrsg.): Physiology of the Gastrointestinal Tract, 2. Edition, Raven Press, New York, 41 - 59

DURST, B., SENN, M. u. LANGHANS, W. (1993):

Eating patterns of lactating dairy cows of three different breeds fed grass ad lib.. *Physiol. Behav.* 54 (4), 625 – 631

EHRLEIN, H.-J. (1970):

Untersuchungen über die Motorik des Labmagens der Ziege unter besonderer Berücksichtigung des Pylorus. *Zbl. Vet. Med. A* 17, 481 – 497

EHRLEIN, H.-J. u. HILL, H. (1970):

Einflüsse des Labmagen- und Duodenalinhaltes auf die Motorik des Wiederkäuermagens. *Zbl. Vet. Med A* 17, 498 – 516

EHRLEIN, H.-J. und SCHEMANN, M. (1987):

Neue Wege zur Untersuchung der Dünndarmmotorik. *Dtsch. tierärztl. Wschr.* 94, 23 – 27

EHRLEIN, H.-J. (2000):

Glatte Muskulatur. In: Engelhardt, W. v. u. Breves, G. (Hrsg): Physiologie der Haustiere. Enke-Verlag, Stuttgart, 126 – 130

EHRLEIN, H.-J. (2000):

Motorik des einhöhligen Magens und des Labmagens. In: Engelhardt, W. v. u. Breves, G. (Hrsg): Physiologie der Haustiere. Enke-Verlag, Stuttgart, 317 – 323

EHRLEIN, H.-J. (2000):

Motorik des Duodenums. In: Engelhardt, W. v. u. Breves, G. (Hrsg): Physiologie der Haustiere. Enke-Verlag, Stuttgart, 323 – 329

ESPERSEN, G. (1961):

Die rechtsseitige Labmagenverlagerung und –verlagerung (Dilatatio abomasi cum dislocatione dextra) beim Rind. Dtsch. tierärztl. Wschr. 68, 2 – 7

FLECKENSTEIN, P., BUENO, L., FIORAMONTI, J. u. RUCKEBUSCH, Y. (1982):

Minute rhythm of electrical spike bursts of the small intestine in different species. Am. J. Physiol. 242, G654 – G659

FUBINI, S. L., GRÖHN, Y. T. u. SMITH, D. F. (1991):

Right displacement of the abomasum and abomasal volvulus in dairy cows: 458 cases (1980 – 1987). J. Am. Vet. Med. Assoc. 198 (3), 460 – 464

FÜRLL, M., SCHMIDT, E., JÄKEL, L., DABBAGH, M. N. u. SCHWARZER, U. (1996):

Zum Vorkommen der Dislocatio abomasi in Ostdeutschland. Tierärztl. Umschau 51, 211 – 215

FÜRLL, M., DABBAGH, M. N. u. JÄKEL, L. (1999):

Körperkondition und Dislocatio abomasi (DA): Vergleichende Untersuchungen zum Verhalten der Rückenfettdicke sowie weiterer Kriterien bei Rindern. Dtsch. tierärztl. Wschr. 106; 5 – 9

## LITERATURVERZEICHNIS

FÜRLL, M. u. KRÜGER, M. (1999):

Disturbances of energy metabolism and abomasal displacement (DA) in cows. Proc. 1<sup>st</sup> Middle-European Buiatrics Congr., Balatonfüred, 48 – 50

FÜRLL, M., BIALEK, N., DABBAGH, L., JÄKEL, L., KASTNER, A., KLEISER, L., KRETSCHMAR, C., KRÜGER, M., STENSCHKE, E. u. STERTENBRINCK, W. (2000):

Erst die Endotoxine und dann die Labmagenverlagerung? Zur Pathogenese der Dislocatio abomasi. Großtierpraxis 7/2000, 6 – 17

GARRY, F. B., HULL, B. L., RINGS, D. M., KERSTING, K. u. HOFFSIS, G. F. (1988): Prognostic value of anion gap calculation in cattle with abomasal volvulus: 58 cases (1980 – 1985). J. Am. Vet. Med. Assoc. 192 (8), 1107 – 1112

GEISHAUSER, T. (1995):

Untersuchungen zur Labmagenmotorik von Kühen mit Labmagenverlagerung. Habilitationsschrift, Gießen

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., DIEDERICHS, M. u. FAILING, K. (1996):

Vorkommen von Labmagenverlagerung bei Rindern in Hessen. Dtsch. tierärztl. Wschr. 103, 142 – 144

GEISHAUSER, T., DIEDERICHS, M. u. BEUING, R. (1996):

Schätzung der Erbllichkeit von Labmagenverlagerung bei Deutsch-Schwarzbunten Rindern in Hessen. J. Vet. Med. A 43, 87 – 92

GEISHAUSER, T., LESLIE, K., DUFFIELD, T. u. EDGE, V. (1997):

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 (11), 1216 – 1220

GEISHAUSER, T. u. 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. (1998):

Vorbeuge und Früherkennung von Labmagenverlagerung bei Milchkühen. Tierärztl. Umschau 53, 601 – 606

GEISHAUSER, T., LESLIE, K., DUFFIELD, T., SANDALS, D. u. EDGE, V. (1998):

The association between selected metabolic parameters and left abomasal displacement in dairy cows. J. Vet. Med. A 45, 499 – 511

GERLOFF, B. J., HERDT, T. H. u. EMERY, R. S. (1986):

Relationship of hepatic lipidosis to health and performance in dairy cattle. J. Am. Vet. Med. Assoc. 188 (8), 845 – 850

GREGORY, P. C., RAYNER, D. V. u. WENHAM, G. (1984):

Initiation of migrating myoelectric complex in sheep by duodenal acidification and hyperosmolarity: role of vagus nerves. J. Physiol. 355, 509 – 521

GREGORY, P. C., MILLER, S. J. u. BREWER, A. C. (1985):

The relation between food intake and abomasal emptying and small intestinal transit time in sheep. Brit. J. Nutrition 53, 373 – 380

GREGORY, P. C. u. MILLER, S. J. (1989):

Influence of duodenal digesta composition on abomasal outflow, motility and small intestinal transit time in sheep. J. Physiol. 413, 415-431

GRIVEL, M.-L. u. RUCKEBUSCH, Y. (1972):

The propagation of segmental contractions along the small intestine. J. Physiol. 227, 611 – 625

## LITERATURVERZEICHNIS

GRYMER, J., HESSELHOLT, M. u. WILLEBERG, P. (1981):

Feed composition and left abomasal displacement in dairy cattle. A case-control study. Nord. Vet.-Med. 33, 306 – 309

HARINGTON, J. T. u. KASSIRER, J. P. (1982):

Metabolic alkalosis. In: Cohen, J. J. u. Kassirer, J. P. (Hrsg.): Acid-Base. Little, Brown & Company, Boston / USA, 227 – 306

HARTMANN, H. (1994):

Pathobiochemie des Stoffwechsels. In: Hartmann, H. u. Meyer, H. (Hrsg.): Klinische Pathologie der Haustiere. Gustav Fischer Verlag, Jena u. Stuttgart, 92 – 219

HEES, H. (1990):

Glatte Muskulatur. In: Mosimann, W. u. Kohler, T. (Hrsg.): Zytologie, Histologie und mikroskopische Anatomie der Haussäugetiere. Verlag Paul Parey, Berlin u. Hamburg, 65 – 67

HERDT, T. H. (2000):

Ruminant adaption to negative energy balance. Influences on the etiology of ketosis and fatty liver. Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. 16 (2), 215 – 230

HESSELHOLT, M. u. GRYMER, J. (1979):

Linksseitige Labmagenverlagerung. Vorkommen in Dänemark. Dtsch. tierärztl. Wschr. 86, 490 – 494

HOFFSIS, G. F. u. MCGUIRK, S. M. (1986):

Diseases of the abomasum and the intestinal tract. In: Howard, J. L. (Hrsg.): Current Veterinary Therapy 2: Food Animal Practice. W. B. Saunders Company, Philadelphia, 726

HOLTENIUS, K., STERNBAUER, K. u. HOLTENIUS, P. (2000):

Influence of the plasma glucose level on the abomasal function in dairy cows. J. Anim. Sci. 78 (7), 1930 – 1935

HOLTENIUS, P. u. HJORT, M. (1990):

Studies on the pathogenesis of fatty liver in cows. *Bov. Pract.* 25, 91 – 94

HOLTENIUS, P. u. NISKANEN, R. (1985):

Leberzellverfettung bei Kühen mit Labmagenverlagerung. *Dtsch. tierärztl. Wschr.* 92, 398 – 400

HUBER, T. L., WILSON, R. C., STATTELMAN, A. J. u. GOETSCH, D. D. (1981):

Effect of hypocalcemia on motility of the ruminant stomach. *Am. J. Vet. Res.* 42 (9), 1488 – 1490

HUHN, J. C., NELSON, D. R., CONSTABLE, P. D. u. MORIN, D. E. (1998):

Prokinetic properties of erythromycin lactobionate in cattle. *Proc. XX. World Buiatrics Congr., Sydney*, 177 – 181

HULL, B. L. u. WASS, W. M. (1973):

Abomasal displacement. 2: Hypocalcemia as a contributing causative factor. *Vet. Med. Small Anim. Clin.* 68, 412 – 417

ITOH, N., KOIWA, M., HATSUGAYA, A., YOKOTA, H., TANIYAMA, H., OKADA, H. u. KUDO, K. (1998):

Comparative analysis of blood chemical values in primary ketosis and abomasal displacement in cows. *J. Vet. Med. A* 45 (5), 293 – 298

KANE, P. (1983):

Displaced abomasum on a dairy farm in Hong Kong. *Vet. Rec.* 113, 4, 96

KARATZIAS, H. (1992):

Untersuchungen über Labmagenverlagerung (Dislocatio abomasi) bei Milchkühen in Griechenland. *Mh. Vet.-Med.* 47, 35 – 40

KASSEM, M. M., NELSON, D. R. u. YOUSSEF, H. A. (1991):

The influence of abomasal distension on gastro-intestinal motility in goats. *Assiut J. Vet. Med.* 51, 250 – 255

## LITERATURVERZEICHNIS

KELLY, K. A., CODE, C. F. u. ELVEBACK, L. R. (1969):

Patterns of canine gastric electrical activity. *Am. J. Physiol.* 217 (2); 461 – 470

KOMATSU, Y., ITOH, N., KITAZAWA, T., YOKOTA, H., KOIWA, M., OHTSUKA, H., TERASAKI, N., MAENO, K., MIZOGUCHI, M., TAKEUCHI, Y., TANIGAWA, M., NAKAMURA, T., WATANABE, H., MATSUGUCHI, Y., KUKINO, T. u. HONMA, A. (2002):

Classifikation of abomasal displacement in cows according to histopathology of the liver and clinical chemistry. *J. Vet. Med. A* 49, 482 – 486

KRAFT, W. u. DÜRR, U. M. (1999):

Leber. In: Kraft, H. u. Dürr, U. M. (Hrsg.): *Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin*, 5. Aufl. Schattauer-Verlag, Stuttgart u. New York, 112 – 133

KROKER, R. (1994):

Pharmaka zur Behandlung und Verhütung bakterieller Infektionen. In: Löscher, W., Ungemach, F. R. u. Kroker, R. (Hrsg.): *Grundlagen der Pharmakotherapie bei Haus- und Nutztieren*, 2. Aufl. Verlag Paul Parey, Berlin u. Hamburg, 206 – 242

KUIPER, R., BEUKELEN, P. VAN u. BREUKINK, H. J. (1986):

Myo-electric activity of abomasum and duodenum in cows fed different rations. *Proc. XIV. World Buiatrics Congr.*, Dublin, 42 – 46

KUIPER, R. u. BREUKINK, H. J. (1988):

Myo-electric activity patterns on the abomasal body in the adult cow recorded with stainless steel electrodes. *J. Vet. Med. A* 35, 340 – 346

LATTMANN, J. (1984):

Untersuchungen des Elektrolytgehaltes von Speichel, Serum und Pansensaft gesunder sowie an labmagenverlagerungsbedingter Störung der Ingestapassage leidender Rinder. *Dtsch. tierärztl. Wschr.* 91, 146 – 149

LESTER, G. D. u. BOLTON, J. R. (1994):

Effect of dietary composition on abomasal and duodenal myoelectrical activity. Res. Vet. Sci. 57, 270 – 276

LÖSCHER, W. (1994):

Pharmaka mit Wirkung auf das autonome (vegetative) Nervensystem. Aus Löscher, W., Ungemach, F. R. u. Kroker, R. (Hrsg.): Grundlagen der Pharmakotherapie bei Haus- und Nutztieren, 2. Aufl. Verlag Paul Parey, Berlin u. Hamburg, 39 – 59

LOTTHAMMER, K.-H. (1992):

Epidemiologische Untersuchungen über das Vorkommen von Labmagenverlagerungen (dislocatio abomasi) in Milchrinderbeständen. Tierärztl. Umschau 47, 320 – 328

MADISON, J. B., MERRITT, A. M., RICE, B., DONOVAN, G. A., LESTER, G. D. u. TRAN, T. (1993):

Influence of an abrupt change in diet on antroduodenal myoelectric activity in lactating cattle. Am. J. Vet. Res. 54 (5), 793 – 797

MALBERT, C. H. u. RUCKEBUSCH, Y. (1988):

Gastroduodenal motor activity associated with gastric emptying rate in sheep. J. Physiol. 401, 227 – 239

MARKUSFELD, O. (1977):

Displaced abomasum in dairy cattle in the Western Galilee District of Israel – distribution and possible etiological factors. Refuah Vet. 34, 11 – 17

MARKUSFELD, O. (1986):

The association of displaced abomasum with various periparturient factors in dairy cows. A retrospective study. Prev. Vet. Med. 4, 173 – 183

MARTIN, W. (1972):

Left abomasal displacement: An epidemiological study. Can. Vet. J. 13 (3), 61 – 68

## LITERATURVERZEICHNIS

MASSEY, C. D., WANG, C., DONOVAN, G. A. u. 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 (6), 852 – 853

MATHER, M. F. u. DEDRICK, R. S. (1966):

Displacement of the abomasum. Cornell Vet. 56, 323 – 344

MEERMANN, A. u. AKSOY, G. (1983):

Untersuchungen des Labmagen- und des Pansensaftes, des Blutserums sowie des roten Blutbildes bei gesunden und bei an Labmagenverlagerung erkrankten Rindern. Dtsch. tierärztl. Wschr. 90, 208 – 213

MEIRHAEGHE, H. VAN, DEPREZ, P., HENDE, C. VAN DEN u. MUYLLE, E. (1988):

The influence of insulin on abomasal emptying in cattle. J. Vet. Med. A 35, 213 – 220

MEIRHAEGHE, H. VAN, DEPREZ, P., HENDE, C. VAN DEN u. MUYLLE, E. (1988):

Plasma glucose clearance and insulin response in cows with abomasal displacement. J. Vet. Med. A 35, 221 – 228

MÜLLER, H. (1953):

Verlagerung und Torsion des Labmagens bei einer Kuh. Dtsch. tierärztl. Wschr. 60, 230 – 232

MUYLLE, E., HENDE, C. van den, SUSTRONCK, B. u. DEPREZ, P. (1990):

Biochemical profiles in cows with abomasal displacement estimated by blood and liver parameters. J. Vet. Med. A 37, 259 – 263

NAGEL, E. (1966):

Zur Problematik der Röntgenographie des Labmagens erwachsener Rinder. Arch. Exp. Vet.-Med. 20, 609 – 700

NELSON, D. R., PETERSEN, G. C., HUHN, J. C. u. OLSON, W. A. (1995):

Electromyography of the reticulum, abomasum and duodenum in dairy cows with left displacement of the abomasum. J. Vet. Med. A 42, 325 – 337

ÖZKAN, K. u. POULSEN, J. S. D. (1986):

Changes in ionized calcium content and related clinical chemical parameters in cases of left-sided abomasal displacement. Nord. Vet.-Med. 38, 277 – 287

OLSON, L. K. u. STEVENS, J. B. (1984):

Fiber II – Displaced abomasum. Bov. Pract. 19, 126 – 127

OOMS, L. u. OYAERT, W. (1978):

Electromyographic study of the abomasal antrum and proximal duodenum in cattle. Zbl. Vet. Med. A 25, 464 – 473

OOMS, L., VLAMINCK, K. u. OYAERT, W. (1978):

An electromyographic study of the postoperative abomasal and duodenal motility of cattle with abomasal displacement to the right. Vlaams Diergeneesk. Tijdschr. 47 (2), 113 – 121

PEHRSON, B. G. u. SHAVER, R. D. (1992):

Displaced abomasum: clinical data and effect of peripartal feeding and management on incidence. Proc. 17<sup>th</sup> World Buiatrics Congr. 1, St. Paul, 116 – 120

PFANNKUCHE, H., REICHE, D., HOPPE, S. u. SCHEMANN, M. (2002):

Cholinergic and noncholinergic innervation of the smooth muscle layers in the bovine abomasum. Anat. Rec. 267, 70 – 77

PFEFFER, E. (2000):

Mengenelemente. In: Engelhardt, W. v. u. Breves, G. (Hrsg): Physiologie der Haustiere. Enke-Verlag, Stuttgart, 606 – 609

PLAZA, M. A., ARRUEBO, M. P., SOPENA, J., BONAFONTE, J. I. u. MURILLO, M. D. (1996):

Myoelectrical activity of the gastrointestinal tract of sheep analysed by computer. Res. Vet. Sci. 60, 55 – 60

## LITERATURVERZEICHNIS

POULSEN, J. S. D. (1973):

Abomasal displacement in dairy cows: Clinical chemistry and studies on the aetiology. Stockholm, Royal Vet. College, Akad. Avhandling

POULSEN, J. S. D. u. JONES, B.-E. V. (1974):

Beitrag zur Labmagenverlagerung – Einfluß der Kalzium-Ionen und der metabolischen Alkalose auf die Entleerungsgeschwindigkeit des Labmagens. Dtsch. tierärztl. Wschr. 81, 562 – 563

POULSEN, J. S. D. (1976):

Aetiology and pathogenesis of abomasal displacement in dairy cattle. Nord. Vet.-Med., 299 – 303

REHAGE, J., MERTENS, M., STOCKHOFE-ZURWIEDEN, N., KASKE, M. u. SCHOLZ, H. (1996):

Post surgical convalescence of dairy cows with left abomasal displacement in relation to fatty liver. Schweiz. Arch. Tierheilk. 138 (7), 361 – 368

ROBERTSON, J. M. (1966):

Left displacement of the bovine abomasum. Laboratory findings. J. Am. Vet. Med. Assoc. 149, 1430 – 1434

ROHRBACH, B. W., CANNEDY, A. L., FREEMAN, K. u. SLENNING, B. D. (1999):

Risk factors for abomasal displacement in dairy cows. J. Am. Vet. Med. Assoc. 214 (11), 1660 – 1663

RUCKEBUSCH, Y. (1970):

The electrical activity of the digestive tract of the sheep as an indication of the mechanical events in various regions. J. Physiol. 210, 857 – 882

RUCKEBUSCH, Y. (1975):

Interaction of duodenal and antral activity in sheep and dogs. J. Physiol. 254, 79P – 80P

RUCKEBUSCH, Y. (1977):

Elektromyographische Analyse der Dünndarmmotorik bei Haustieren. Zbl. Vet. Med. A 24, 1 – 12

RUCKEBUSCH, Y. u. BUENO, L. (1973):

The effect of weaning on the motility of the small intestine in the calf. Brit. J. Nutr. 30, 491 – 499

RUCKEBUSCH, Y. u. BUENO, L. (1977):

Origin of migrating myoelectric complex in sheep. Am. J. Physiol. 233 (6), E483 – E487

RUCKEBUSCH, Y. u. PAIRET, M. (1984):

Duodenal bulb motor activity in sheep. Zbl. Vet. Med. A 31, 401 – 410

RUCKEBUSCH, Y. (1989):

Gastrointestinal motor functions in ruminants. Aus Wood, J. D. (Hrsg.): Handbook of Physiology. The Gastrointestinal System, Vol. I, Sec. 6, Chapter 34, New York, Oxford University Press, 1225 – 1282

RUKKWAMSUK, T., KRUIP, T. A. u. WENSING, T. (1999):

Relationship between overfeeding and overconditioning in the dry period and the problems of high producing dairy cows during the postparturient period. Vet. Q. 21 (3), 71 – 77

SALI, G., SALI, A. u. SALI, M. (1987):

Zwanzigjährige Erfahrungen mit Labmagenverlagerungen beim Rind. Tierärztl. Umschau 42, 438 – 440

SARASHINA, T., ICHIJO, S., TAKAHASHI, J. u. OSAME, S. (1990):

Origin of abomasum gas in the cows with displaced abomasum. Jpn. J. Vet. Sci. 52 (2), 371 – 378

## LITERATURVERZEICHNIS

SARNA, S. K. (1989):

In vivo myoelectric activity: methods, analysis and interpretation. Aus Wood, J. D. (Hrsg): Handbook of Physiology, Vol. I., Sec. 6, Chapter 21, American Physiological Society, Bethesda, MD, 817 – 863

SCHÄFER, M., FÜRLL, M., JOHANNSEN, U., EHRENTAUT, W., DECKERT, W. u. GEINITZ, D. (1991):

Verhalten klinisch-chemischer Kennwerte des Blutes von Milchkühen in Abhängigkeit vom Fettgehalt der Leber. Mh. Vet.-Med. 46, 666 – 669

SCHEMANN, M., REICHE, D. u. MICHEL, K. (2001):

Enteric pathways in the stomach. Anat. Rec. 262, 47 – 57

SCHNORR, B. (1982):

Nerven. In: Hofmann, R. R. u. Schnorr, B. (Hrsg.): Die funktionelle Morphologie des Wiederkäuer-Magens: Schleimhaut und Versorgungsbahnen. Enke-Verlag, Stuttgart, 152 – 159

SCHOLZ, H. (1990):

Stoffwechselkontrolle in der Milchkuhherde an Hand von Blut- und Milchparametern. Prakt. Tierarzt 72, Coll. vet. XXI, 32 – 35

SCHUMMER, A. u. WILKENS, H. (1987):

Rumpfdarm der Wiederkäuer. In: Nickel, R., Schummer, A., Seiferle, E. (Hrsg.): Lehrbuch der Anatomie, Band II, 6. Aufl. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 158 – 194

SENN, M., DURST, B., KAUFMANN, A. u. LANGHANS, W. (1995):

Feeding patterns of lactating cows of three different breeds fed hay, corn silage, and grass silage. Physiol. Behav. 58 (2), 229 – 236

SHAVER, R. D. (1997):

Nutritional risk factors in the etiology of left displaced abomasum in dairy cows: a review. J. Dairy Sci. 80 (10), 2449 – 2453

STEINER, A. u. ROUSSEL, A. J. (1995):

Drugs coordinating and restoring gastrointestinal motility and their effect on selected hypodynamic gastrointestinal disorders in horses and cattle. Zbl. Vet. Med A 42 (10), 613 – 631

STEINER, A., ROUSSEL, A. J. u. MARTIG, J. (1995):

Effect of bethanechol, neostigmine, metoclopramide, and propranolol on myoelectric activity of ileoceocolic area in cows. Am. J. Vet. Res. 56 (8), 1081 – 1086

STÖBER, M. u. DIRKSEN, G. (1981):

Das Lipomobilisationssyndrom (Verfettungssyndrom) der Milchkuh. Prakt. Tierarzt 63, Coll. vet., 79 – 88

STÖBER, M. u. GRÜNDER, H.-D. (1990):

Kreislauf. In: DIRKSEN, G., GRÜNDER, H.-D. u. STÖBER, M. (Hrsg.): Die klinische Untersuchung des Rindes, 3. Auflage, Verlag Parey, Berlin und Hamburg, 194 – 241

STÖBER, M., WEGNER, W. u. LÜNEBRINK, J. (1974):

Untersuchungen über die familiäre Disposition zur linksseitigen Labmagenverlagerung beim Rind. Dtsch. tierärztl. Wschr. 81, 430 – 433

STOFFEL, M. H. (1996):

Der Labmagen und seine Lagebeziehungen. Schweiz. Arch. Tierheilk. 138 (7), 337 – 342

STOGDALE, L. (1981):

Correlation of changes in blood chemistry with pathological changes in the animal's body: II. Electrolytes, kidney function tests, serum enzymes, and liver function tests. J. S. Afr. Vet. Med. Assoc. 52 (2), 155 – 164

SVENDSEN, P. (1969):

Evidence of a potassium shift from the extracellular to the intracellular fluid space during metabolic alkalosis in cattle. Nord. Vet.-Med. 21, 660-663

## LITERATURVERZEICHNIS

SVENDSEN, P. (1969):

Etiology and pathogenesis of abomasal displacement in cattle. Nord. Vet.-Med. 21, Suppl. 1, 1 – 60

SVENDSEN, P. (1970):

Abomasal displacement in cattle. Nord. Vet.-Med. 22, 571 – 577

SZURSZEWSKI, J. H. (1969):

A migrating electric complex of the canine small intestine. Am. J. Physiol. 217 (6), 1757 – 1763

TAGUCHI, K. (1995):

Relationship between degree of dehydration and serum electrolytes and acid-base status in cows with various abomasal disorders. J. Vet. Med. Sci. 57 (2), 257 – 260

TANAKA, M., SARR, M. G. u. LIER RIBBINK, J. A. VAN. (1989):

Gastrointestinal motor patterns: Motilin as a coordinating factor. J. Surg. Res. 47, 325 – 331

VANTRAPPEN, G., JANSSENS, J., PEETERS, T. L., BLOOM, S. R., CHRISTOFIDES, N. D. u. HELLEMANS, J. (1979):

Motilin and the interdigestive migrating motor complex in man. Dig. Dis. Sci. 24 (7), 497 – 500

VANTRAPPEN, G., JANSSENS, J. u. PEETERS, T. L. (1981):

The migrating motor complex. Med. Clin. North Am. 65 (6), 1311 – 1329

VAN WINDEN, S. C., JORRITSMA, R., MÜLLER, K. E. u. NORDHUIZEN, J. P. (2003):

Feed intake, milk yield, and metabolic parameters prior to left displaced abomasum in dairy cows. J. Dairy Sci. 86 (4), 1465 – 1471

VARDEN, S. A. (1979):

Displacement of the abomasum in the cow. Incidence, etiological factors and results of treatment. Nord. Vet.-Med. 31, 106 – 113

VLAMINCK, K., OYAERT, W. u. OOMS, L. (1978):

Electromyographic study of the pyloric region in cows after surgical treatment of dislocation of the abomasum to the right. Vlaams Diergeneesk. Tijdschr. 48 (2), 131 – 139

VLAMINCK, K., HENDE, C. VAN DEN, OYAERT, W. u. MUYLLE, 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., MEIRHAEGHE, H. VAN, HENDE, C. VAN DEN, OYAERT, W. u. MUYLLE, E. (1985):

Einfluß von Endotoxinen auf die Labmagenentleerung beim Rind. Dtsch. tierärztl. Wschr. 92, 392 – 395

VÖRÖS, K., GOETZE, L., LATTMANN, L. u. SCHOLZ, H. (1985):

Serumelektrolyte und Parameter des Säurebasenhaushaltes in Blut und Harn bei an Labmagenverlagerung erkrankten Kühen (unter Berücksichtigung des Refluxsyndroms). Zbl. Vet. Med. A 32, 110 – 118

VÖRÖS, K. u. KARSAI, F. (1987):

Blut- und Pansensaftveränderungen vor dem Auftreten der linksseitigen Labmagenverlagerung bei Milchkühen. Tierärztl. Umschau 42, 489 – 496

VÖRÖS, K., RÜDIGER, B., STÖBER, M. u. DEEGEN, E. (1983):

Untersuchungen der Atemtätigkeit bei an Labmagenverlagerung erkrankten Kühen: Einfluß der metabolischen Alkalose. Dtsch. tierärztl. Wschr. 90, 468 – 471

## LITERATURVERZEICHNIS

WALLACE, C. E. (1975):

Left abomasal displacement – a retrospective study of 315 cases. *Bov. Pract.* 10, 50 – 53, 56 – 58

WHITLOCK, R. H. (1971):

Physiology of abomasal displacements. *Proc. 4<sup>th</sup>. Ann. Convent. Am. Assoc. Bovine Pract.*, Denver (Colorado), 176 – 178

WHITLOCK, R. H., TENNANT, B. C. u. TASKER, J. B. (1976):

Acid-base disturbances in cattle with left abomasal displacements, right abomasal displacement, abomasal torsion, vagal indigestion syndrome, and intestinal obstructions (intussusception and cecal volvulus). *Proc. 3. Int. Conf. Product. Dis. Farm Anim.*, Wageningen, 67 – 69

WOLF, V., HAMANN, H., SCHOLZ, H. u. DISTL, O. (2001):

Einflüsse auf das Auftreten von Labmagenverlagerungen bei Deutschen Holstein Kühen. *Dtsch. tierärztl. Wschr.* 108, 403 – 408

WOLFFRAM, S. (1996):

Motorik, Verdauungs- und Sekretionsprozess der Vormägen und des Labmagens – eine kurze Übersicht. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 138 (7), 343 – 350

WOOD, J. D. (1987):

Physiology of the enteric nervous system. In: Johnson, L. R. (Hrsg.): *Physiology of the Gastrointestinal Tract*, 2. Edition, Raven Press, New York, 67 – 104

YAMADA, H. (1982):

Clinical and pathological studies on the etiological factors of bovine abomasal displacement and atony. I. Clinical cases. *Jpn. J. Vet. Sci.* 44, 39 – 50

YAMADA, H. (1982):

Clinical and pathological studies on the etiological factors of bovine abomasal displacement and atony. II. Experimental cases. *Jpn. J. Vet. Sci.* 44, 51 – 59

YOUSSEF, H. A., NELSON, D. R. u. KASSEM, M. M. (1991):

The electromyographic effects of tolazoline after xylazine treatment on the gut of goats. Assiut Vet. Med. 50, 160 – 168

## 8. ANHANG

Tab. 59: 20-Minuten-Messungen: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{x}_g$ ) und Streufaktor (SF) des Gesamtintegrals (GI) an den einzelnen Elektrodenlokalisationen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum), an den jeweiligen Messtagen (Tag 1 bis Tag 7 p. op.) zum jeweiligen Messzeitpunkt (Tageszeit: 08:30 Uhr; 14:30 Uhr; 20:30 Uhr; 02:30 Uhr)

GI in mVsec				
Elektrode	Tag	Tageszeit	$\bar{x}_g$	SF
1	1	08:30 Uhr	46,2	2,38
1	1	14:30 Uhr	14,9	4,84
1	1	20:30 Uhr	19,0	3,79
1	1	02:30 Uhr	19,5	5,35
1	3	08:30 Uhr	49,8	1,84
1	3	14:30 Uhr	27,2	3,46
1	3	20:30 Uhr	23,4	2,11
1	3	02:30 Uhr	20,2	4,23
1	5	08:30 Uhr	31,5	2,51
1	5	14:30 Uhr	16,5	3,57
1	5	20:30 Uhr	10,2	3,35
1	5	02:30 Uhr	20,4	4,23
1	7	08:30 Uhr	27,4	4,85
1	7	14:30 Uhr	27,9	2,71
1	7	20:30 Uhr	18,1	2,44
1	7	02:30 Uhr	30,9	2,84
2	1	08:30 Uhr	37,4	2,68
2	1	14:30 Uhr	13,3	4,45
2	1	20:30 Uhr	15,9	3,94
2	1	02:30 Uhr	17,5	5,17
2	3	08:30 Uhr	40,4	1,97
2	3	14:30 Uhr	21,9	3,38
2	3	20:30 Uhr	18,6	2,30
2	3	02:30 Uhr	16,7	3,91
2	5	08:30 Uhr	24,6	2,64
2	5	14:30 Uhr	13,0	3,71
2	5	20:30 Uhr	7,9	3,45
2	5	02:30 Uhr	17,0	4,32
2	7	08:30 Uhr	22,6	5,33
2	7	14:30 Uhr	22,7	2,81
2	7	20:30 Uhr	13,6	2,68
2	7	02:30 Uhr	24,5	3,18

Fortsetzung Tab. 59: 20-Minuten-Messungen: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) des Gesamtintegrals (GI) an den einzelnen Elektrodenlokalisationen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum), an den jeweiligen Messtagen (Tag 1 bis Tag 7 p. op.) zum jeweiligen Messzeitpunkt (Tageszeit: 08:30 Uhr; 14:30 Uhr; 20:30 Uhr; 02:30 Uhr)

GI in mVsec				
Elektrode	Tag	Tageszeit	$\bar{X}_g$	SF
3	1	08:30 Uhr	39,3	2,80
3	1	14:30 Uhr	13,9	4,33
3	1	20:30 Uhr	17,3	3,67
3	1	02:30 Uhr	20,2	4,48
3	3	08:30 Uhr	43,3	1,99
3	3	14:30 Uhr	26,6	2,34
3	3	20:30 Uhr	19,2	2,37
3	3	02:30 Uhr	17,3	4,06
3	5	08:30 Uhr	26,0	2,66
3	5	14:30 Uhr	14,9	3,09
3	5	20:30 Uhr	8,8	3,27
3	5	02:30 Uhr	19,8	3,56
3	7	08:30 Uhr	25,3	4,79
3	7	14:30 Uhr	23,8	2,61
3	7	20:30 Uhr	14,5	2,55
3	7	02:30 Uhr	27,1	3,18

ANHANG

Tab. 60: 20-Minuten-Messungen: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) der Gesamtamplitude (GA) an den einzelnen Elektrodenlokalisationen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum), an den jeweiligen Messtagen (Tag 1 bis Tag 7 p. op.) zum jeweiligen Messzeitpunkt (Tageszeit: 08:30 Uhr; 14:30 Uhr; 20:30 Uhr; 02:30 Uhr)

GA in mVsec				
Elektrode	Tag	Tageszeit	$\bar{X}_g$	SF
1	1	08:30 Uhr	269,8	5,11
1	1	14:30 Uhr	53,8	12,42
1	1	20:30 Uhr	62,1	9,13
1	1	02:30 Uhr	88,6	13,14
1	3	08:30 Uhr	339,9	2,79
1	3	14:30 Uhr	112,0	6,89
1	3	20:30 Uhr	107,9	3,83
1	3	02:30 Uhr	73,9	9,09
1	5	08:30 Uhr	147,7	4,44
1	5	14:30 Uhr	52,1	6,55
1	5	20:30 Uhr	31,0	6,76
1	5	02:30 Uhr	81,4	8,69
1	7	08:30 Uhr	128,3	13,09
1	7	14:30 Uhr	108,4	4,19
1	7	20:30 Uhr	61,4	3,64
1	7	02:30 Uhr	137,6	6,76
2	1	08:30 Uhr	228,6	5,68
2	1	14:30 Uhr	49,2	11,36
2	1	20:30 Uhr	56,4	8,50
2	1	02:30 Uhr	86,1	11,48
2	3	08:30 Uhr	280,0	2,80
2	3	14:30 Uhr	91,1	6,70
2	3	20:30 Uhr	88,7	4,22
2	3	02:30 Uhr	53,4	9,02
2	5	08:30 Uhr	116,2	4,49
2	5	14:30 Uhr	38,8	6,83
2	5	20:30 Uhr	26,9	6,38
2	5	02:30 Uhr	64,9	9,47
2	7	08:30 Uhr	114,7	4,49
2	7	14:30 Uhr	86,9	6,83
2	7	20:30 Uhr	42,7	6,38
2	7	02:30 Uhr	117,4	9,47

Fortsetzung Tab. 60: 20-Minuten-Messungen: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) der Gesamtintamplitude (GA) an den einzelnen Elektrodenlokalisationen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum), an den jeweiligen Messtagen (Tag 1 bis Tag 7 p. op.) zum jeweiligen Messzeitpunkt (Tageszeit: 08:30 Uhr; 14:30 Uhr; 20:30 Uhr; 02:30 Uhr)

GA in mVsec				
Elektrode	Tag	Tageszeit	$\bar{X}_g$	SF
3	1	08:30 Uhr	230,6	5,95
3	1	14:30 Uhr	58,5	9,56
3	1	20:30 Uhr	69,0	6,84
3	1	02:30 Uhr	109,1	8,75
3	3	08:30 Uhr	296,8	2,95
3	3	14:30 Uhr	118,9	3,53
3	3	20:30 Uhr	90,8	4,26
3	3	02:30 Uhr	65,7	7,52
3	5	08:30 Uhr	123,8	4,60
3	5	14:30 Uhr	50,6	4,62
3	5	20:30 Uhr	31,6	5,68
3	5	02:30 Uhr	80,1	7,38
3	7	08:30 Uhr	130,3	11,09
3	7	14:30 Uhr	94,7	4,03
3	7	20:30 Uhr	49,2	3,59
3	7	02:30 Uhr	128,2	7,20

ANHANG

Tab. 61: 24-Stunden-Messungen: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) des Gesamtintegrals (GI) an den einzelnen Elektrodenlokalisationen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum), an den jeweiligen Messtagen (Tag 1 bis 7 p. op.) zur Stunde 1 bis 24

GI in mVsec				
Elektrode	Tag	Stunde	$\bar{X}_g$	SF
1	1	1	4,2	1,72
1	1	2	4,8	2,28
1	1	3	5,5	2,80
1	1	4	5,7	2,63
1	1	5	5,1	2,48
1	1	6	5,9	2,60
1	1	7	5,4	2,49
1	1	8	6,9	3,01
1	1	9	6,0	2,29
1	1	10	7,4	2,74
1	1	11	7,8	3,55
1	1	12	7,0	4,29
1	1	13	4,1	1,98
1	1	14	4,4	2,41
1	1	15	4,7	2,91
1	1	16	4,4	2,41
1	1	17	4,3	2,24
1	1	18	4,8	2,54
1	1	19	4,9	2,60
1	1	20	4,2	1,96
1	1	21	4,8	1,91
1	1	22	5,9	3,29
1	1	23	5,9	2,00
1	1	24	6,2	2,32
1	3	1	5,8	2,53
1	3	2	5,2	2,23
1	3	3	4,9	2,89
1	3	4	6,4	3,02
1	3	5	7,5	2,63
1	3	6	6,7	2,73
1	3	7	5,8	1,98
1	3	8	10,3	3,38
1	3	9	8,3	3,50
1	3	10	10,2	3,53
1	3	11	8,7	3,49
1	3	12	6,5	2,76

Fortsetzung Tab. 61: 24-Stunden-Messungen: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) des Gesamtintegrals (GI) an den einzelnen Elektrodenlokalisationen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum), an den jeweiligen Messtagen (Tag 1 bis 7 p. op.) zur Stunde 1 bis 24

GI in mVsec				
Elektrode	Tag	Stunde	$\bar{X}_g$	SF
1	3	13	5,8	3,07
1	3	14	7,2	3,12
1	3	15	6,0	2,64
1	3	16	6,8	2,60
1	3	17	4,3	1,91
1	3	18	5,0	1,74
1	3	19	4,6	1,91
1	3	20	4,6	2,25
1	3	21	5,2	2,91
1	3	22	5,5	2,96
1	3	23	7,2	1,85
1	3	24	6,3	2,02
1	5	1	6,1	2,21
1	5	2	7,9	3,04
1	5	3	7,8	3,66
1	5	4	7,0	3,62
1	5	5	8,1	2,94
1	5	6	8,3	2,90
1	5	7	8,6	3,95
1	5	8	8,3	4,06
1	5	9	7,7	3,51
1	5	10	7,4	3,40
1	5	11	10,2	4,48
1	5	12	8,5	3,30
1	5	13	4,6	2,04
1	5	14	3,7	1,87
1	5	15	4,3	2,11
1	5	16	3,9	2,42
1	5	17	4,8	2,24
1	5	18	4,2	2,46
1	5	19	3,2	1,62
1	5	20	3,2	1,45
1	5	21	5,1	3,07
1	5	22	5,5	3,24
1	5	23	5,7	2,09
1	5	24	6,1	2,10

ANHANG

Fortsetzung Tab. 61: 24-Stunden-Messungen: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) des Gesamtintegrals (GI) an den einzelnen Elektrodenlokalisationen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum), an den jeweiligen Messtagen (Tag 1 bis 7 p. op.) zur Stunde 1 bis 24

GI in mVsec				
Elektrode	Tag	Stunde	$\bar{X}_g$	SF
1	7	1	5,6	2,34
1	7	2	5,7	2,42
1	7	3	7,4	3,01
1	7	4	5,8	2,23
1	7	5	5,2	1,67
1	7	6	5,8	2,01
1	7	7	7,9	2,67
1	7	8	6,0	2,13
1	7	9	7,2	4,19
1	7	10	7,6	3,99
1	7	11	8,9	3,34
1	7	12	8,0	3,54
1	7	13	4,9	2,28
1	7	14	4,2	2,14
1	7	15	4,3	2,31
1	7	16	4,9	2,15
1	7	17	3,9	2,01
1	7	18	4,0	2,10
1	7	29	3,6	1,82
1	7	20	5,4	2,57
1	7	21	4,6	2,39
1	7	22	4,4	2,37
1	7	23	8,9	2,56
1	7	24	4,9	1,87
2	1	1	5,1	1,78
2	1	2	5,5	2,06
2	1	3	5,5	2,36
2	1	4	5,9	2,31
2	1	5	5,0	1,85
2	1	6	5,2	2,01
2	1	7	5,6	2,20
2	1	8	7,0	2,63
2	1	9	5,5	2,03
2	1	10	6,3	2,50
2	1	11	7,4	3,20
2	1	12	6,5	3,86

Fortsetzung Tab. 61: 24-Stunden-Messungen: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) des Gesamtintegrals (GI) an den einzelnen Elektrodenlokalisationen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum), an den jeweiligen Messtagen (Tag 1 bis 7 p. op.) zur Stunde 1 bis 24

GI in mVsec				
Elektrode	Tag	Stunde	$\bar{X}_g$	SF
2	1	13	4,0	1,68
2	1	14	4,3	2,26
2	1	15	4,6	2,62
2	1	16	4,6	2,21
2	1	17	4,4	2,04
2	1	18	4,6	1,94
2	1	19	4,6	2,21
2	1	20	3,9	1,55
2	1	21	4,5	1,77
2	1	22	5,6	3,06
2	1	23	5,7	1,83
2	1	24	5,6	2,05
2	3	1	4,9	1,82
2	3	2	4,4	1,85
2	3	3	4,1	2,18
2	3	4	5,1	2,62
2	3	5	5,5	2,06
2	3	6	6,0	2,63
2	3	7	5,3	1,82
2	3	8	8,9	2,98
2	3	9	7,2	3,50
2	3	10	8,8	3,48
2	3	11	7,3	3,13
2	3	12	5,9	2,50
2	3	13	4,3	1,96
2	3	14	5,1	2,33
2	3	15	4,7	2,40
2	3	16	4,5	1,81
2	3	17	3,7	1,44
2	3	18	4,5	1,70
2	3	19	4,0	1,79
2	3	20	3,6	1,55
2	3	21	3,7	1,54
2	3	22	4,3	1,96
2	3	23	6,4	1,68
2	3	24	5,2	1,87

ANHANG

Fortsetzung Tab. 61: 24-Stunden-Messungen: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) des Gesamtintegrals (GI) an den einzelnen Elektrodenlokalisationen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum), an den jeweiligen Messtagen (Tag 1 bis 7 p. op.) zur Stunde 1 bis 24

GI in mVsec				
Elektrode	Tag	Stunde	$\bar{X}_g$	SF
2	5	1	5,1	2,02
2	5	2	6,1	2,74
2	5	3	7,1	3,49
2	5	4	5,9	3,51
2	5	5	6,3	2,71
2	5	6	6,7	2,79
2	5	7	7,6	3,88
2	5	8	6,5	3,59
2	5	9	5,8	2,41
2	5	10	6,5	2,90
2	5	11	8,4	4,19
2	5	12	6,2	2,48
2	5	13	4,1	1,80
2	5	14	3,5	1,62
2	5	15	3,9	1,92
2	5	16	3,4	1,59
2	5	17	4,2	1,67
2	5	18	3,6	1,64
2	5	19	3,3	1,55
2	5	20	3,5	1,63
2	5	21	4,8	2,83
2	5	22	5,5	3,02
2	5	23	5,4	1,88
2	5	24	5,9	2,07
2	7	1	5,4	1,99
2	7	2	5,2	2,13
2	7	3	7,4	2,67
2	7	4	5,8	1,97
2	7	5	5,4	1,73
2	7	6	5,4	1,95
2	7	7	7,3	2,26
2	7	8	5,8	2,02
2	7	9	7,3	3,98
2	7	10	7,9	3,70
2	7	11	8,0	3,23
2	7	12	7,8	3,37

Fortsetzung Tab. 61: 24-Stunden-Messungen: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) des Gesamtintegrals (GI) an den einzelnen Elektrodenlokalisationen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum), an den jeweiligen Messtagen (Tag 1 bis 7 p. op.) zur Stunde 1 bis 24

GI in mVsec				
Elektrode	Tag	Stunde	$\bar{X}_g$	SF
2	7	13	5,0	1,84
2	7	14	3,9	1,80
2	7	15	4,2	1,97
2	7	16	4,6	1,84
2	7	17	3,6	1,65
2	7	18	3,9	1,74
2	7	29	4,1	1,85
2	7	20	4,9	1,89
2	7	21	4,5	2,06
2	7	22	4,7	2,35
2	7	23	8,7	2,30
2	7	24	5,3	1,82
3	1	1	4,8	1,56
3	1	2	5,1	2,08
3	1	3	6,3	2,48
3	1	4	6,8	2,28
3	1	5	5,8	2,09
3	1	6	6,8	2,29
3	1	7	6,7	2,32
3	1	8	7,7	2,92
3	1	9	6,8	2,28
3	1	10	7,9	2,49
3	1	11	9,0	3,46
3	1	12	7,3	4,16
3	1	13	4,2	1,96
3	1	14	4,7	2,50
3	1	15	5,2	2,82
3	1	16	5,4	2,52
3	1	17	4,9	2,25
3	1	18	5,5	2,10
3	1	19	5,2	2,49
3	1	20	5,1	2,46
3	1	21	5,7	2,07
3	1	22	6,1	3,38
3	1	23	6,7	2,29
3	1	24	6,6	2,09

ANHANG

Fortsetzung Tab. 61: 24-Stunden-Messungen: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) des Gesamtintegrals (GI) an den einzelnen Elektrodenlokalisationen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum), an den jeweiligen Messtagen (Tag 1 bis 7 p. op.) zur Stunde 1 bis 24

GI in mVsec				
Elektrode	Tag	Stunde	$\bar{X}_g$	SF
3	3	1	6,6	2,24
3	3	2	5,4	1,94
3	3	3	5,0	2,32
3	3	4	6,2	2,77
3	3	5	6,5	2,25
3	3	6	7,5	2,76
3	3	7	6,9	2,44
3	3	8	11,1	4,00
3	3	9	9,5	4,52
3	3	10	10,7	4,51
3	3	11	9,3	3,80
3	3	12	8,3	3,30
3	3	13	6,0	2,86
3	3	14	6,6	3,28
3	3	15	6,4	3,28
3	3	16	6,1	2,87
3	3	17	5,1	2,72
3	3	18	6,7	2,61
3	3	19	5,6	2,71
3	3	20	4,9	3,03
3	3	21	5,3	2,87
3	3	22	5,9	3,08
3	3	23	8,4	2,04
3	3	24	7,2	2,28
3	5	1	7,2	2,63
3	5	2	7,8	3,51
3	5	3	9,1	4,31
3	5	4	7,6	4,47
3	5	5	8,2	3,16
3	5	6	8,3	3,55
3	5	7	10,6	4,11
3	5	8	8,6	4,23
3	5	9	7,6	3,17
3	5	10	8,7	3,41
3	5	11	11,0	4,93
3	5	12	7,4	3,03

Fortsetzung Tab. 61: 24-Stunden-Messungen: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) des Gesamtintegrals (GI) an den einzelnen Elektrodenlokalisationen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum), an den jeweiligen Messtagen (Tag 1 bis 7 p. op.) zur Stunde 1 bis 24

GI in mVsec				
Elektrode	Tag	Stunde	$\bar{X}_g$	SF
3	5	13	5,2	2,42
3	5	14	4,6	3,27
3	5	15	5,2	3,25
3	5	16	4,0	2,80
3	5	17	5,1	3,15
3	5	18	4,2	2,75
3	5	19	3,6	2,55
3	5	20	4,2	2,83
3	5	21	4,8	3,34
3	5	22	5,6	3,43
3	5	23	7,2	2,90
3	5	24	8,3	2,84
3	7	1	7,4	3,17
3	7	2	7,4	3,21
3	7	3	9,4	3,04
3	7	4	7,7	2,13
3	7	5	7,3	2,58
3	7	6	7,6	2,38
3	7	7	9,2	2,43
3	7	8	7,4	2,35
3	7	9	8,4	4,36
3	7	10	11,1	4,46
3	7	11	10,9	4,36
3	7	12	11,1	4,07
3	7	13	6,0	2,88
3	7	14	5,2	3,03
3	7	15	5,3	2,52
3	7	16	5,5	2,49
3	7	17	4,9	2,54
3	7	18	5,0	2,46
3	7	29	5,4	2,67
3	7	20	6,5	2,71
3	7	21	5,9	2,67
3	7	22	6,6	3,27
3	7	23	11,3	2,60
3	7	24	7,6	2,41

ANHANG

Tab. 62: 24-Stunden-Messungen: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) der Gesamtamplitude (GA) an den einzelnen Elektrodenlokalisationen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum), an den jeweiligen Messtagen (Tag 1 bis 7 p. op.) zur Stunde 1 bis 24

GA in mVsec				
Elektrode	Tag	Stunde	$\bar{X}_g$	SF
1	1	1	5,6	1,72
1	1	2	7,1	2,28
1	1	3	9,2	2,80
1	1	4	9,9	2,63
1	1	5	7,5	2,48
1	1	6	9,7	2,60
1	1	7	8,3	2,49
1	1	8	12,0	3,01
1	1	9	10,0	2,29
1	1	10	13,1	2,74
1	1	11	16,8	3,55
1	1	12	11,3	4,29
1	1	13	6,3	1,98
1	1	14	6,1	2,41
1	1	15	8,1	2,91
1	1	16	7,4	2,41
1	1	17	6,0	2,24
1	1	18	6,9	2,54
1	1	19	6,8	2,60
1	1	20	6,2	1,96
1	1	21	8,6	1,91
1	1	22	9,5	3,29
1	1	23	10,6	2,00
1	1	24	13,1	2,32
1	3	1	8,2	2,53
1	3	2	7,9	2,23
1	3	3	7,0	2,89
1	3	4	10,0	3,02
1	3	5	13,3	2,63
1	3	6	11,5	2,73
1	3	7	9,7	1,98
1	3	8	24,3	3,38
1	3	9	16,4	3,50
1	3	10	24,6	3,53
1	3	11	16,9	3,49
1	3	12	13,8	2,76

Fortsetzung Tab. 62: 24-Stunden-Messungen: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) der Gesamtamplitude (GA) an den einzelnen Elektrodenlokalisationen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum), an den jeweiligen Messtagen (Tag 1 bis 7 p. op.) zur Stunde 1 bis 24

GA in mVsec				
Elektrode	Tag	Stunde	$\bar{X}_g$	SF
1	3	13	9,2	3,07
1	3	14	13,7	3,12
1	3	15	10,1	2,64
1	3	16	12,1	2,60
1	3	17	6,3	1,91
1	3	18	9,4	1,74
1	3	19	8,3	1,91
1	3	20	6,7	2,25
1	3	21	7,7	2,91
1	3	22	8,6	2,96
1	3	23	12,9	1,85
1	3	24	10,6	2,02
1	5	1	10,2	2,21
1	5	2	13,7	3,04
1	5	3	18,6	3,66
1	5	4	12,8	3,62
1	5	5	19,5	2,94
1	5	6	20,1	2,90
1	5	7	19,7	3,95
1	5	8	17,2	4,06
1	5	9	14,3	3,51
1	5	10	13,5	3,40
1	5	11	23,9	4,48
1	5	12	17,9	3,30
1	5	13	7,9	2,04
1	5	14	5,9	1,87
1	5	15	7,2	2,11
1	5	16	5,1	2,42
1	5	17	8,2	2,24
1	5	18	7,3	2,46
1	5	19	4,3	1,62
1	5	20	4,3	1,45
1	5	21	8,7	3,07
1	5	22	7,7	3,24
1	5	23	10,3	2,09
1	5	24	12,0	2,10

ANHANG

Fortsetzung Tab. 62: 24-Stunden-Messungen: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) der Gesamtamplitude (GA) an den einzelnen Elektrodenlokalisationen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum), an den jeweiligen Messtagen (Tag 1 bis 7 p. op.) zur Stunde 1 bis 24

GA in mVsec				
Elektrode	Tag	Stunde	$\bar{X}_g$	SF
1	7	1	9,2	2,34
1	7	2	9,5	2,42
1	7	3	15,5	3,01
1	7	4	9,9	2,23
1	7	5	8,4	1,67
1	7	6	9,6	2,01
1	7	7	13,9	2,67
1	7	8	8,8	2,13
1	7	9	14,6	4,19
1	7	10	15,1	3,99
1	7	11	21,1	3,34
1	7	12	15,6	3,54
1	7	13	7,7	2,28
1	7	14	6,1	2,14
1	7	15	6,7	2,31
1	7	16	8,8	2,15
1	7	17	5,9	2,01
1	7	18	5,6	2,10
1	7	29	4,9	1,82
1	7	20	7,6	2,57
1	7	21	5,8	2,39
1	7	22	6,4	2,37
1	7	23	17,9	2,56
1	7	24	8,0	1,87
2	1	1	7,5	1,78
2	1	2	8,9	2,06
2	1	3	9,9	2,36
2	1	4	9,9	2,31
2	1	5	7,2	1,85
2	1	6	8,7	2,01
2	1	7	9,2	2,20
2	1	8	11,7	2,63
2	1	9	9,1	2,03
2	1	10	10,8	2,50
2	1	11	16,0	3,20
2	1	12	10,4	3,86

Fortsetzung Tab. 62: 24-Stunden-Messungen: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) der Gesamtamplitude (GA) an den einzelnen Elektrodenlokalisationen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum), an den jeweiligen Messtagen (Tag 1 bis 7 p. op.) zur Stunde 1 bis 24

GA in mVsec				
Elektrode	Tag	Stunde	$\bar{X}_g$	SF
2	1	13	5,6	1,68
2	1	14	5,6	2,26
2	1	15	7,0	2,62
2	1	16	7,1	2,21
2	1	17	5,9	2,04
2	1	18	6,1	1,94
2	1	19	6,1	2,21
2	1	20	5,7	1,55
2	1	21	7,4	1,77
2	1	22	7,9	3,06
2	1	23	9,2	1,83
2	1	24	9,4	2,05
2	3	1	6,1	1,82
2	3	2	5,5	1,85
2	3	3	4,8	2,18
2	3	4	6,9	2,62
2	3	5	9,1	2,06
2	3	6	9,0	2,63
2	3	7	7,8	1,82
2	3	8	20,5	2,98
2	3	9	12,5	3,50
2	3	10	18,8	3,48
2	3	11	12,1	3,13
2	3	12	10,5	2,50
2	3	13	6,5	1,96
2	3	14	8,9	2,33
2	3	15	6,8	2,40
2	3	16	6,2	1,81
2	3	17	4,7	1,44
2	3	18	6,7	1,70
2	3	19	6,6	1,79
2	3	20	4,5	1,55
2	3	21	4,8	1,54
2	3	22	6,0	1,96
2	3	23	10,3	1,68
2	3	24	7,3	1,87

ANHANG

Fortsetzung Tab. 62: 24-Stunden-Messungen: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) der Gesamtamplitude (GA) an den einzelnen Elektrodenlokalisationen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum), an den jeweiligen Messtagen (Tag 1 bis 7 p. op.) zur Stunde 1 bis 24

GA in mVsec				
Elektrode	Tag	Stunde	$\bar{X}_g$	SF
2	5	1	6,7	2,02
2	5	2	9,6	2,74
2	5	3	15,1	3,49
2	5	4	9,5	3,51
2	5	5	13,1	2,71
2	5	6	13,7	2,79
2	5	7	15,5	3,88
2	5	8	13,4	3,59
2	5	9	10,9	2,41
2	5	10	11,9	2,90
2	5	11	20,6	4,19
2	5	12	12,8	2,48
2	5	13	5,4	1,80
2	5	14	4,3	1,62
2	5	15	5,2	1,92
2	5	16	3,8	1,59
2	5	17	6,4	1,67
2	5	18	4,2	1,64
2	5	19	3,7	1,55
2	5	20	3,8	1,63
2	5	21	6,7	2,83
2	5	22	6,9	3,02
2	5	23	8,0	1,88
2	5	24	10,6	2,07
2	7	1	7,2	1,99
2	7	2	8,6	2,13
2	7	3	15,1	2,67
2	7	4	9,6	1,97
2	7	5	8,1	1,73
2	7	6	8,6	1,95
2	7	7	12,5	2,26
2	7	8	8,8	2,02
2	7	9	14,0	3,98
2	7	10	15,5	3,70
2	7	11	17,0	3,23
2	7	12	16,3	3,37

Fortsetzung Tab. 62: 24-Stunden-Messungen: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) der Gesamtamplitude (GA) an den einzelnen Elektrodenlokalisationen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum), an den jeweiligen Messtagen (Tag 1 bis 7 p. op.) zur Stunde 1 bis 24

GA in mVsec				
Elektrode	Tag	Stunde	$\bar{X}_g$	SF
2	7	13	7,3	1,84
2	7	14	5,1	1,80
2	7	15	5,7	1,97
2	7	16	7,4	1,84
2	7	17	4,3	1,65
2	7	18	5,0	1,74
2	7	29	5,0	1,85
2	7	20	6,5	1,89
2	7	21	5,3	2,06
2	7	22	6,1	2,35
2	7	23	15,7	2,30
2	7	24	7,9	1,82
3	1	1	9,6	1,56
3	1	2	10,1	2,08
3	1	3	14,6	2,48
3	1	4	15,8	2,28
3	1	5	12,3	2,09
3	1	6	16,5	2,29
3	1	7	15,1	2,32
3	1	8	17,4	2,92
3	1	9	16,1	2,28
3	1	10	20,1	2,49
3	1	11	26,3	3,46
3	1	12	17,5	4,16
3	1	13	8,3	1,96
3	1	14	8,5	2,50
3	1	15	11,5	2,82
3	1	16	12,2	2,52
3	1	17	9,6	2,25
3	1	18	11,2	2,10
3	1	19	9,7	2,49
3	1	20	11,4	2,46
3	1	21	14,8	2,07
3	1	22	12,2	3,38
3	1	23	16,1	2,29
3	1	24	15,2	2,09

ANHANG

Fortsetzung Tab. 62: 24-Stunden-Messungen: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) der Gesamtamplitude (GA) an den einzelnen Elektrodenlokalisationen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum), an den jeweiligen Messtagen (Tag 1 bis 7 p. op.) zur Stunde 1 bis 24

GA in mVsec				
Elektrode	Tag	Stunde	$\bar{X}_g$	SF
3	3	1	14,1	2,24
3	3	2	10,1	1,94
3	3	3	9,3	2,32
3	3	4	11,9	2,77
3	3	5	14,5	2,25
3	3	6	15,6	2,76
3	3	7	14,5	2,44
3	3	8	30,5	4,00
3	3	9	23,2	4,52
3	3	10	26,8	4,51
3	3	11	20,8	3,80
3	3	12	21,2	3,30
3	3	13	12,1	2,86
3	3	14	15,0	3,28
3	3	15	13,1	3,28
3	3	16	11,2	2,87
3	3	17	9,3	2,72
3	3	18	14,6	2,61
3	3	19	11,8	2,71
3	3	20	8,7	3,03
3	3	21	10,7	2,87
3	3	22	11,0	3,08
3	3	23	17,4	2,04
3	3	24	14,9	2,28
3	5	1	13,6	2,63
3	5	2	14,1	3,51
3	5	3	22,6	4,31
3	5	4	16,6	4,47
3	5	5	20,6	3,16
3	5	6	20,3	3,55
3	5	7	30,0	4,11
3	5	8	22,6	4,23
3	5	9	16,8	3,17
3	5	10	20,5	3,41
3	5	11	35,3	4,93
3	5	12	17,6	3,03

Fortsetzung Tab. 62: 24-Stunden-Messungen: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) der Gesamtamplitude (GA) an den einzelnen Elektrodenlokalisationen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum), an den jeweiligen Messtagen (Tag 1 bis 7 p. op.) zur Stunde 1 bis 24

GA in mVsec				
Elektrode	Tag	Stunde	$\bar{X}_g$	SF
3	5	13	10,0	2,42
3	5	14	8,9	3,27
3	5	15	10,3	3,25
3	5	16	6,7	2,80
3	5	17	9,6	3,15
3	5	18	7,0	2,75
3	5	19	5,7	2,55
3	5	20	6,7	2,83
3	5	21	8,1	3,34
3	5	22	9,8	3,43
3	5	23	14,7	2,90
3	5	24	20,1	2,84
3	7	1	17,0	3,17
3	7	2	17,5	3,21
3	7	3	24,5	3,04
3	7	4	17,1	2,13
3	7	5	14,5	2,58
3	7	6	16,6	2,38
3	7	7	21,3	2,43
3	7	8	14,8	2,35
3	7	9	19,0	4,36
3	7	10	28,8	4,46
3	7	11	30,4	4,36
3	7	12	28,1	4,07
3	7	13	12,4	2,88
3	7	14	10,3	3,03
3	7	15	10,9	2,52
3	7	16	12,3	2,49
3	7	17	10,4	2,54
3	7	18	9,2	2,46
3	7	19	9,5	2,67
3	7	20	12,7	2,71
3	7	21	9,9	2,67
3	7	22	12,1	3,27
3	7	23	26,2	2,60
3	7	24	16,9	2,41

ANHANG

Tab. 63: Tageswerte der 20-Minuten-Messungen: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) des Gesamtintegrals (GI) an den jeweiligen Elektrodenlokalisationen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum) an den einzelnen Messtagen (Tag 1 bis 7 p. op.)

GI in mVsec			
Elektrode	Tag	$\bar{X}_g$	SF
1	1	145,5	1,83
1	3	143,7	1,75
1	5	104,7	2,05
1	7	141,3	1,87
2	1	125,0	1,92
2	3	117,1	1,82
2	5	84,0	2,18
2	7	117,9	1,99
3	1	131,8	1,93
3	3	124,2	1,83
3	5	89,6	2,14
3	7	124,5	1,99

Tab. 64: Tageswerte der 20-Minuten-Messungen: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) der Gesamtamplitude (GA) an den jeweiligen Elektrodenlokalisationen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum) an den einzelnen Messtagen (Tag 1 bis 7 p. op.)

GA in mVsec			
Elektrode	Tag	$\bar{X}_g$	SF
1	1	1027,1	2,53
1	3	888,4	2,49
1	5	517,8	3,33
1	7	852,5	2,91
2	1	899,1	2,62
2	3	742,0	2,51
2	5	401,4	3,67
2	7	735,0	3,05
3	1	930,4	2,68
3	3	762,2	2,63
3	5	432,2	3,60
3	7	765,0	3,13

Tab. 65: Tageswerte der 24-Stunden-Messungen: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) des Gesamtintegrals (GI) an den jeweiligen Elektrodenlokalisationen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum) an den einzelnen Messtagen (Tag 1 bis 7 p. op.)

GI in mVsec			
Elektrode	Tag	$\bar{X}_g$	SF
1	1	180,8	2,26
1	3	210,0	2,32
1	5	216,5	2,72
1	7	199,1	2,19
2	1	175,4	1,94
2	3	163,5	2,03
2	5	184,0	2,43
2	7	182,2	2,09
3	1	199,7	2,07
3	3	213,6	2,65
3	5	224,0	3,09
3	7	244,3	2,57

Tab. 66: Tageswerte der 24-Stunden-Messungen: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) der Gesamtamplitude (GA) an den jeweiligen Elektrodenlokalisationen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum) an den einzelnen Messtagen (Tag 1 bis 7 p. op.)

GA in mVsec			
Elektrode	Tag	$\bar{X}_g$	SF
1	1	453,1	3,90
1	3	508,9	3,93
1	5	641,1	5,38
1	7	515,5	3,84
2	1	445,5	3,63
2	3	364,2	3,75
2	5	523,7	5,21
2	7	456,2	3,57
3	1	643,4	3,39
3	3	612,6	4,49
3	5	731,5	5,76
3	7	742,3	4,08

ANHANG

Tab. 67: Kontrollgruppe: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) des Gesamtintegrals (GI) an den einzelnen Elektrodenlokalisationen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum) in den Stunden 1 bis 24

GI in mVsec			
Elektrode	Stunde	$\bar{X}_g$	SF
1	1	23,5	1,95
1	2	23,0	2,42
1	3	25,1	2,61
1	4	24,9	2,55
1	5	35,2	3,72
1	6	33,0	3,08
1	7	37,0	3,59
1	8	33,4	2,84
1	9	27,3	1,96
1	10	34,5	2,16
1	11	34,6	2,86
1	12	26,8	2,47
1	13	22,5	2,46
1	14	16,7	1,87
1	15	24,9	3,70
1	16	27,9	3,85
1	17	28,0	4,62
1	18	27,0	4,07
1	19	31,8	3,73
1	20	27,4	3,97
1	21	27,8	4,54
1	22	29,4	3,35
1	23	21,7	2,11
1	24	21,6	2,09
2	1	10,5	2,62
2	2	13,9	2,19
2	3	16,4	1,82
2	4	14,0	1,86
2	5	22,3	3,07
2	6	26,8	4,05
2	7	25,5	3,03
2	8	14,7	2,43
2	9	16,5	2,28
2	10	18,3	2,34
2	11	16,6	2,26
2	12	14,5	2,02

Fortsetzung Tab. 67: Kontrollgruppe: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) des Gesamtintegrals (GI) an den einzelnen Elektrodenlokalisationen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum) in den Stunden 1 bis 24

GI in mVsec			
Elektrode	Stunde	$\bar{X}_g$	SF
2	13	11,9	2,51
2	14	11,9	1,90
2	15	12,6	2,59
2	16	12,0	2,69
2	17	11,3	2,66
2	18	10,4	2,66
2	19	10,9	2,86
2	20	11,3	2,52
2	21	10,9	2,86
2	22	12,3	2,65
2	23	9,6	2,53
2	24	9,7	2,34
3	1	17,1	1,87
3	2	19,3	1,60
3	3	21,0	1,63
3	4	18,1	1,48
3	5	29,8	2,93
3	6	32,0	2,48
3	7	38,6	3,22
3	8	28,6	2,86
3	9	24,0	1,74
3	10	29,3	1,89
3	11	28,5	2,60
3	12	22,2	2,16
3	13	18,7	2,00
3	14	14,6	1,51
3	15	25,0	3,01
3	16	24,2	3,58
3	17	23,8	4,30
3	18	22,8	4,12
3	19	23,3	4,13
3	20	23,4	3,62
3	21	22,5	4,41
3	22	23,7	3,40
3	23	15,9	1,79
3	24	16,1	1,86

ANHANG

Tab. 68: Kontrollgruppe: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) der Gesamtamplitude (GA) an den einzelnen Elektrodenlokalisationen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum) in den Stunden 1 bis 24

GA in mVsec			
Elektrode	Stunde	$\bar{X}_g$	SF
1	1	84,6	2,66
1	2	76,5	3,39
1	3	78,0	3,79
1	4	84,7	3,44
1	5	132,2	7,00
1	6	138,1	5,20
1	7	155,5	6,70
1	8	124,3	5,34
1	9	80,9	2,48
1	10	125,2	3,03
1	11	131,3	5,33
1	12	98,8	3,40
1	13	79,1	3,81
1	14	47,9	2,19
1	15	92,6	6,85
1	16	106,0	6,83
1	17	102,8	9,22
1	18	94,6	8,56
1	19	121,9	6,94
1	20	91,6	7,82
1	21	94,5	9,81
1	22	96,6	6,08
1	23	61,5	2,70
1	24	64,4	2,85
2	1	36,6	4,65
2	2	38,5	3,67
2	3	43,6	3,33
2	4	36,1	3,14
2	5	63,1	8,40
2	6	73,1	7,32
2	7	95,4	7,92
2	8	53,4	8,72
2	9	41,1	3,72
2	10	57,4	4,89
2	11	62,6	7,51
2	12	47,5	4,56

Fortsetzung Tab. 68: Kontrollgruppe: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{x}_g$ ) und Streufaktor (SF) der Gesamtamplitude (GA) an den einzelnen Elektrodenlokalisationen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum) in den Stunden 1 bis 24

GA in mVsec			
Elektrode	Stunde	$\bar{x}_g$	SF
2	13	34,0	6,28
2	14	27,8	2,17
2	15	51,2	9,01
2	16	44,9	11,05
2	17	49,4	12,23
2	18	42,7	13,10
2	19	44,8	13,23
2	20	41,0	11,53
2	21	43,1	14,87
2	22	44,1	9,40
2	23	27,6	4,03
2	24	28,1	4,48
3	1	56,8	2,97
3	2	53,4	2,10
3	3	60,3	2,31
3	4	53,4	1,89
3	5	106,3	5,82
3	6	127,7	4,64
3	7	158,9	6,21
3	8	103,2	5,06
3	9	70,2	1,80
3	10	100,4	2,32
3	11	105,7	4,54
3	12	74,9	3,13
3	13	65,8	3,23
3	14	41,6	1,58
3	15	92,4	5,59
3	16	82,7	6,85
3	17	74,2	9,58
3	18	78,0	8,69
3	19	78,0	8,41
3	20	75,3	7,07
3	21	72,2	10,03
3	22	73,0	6,54
3	23	41,0	2,08
3	24	45,2	2,77

ANHANG

Tab. 69: Kontrollgruppe (Tagesaktivität): Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) des Gesamtintegrals (GI) an den einzelnen Elektrodenlokalisationen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum)

GI in mVsec		
Elektrode	$\bar{X}_g$	SF
1	870,5	2,83
2	493,2	2,33
3	744,7	2,72

Tab. 70: Einzeltiere: Gesamtintegrale (Summe = Elektrode 1 (Corpus abomasi) + Elektrode 2 (Pars pylorica abomasi) + Elektrode 3 (Duodenum)) an den einzelnen Messtagen (Tag 1, 3, 5 und 7 p. op.) bei den einzelnen Tieren (Tier-Nr 1 – 15) aus der 24-Stunden-Messgruppe. Zum Vergleich: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) des Gesamtintegrals (Summe von Elektrode 1 + 2 + 3) der Kontrolltiere (Kontrolle)

Summe von: Elektrode1 + Elektrode 2 + Elektrode 3				
GI in mVsec				
Tier-Nr	Tag 1	Tag 3	Tag 5	Tag 7
1	647,8	1110,0	1277,6	2153,1
2	1096,1	1388,7	2274,6	616,6
3	1391,0	641,8	2609,1	1773,5
4	344,6	523,0	212,1	333,3
5	624,7	459,6	503,1	290,3
6	1458,9	1424,8	2256,8	1374,2
7	239,3	233,0	274,0	244,5
8	298,0	391,1	624,3	1264,7
9	1049,6	276,9	352,9	346,8
10	1536,0	2803,3	3982,7	2934,4
11	315,8	489,8	386,2	443,6
12	176,3	236,1	229,7	730,5
13	401,4	2064,0	366,4	308,9
14	642,1	388,2	374,3	606,1
15	380,8	369,0	237,0	315,6
	$\bar{X}_g$	SF	$\bar{X}_g \times SF$	$\bar{X}_g / SF$
Kontrolle	2445,2	2,45	5995,0	997,3

Tab. 71: Kontrollgruppe (Tagesaktivität): Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) der Gesamtamplitude (GA) an den einzelnen Elektrodenlokalisationen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum)

GA in mVsec		
Elektrode	$\bar{X}_g$	SF
1	3894,4	4,66
2	2140,2	6,03
3	3122,3	4,75

Tab. 72: Einzeltiere: Gesamtamplituden (Summe = Elektrode 1 (Corpus abomasi) + Elektrode 2 (Pars pylorica abomasi) + Elektrode 3 (Duodenum)) an den einzelnen Messtagen (Tag 1, 3, 5 und 7 p. op.) bei den einzelnen Tieren (Tier-Nr 1 – 15) aus der 24-Stunden-Messgruppe. Zum Vergleich: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) der Gesamtamplitude (Summe von Elektrode 1 + 2 + 3) der Kontrolltiere (Kontrolle)

Summe von: Elektrode1 + Elektrode 2 + Elektrode 3				
GA in mVsec				
Tier-Nr	Tag 1	Tag 3	Tag 5	Tag 7
1	2076,3	3548,0	11464,5	18722,0
2	2848,5	11362,3	24450,6	1482,8
3	7852,7	1821,3	16926,7	10785,2
4	619,1	1579,5	236,6	670,9
5	2340,3	791,6	1006,4	611,8
6	12083,1	8288,6	17152,9	5693,0
7	398,5	342,7	569,6	370,5
8	730,4	1382,6	3541,4	8947,0
9	4066,2	362,8	790,8	648,3
10	9839,1	5977,0	16059,9	10595,3
11	572,5	757,3	690,9	999,1
12	234,6	394,0	420,0	1391,6
13	1175,0	15348,7	1018,4	807,2
14	742,8	551,1	452,8	888,5
15	1616,1	1307,2	483,5	789,0
	$\bar{X}_g$	SF	$\bar{X}_g \times SF$	$\bar{X}_g / SF$
Kontrolle	10838,0	4,43	47976,9	2448,3

ANHANG

Tab. 73: Gesamtintegral nach Neostigmingabe und Vergleichswerte am 7. Tag p. op.: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) des Gesamtintegrals (GI) an den einzelnen Elektrodenstellen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum) innerhalb der ersten sechs Stunden nach Neostigmingabe (Stunde 1 bis 6) und an den entsprechenden Zeiten am 7. Tag p. op.

		GI in mVsec			
		Neostigmin (n = 9)		7. Tag p. op. (n = 9)	
Elektrode	Stunde	$\bar{X}_g$	SF	$\bar{X}_g$	SF
1	1	4,7	2,09	3,9	1,79
1	2	5,6	1,68	4,6	1,99
1	3	6,9	3,17	5,4	2,33
1	4	4,3	1,95	4,9	2,15
1	5	3,7	1,43	5,2	1,83
1	6	4,4	1,83	4,9	1,83
2	1	4,1	1,40	4,1	1,57
2	2	5,4	1,48	4,0	1,37
2	3	5,2	1,93	5,4	1,94
2	4	4,4	1,50	5,3	2,03
2	5	4,4	1,47	5,5	1,77
2	6	5,3	1,66	4,5	1,56
3	1	6,0	3,05	7,3	3,97
3	2	6,3	2,16	7,5	3,68
3	3	6,5	2,59	7,9	3,01
3	4	6,2	2,76	8,3	2,50
3	5	6,7	3,19	8,7	3,26
3	6	9,2	2,98	7,2	2,72

Tab. 74: Gesamtamplitude nach Neostigmingabe und Vergleichswerte am 7. Tag p. op.: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) der Gesamtamplitude (GI) an den einzelnen Elektrodenstellen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum) innerhalb der ersten sechs Stunden nach Neostigmingabe (Stunde 1 bis 6) und an den entsprechenden Zeiten am 7. Tag p. op.

		GA in mVsec			
		Neostigmin (n = 9)		7. Tag p. op. (n = 9)	
Elektrode	Stunde	$\bar{X}_g$	SF	$\bar{X}_g$	SF
1	1	7,1	3,28	5,6	2,26
1	2	9,7	2,42	6,6	2,58
1	3	12,2	4,04	7,9	2,97
1	4	5,8	2,76	7,1	3,00
1	5	5,1	2,19	7,9	1,91
1	6	6,4	2,50	7,0	2,76
2	1	4,7	1,62	4,4	1,69
2	2	7,7	1,88	5,5	1,97
2	3	6,6	1,84	7,7	1,99
2	4	5,3	1,98	7,0	2,66
2	5	6,2	2,14	7,9	1,91
2	6	6,9	2,24	6,0	2,05
3	1	11,8	4,49	17,2	5,91
3	2	11,2	2,66	17,7	5,78
3	3	12,0	3,14	17,1	3,76
3	4	11,6	4,41	17,5	2,83
3	5	15,2	4,72	17,8	3,89
3	6	21,9	3,30	15,1	3,83

ANHANG

Tab. 75: Gesamtintegral nach Erythromyngabe und Vergleichswerte am 7. Tag p. op.: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) des Gesamtintegrals (GI) an den einzelnen Elektrodenstellen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum) innerhalb der ersten 12 Stunden nach Erythromyngabe (Stunde 1 bis 12) und an den entsprechenden Zeiten am 7. Tag p. op.

Elektrode	Stunde	GI in mVsec			
		Erythromycin (n = 7)		7. Tag p. op. (n = 7)	
		$\bar{X}_g$	SF	$\bar{X}_g$	SF
1	1	6,0	1,75	8,0	2,26
1	2	6,7	2,04	4,9	1,66
1	3	8,2	2,61	5,4	1,94
1	4	8,1	3,14	6,1	2,07
1	5	6,2	2,66	5,0	1,66
1	6	3,5	1,26	4,1	2,45
1	7	4,4	1,69	2,8	1,20
1	8	4,6	2,53	4,6	2,51
1	9	4,6	2,68	4,0	1,81
1	10	3,8	1,90	3,4	1,54
1	11	3,9	2,17	4,7	2,31
1	12	4,1	1,70	3,8	1,98
2	1	6,8	1,89	6,9	2,10
2	2	6,8	1,88	5,0	1,50
2	3	7,3	2,36	5,7	1,74
2	4	6,0	1,87	5,1	1,67
2	5	5,6	1,31	5,1	1,52
2	6	4,2	1,36	3,7	1,30
2	7	4,3	1,40	3,0	1,21
2	8	3,8	1,29	3,9	1,64
2	9	3,8	1,54	4,0	1,40
2	10	3,5	1,40	3,2	1,19
2	11	3,4	1,33	3,8	1,43
2	12	3,9	1,37	4,0	1,97
3	1	14,0	2,71	12,3	2,27
3	2	11,9	2,93	6,9	2,41
3	3	16,0	2,83	11,8	3,33
3	4	11,6	2,94	10,6	4,08
3	5	9,4	2,60	10,0	3,65
3	6	7,6	3,07	6,0	4,00
3	7	7,8	2,74	5,5	4,26
3	8	6,7	3,49	6,8	2,83
3	9	7,3	3,85	6,5	2,61
3	10	5,6	3,60	5,5	3,26
3	11	5,4	2,98	6,8	2,74
3	12	6,7	2,69	8,0	3,38

Tab. 76: Gesamtamplitude nach Erythromyngabe und Vergleichswerte am 7. Tag p. op.: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) der Gesamtamplitude (GA) an den einzelnen Elektrodenstellen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum) innerhalb der ersten 12 Stunden nach Erythromyngabe (Stunde 1 bis 12) und an den entsprechenden Zeiten am 7. Tag p. op.

Elektrode	Stunde	GA in mVsec			
		Erythromycin (n = 7)		7. Tag p. op. (n = 7)	
		$\bar{X}_g$	SF	$\bar{X}_g$	SF
1	1	9,9	2,42	11,9	3,23
1	2	14,3	3,17	8,4	2,40
1	3	23,4	4,35	9,0	3,07
1	4	19,5	4,73	12,8	3,19
1	5	10,4	3,42	7,8	2,18
1	6	4,9	1,59	5,6	3,56
1	7	7,2	2,65	3,4	1,59
1	8	6,8	3,15	7,5	4,08
1	9	8,2	3,36	6,6	3,18
1	10	5,8	3,16	4,8	2,65
1	11	6,3	3,19	7,4	3,53
1	12	6,0	1,97	5,3	2,42
2	1	10,2	2,57	11,1	3,46
2	2	12,3	2,86	7,6	2,21
2	3	16,4	4,26	8,7	2,82
2	4	11,5	3,72	8,7	2,56
2	5	10,3	1,57	8,0	2,19
2	6	5,0	1,84	4,8	1,81
2	7	7,3	2,28	3,3	1,45
2	8	5,5	1,92	5,1	2,61
2	9	5,1	2,29	6,3	2,22
2	10	4,6	2,04	3,5	1,34
2	11	5,0	2,14	5,5	2,30
2	12	5,9	1,97	4,8	2,44
3	1	37,4	2,98	29,9	2,56
3	2	37,3	3,36	15,7	3,58
3	3	56,3	3,07	31,8	4,64
3	4	40,2	3,01	31,6	6,03
3	5	25,2	2,54	24,4	5,78
3	6	16,5	4,21	13,4	6,52
3	7	18,8	2,54	11,3	6,07
3	8	15,9	4,02	16,6	3,76
3	9	19,1	5,11	16,4	3,01
3	10	10,9	4,75	13,1	3,83
3	11	10,6	3,32	15,8	3,37
3	12	12,3	2,65	17,2	3,83

ANHANG

Tab. 77: Gesamtintegral nach Carazololgabe und Vergleichswerte am 7. Tag p. op.: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) des Gesamtintegrals (GI) an den einzelnen Elektrodenstellen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum) innerhalb der ersten 12 Stunden nach Carazololgabe (Stunde 1 bis 12) und an den entsprechenden Zeiten am 7. Tag p. op.

Elektrode	Stunde	GI in mVsec			
		Carazolol (n = 7)		7. Tag p. op. (n = 7)	
		$\bar{X}_g$	SF	$\bar{X}_g$	SF
1	1	4,5	2,22	4,2	1,92
1	2	4,1	2,22	4,4	2,12
1	3	4,7	1,91	6,2	2,48
1	4	3,4	1,53	5,5	2,29
1	5	4,5	1,71	5,4	1,97
1	6	3,7	1,66	5,5	1,87
1	7	5,7	1,83	6,2	2,41
1	8	4,9	1,74	8,0	2,26
1	9	6,4	3,23	4,9	1,66
1	10	9,5	2,92	5,4	1,94
1	11	8,3	3,42	6,1	2,07
1	12	6,6	2,95	5,0	1,66
2	1	5,6	2,06	4,2	1,67
2	2	3,9	1,37	3,5	1,15
2	3	4,4	1,58	6,0	2,08
2	4	3,8	1,39	5,7	2,21
2	5	4,2	1,50	5,8	1,92
2	6	4,9	1,93	4,7	1,59
2	7	6,0	1,56	5,8	1,70
2	8	5,3	1,61	6,9	2,10
2	9	4,9	1,92	5,0	1,50
2	10	7,3	1,65	5,7	1,74
2	11	6,0	2,27	5,1	1,67
2	12	4,7	1,73	5,1	1,52
3	1	8,2	3,47	8,8	4,36
3	2	6,0	3,56	7,3	4,48
3	3	7,0	3,38	9,7	3,12
3	4	6,3	3,69	10,2	2,52
3	5	6,8	3,02	10,9	3,54
3	6	7,1	3,62	8,8	2,75
3	7	10,5	3,26	9,2	2,32
3	8	8,4	3,45	12,3	2,27
3	9	7,3	3,39	6,9	2,41
3	10	10,0	2,94	11,8	3,33
3	11	9,9	3,25	10,6	4,08
3	12	7,5	3,07	10,0	3,65

Tab. 78: Gesamtamplitude nach Carazololgabe und Vergleichswerte am 7. Tag p. op.: Geometrischer Mittelwert ( $\bar{X}_g$ ) und Streufaktor (SF) der Gesamtamplitude (GA) an den einzelnen Elektrodenstellen (Elektrode 1 = Corpus abomasi; Elektrode 2 = Pars pylorica abomasi; Elektrode 3 = Duodenum) innerhalb der ersten 12 Stunden nach Carazololgabe (Stunde 1 bis 12) und an den entsprechenden Zeiten am 7. Tag p. op.

Elektrode	Stunde	GA in mVsec			
		Carazolol (n = 7)		7. Tag p. op. (n = 7)	
		$\bar{X}_g$	SF	$\bar{X}_g$	SF
1	1	5,8	2,45	6,4	2,44
1	2	5,7	3,05	5,7	2,72
1	3	8,7	2,85	9,4	3,18
1	4	4,9	2,25	8,3	3,26
1	5	6,5	2,36	8,3	1,97
1	6	6,2	2,85	8,5	2,91
1	7	12,4	3,32	9,1	2,97
1	8	8,5	2,59	11,9	3,23
1	9	9,8	5,05	8,4	2,40
1	10	18,8	3,60	9,0	3,07
1	11	13,2	3,70	12,8	3,19
1	12	10,4	3,58	7,8	2,18
2	1	7,1	2,46	4,5	1,81
2	2	6,1	1,91	4,1	1,39
2	3	7,7	2,54	9,0	2,05
2	4	5,2	2,07	8,1	2,93
2	5	5,6	2,19	8,5	2,05
2	6	8,6	3,17	6,8	2,12
2	7	11,9	2,76	8,6	2,02
2	8	8,7	2,41	11,1	3,46
2	9	7,8	3,27	7,6	2,21
2	10	14,4	2,43	8,7	2,82
2	11	9,4	2,98	8,7	2,56
2	12	6,9	2,57	8,0	2,19
3	1	15,2	4,07	22,0	6,05
3	2	13,4	4,16	16,1	7,34
3	3	15,0	3,97	22,7	3,48
3	4	13,7	4,36	23,4	2,44
3	5	14,8	3,85	22,1	4,43
3	6	17,5	4,61	19,4	3,62
3	7	31,5	4,20	22,3	2,00
3	8	19,0	4,50	29,9	2,56
3	9	16,1	4,47	15,7	3,58
3	10	24,1	3,84	31,8	4,64
3	11	23,4	3,69	31,6	6,03
3	12	14,6	4,03	24,4	5,78

ANHANG

Tab. 79: Laborparameter: Übersicht über arithmetischen Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung (s) verschiedener Laborparameter am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); Tiergruppe: 20-Minuten-Messung (n = 10); Tiergruppe: 24-Stunden-Messung (n = 15)

Parameter	Tag	20-Minuten-Messung		24-Stunden-Messung	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
pH-Wert	0	7,390	0,058	7,413	0,057
	1	7,368	0,048	7,375	0,044
	3	7,390	0,023	7,382	0,040
	5	7,393	0,032	7,398	0,021
	7	7,392	0,022	7,403	0,025
Bicarbonat (mmol/l)	0	31,0	6,5	30,9	7,7
	1	29,9	4,3	28,1	5,1
	3	31,5	3,3	29,5	4,3
	5	31,5	3,0	31,0	3,2
	7	32,9	1,9	31,7	2,1
Basenabweichung (mmol/l)	0	6,2	6,8	6,4	7,7
	1	4,7	4,4	2,4	4,1
	3	6,5	3,1	3,9	3,6
	5	6,6	3,2	6,2	2,8
	7	7,8	1,8	6,6	2,2
Natrium (mmol/l)	0	140,0	4,5	140,8	5,0
	1	137,9	5,0	138,4	3,4
	3	140,6	3,4	139,5	2,7
	5	141,0	1,6	140,6	2,2
	7	142,4	2,4	140,5	2,6
Kalium (mmol/l)	0	3,7	0,5	3,6	0,6
	1	4,2	0,6	3,5	0,3
	3	3,8	0,4	3,6	0,3
	5	3,8	0,4	3,7	0,4
	7	4,0	0,3	3,7	0,2
Chlorid (mmol/l)	0	95,3	6,4	96,8	9,0
	1	96,5	4,0	102,4	5,9
	3	99,0	4,5	103,3	4,2
	5	98,6	5,0	102,0	4,2
	7	97,1	1,9	102,3	2,4
Kalzium (ion.) (mmol/l)	0	1,11	0,12	1,11	0,12
	1	1,15	0,16	1,16	0,07
	3	1,20	0,07	1,21	0,09
	5	1,20	0,05	1,21	0,06
	7	1,18	0,05	1,19	0,05

Fortsetzung Tab. 79: Laborparameter: Übersicht über arithmetischen Mittelwert ( $\bar{X}$ ) und Standardabweichung (s) verschiedener Laborparameter am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); Tiergruppe: 20-Minuten-Messung (n = 10); Tiergruppe: 24-Stunden-Messung (n = 15)

Parameter	Tag	20-Minuten-Messung		24-Stunden-Messung	
		$\bar{X}$	s	$\bar{X}$	s
Magnesium (mmol/l)	0	0,91	0,22	0,94	0,14
	1	0,88	0,14	0,84	0,17
	3	0,88	0,16	0,85	0,11
	5	0,96	0,15	0,87	0,14
	7	1,05	0,19	0,95	0,14
Phosphat (anorg.) (mmol/l)	0	1,53	0,33	1,60	0,59
	1	1,94	0,47	1,54	0,57
	3	1,36	0,18	1,27	0,34
	5	1,31	0,31	1,41	0,34
	7	1,50	0,45	1,42	0,25
Glukose (mmol/l)	0	4,15	1,35	4,51	1,29
	1	3,65	0,75	4,26	0,75
	3	3,19	0,33	3,58	0,48
	5	3,04	0,29	3,47	0,97
	7	2,85	0,30	3,51	0,66
AST (U/l)	0	67	30	83	54
	1	71	26	86	33
	3	68	26	95	29
	5	63	23	85	56
	7	57	22	71	47
Anionenlücke (mmol/l)	0	17,4	5,0	16,6	5,7
	1	15,8	4,3	11,4	3,6
	3	13,9	4,0	10,4	4,6
	5	14,8	5,1	11,3	3,7
	7	16,5	4,1	10,2	3,0
Kreatinin ( $\mu$ mol/l)	0	103	17	107	40
Harnstoff (mmol/l)	0	4,3	1,9	4,8	2,6

ANHANG

Tab. 80: Laborparameter: Übersicht über geometrischen Mittelwert ( $\bar{x}_g$ ) und Streufaktor (SF) verschiedener Laborparameter am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); Tiergruppe: 20-Minuten-Messung (n = 10); Tiergruppe: 24-Stunden-Messung (n = 15)

Parameter	Tag	20-Minuten-Messung		24-Stunden-Messung	
		$\bar{x}_g$	SF	$\bar{x}_g$	SF
D-Laktat (mmol/l)	0	0,16	1,68	0,20	2,40
	1	0,09	1,51	0,11	1,84
	3	0,14	1,64	0,11	1,77
	5	0,12	1,49	0,10	2,01
	7	0,12	1,72	0,08	1,46
L-Laktat (mmol/l)	0	0,64	1,68	1,31	2,35
	1	0,43	1,32	0,60	1,41
	3	0,38	1,78	0,51	1,47
	5	0,41	1,76	0,49	1,27
	7	0,51	1,80	0,41	1,29
Gesamtbilirubin ( $\mu$ mol/l)	0	12,1	1,51	15,8	1,70
	1	10,2	1,61	13,0	1,48
	3	7,8	1,96	9,2	1,47
	5	7,7	1,76	7,2	1,47
	7	6,0	1,42	6,4	1,58
NEFA (mmol/l)	0	1,04	1,69	1,21	1,57
	1	0,61	1,50	0,90	1,44
	3	0,39	2,36	0,51	1,50
	5	0,27	2,06	0,34	1,67
	7	0,18	2,11	0,35	1,75
GGT (U/l)	0	20	1,49	19	2,03
	1	18	1,57	17	1,90
	3	17	1,49	17	1,92
	5	17	1,47	16	1,82
	7	13	2,13	17	1,93
GLDH (U/l)	0	22	2,06	20	3,28
	1	14	2,11	15	2,56
	3	10	2,08	11	2,75
	5	8	2,69	9	2,16
	7	8	2,32	8	2,39

Tab. 81: Klinische Parameter: Übersicht über arithmetischen Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung (s) verschiedener klinischer Parameter am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); Tiergruppe: 20-Minuten-Messung (n = 10); Tiergruppe: 24-Stunden-Messung (n = 15)

Parameter	Tag	20-Minuten-Messung		24-Stunden-Messung	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Herzfrequenz (pro Minute)	0	77	11	79	13
	1	78	10	76	10
	3	78	15	76	8
	5	81	11	73	7
	7	78	11	72	5
Atemfrequenz (pro Minute)	0	30	7	27	5
	1	30	7	28	8
	3	34	8	31	8
	5	34	9	33	6
	7	34	8	30	7
Temperatur (°C)	0	38,7	0,5	38,8	0,4
Temperatur VM (°C)	1	38,5	0,3	38,6	0,4
	3	38,9	0,4	38,8	0,4
	5	38,7	0,4	38,8	0,3
	7	38,7	0,4	38,8	0,3
Temperatur NM (°C)	1	38,6	0,4	38,6	0,3
	3	38,9	0,4	38,9	0,3
	5	38,8	0,3	38,7	0,3
	7	38,8	0,4	38,7	0,3
Milchleistung (kg)	1	10,4	5,8	9,3	3,5
	3	15,2	5,8	11,6	3,8
	5	15,5	6,4	13,4	3,5
	7	16,6	6,8	14,0	3,0

ANHANG

Tab. 82: Klinische Parameter: Übersicht über die Verteilung der Bewertungspunkte (0 bis 4), mit Angabe von Median- und arithmetischem Mittelwert ( $\bar{x}$ ), verschiedener klinischer Parameter am Tag der Operation (Tag 0) und an den Messtagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); Tiergruppe: 20-Minuten-Messung (n = 10); Tiergruppe: 24-Stunden-Messung (n = 15); Bewertungsschlüssel siehe Kapitel 3.1.3

Parameter	Tag	Häufigkeit der einzelnen Scores											
		20-Minuten-Messung						24-Stunden-Messung					
		0	1	2	3	Median	$\bar{x}$	0	1	2	3	Median	$\bar{x}$
Appetit	0	1	9	0	0	1	0,90	10	5	0	0	0	0,33
	1	6	3	1	0	0	0,50	7	8	0	0	1	0,53
	3	2	1	6	1	2	1,60	2	11	2	0	1	1,00
	5	1	0	3	6	3	2,40	1	8	5	1	1	1,40
	7	0	1	1	8	3	2,70	0	2	8	5	2	2,20
Pansenmotorik	0	8	2	0		0	0,20	14	1	0		0	0,07
	1	3	6	1		1	0,80	8	7	0		0	0,47
	3	1	7	2		1	1,10	1	12	2		1	1,07
	5	0	8	2		1	1,20	0	10	5		1	1,33
	7	0	7	3		1	1,30	0	12	3		1	1,20
Pansenfüllung	0	0	6	4		1	1,40	1	11	3		1	1,13
	1	0	6	4		1	1,40	1	11	3		1	1,13
	3	0	5	5		1,5	1,50	1	10	4		1	1,20
	5	0	3	7		2	1,70	0	7	8		2	1,53
	7	0	3	7		2	1,70	0	5	10		2	1,67
Darmperistaltik	0	10	0			0	0,00	15	0			0	0,00
	1	9	1			0	0,10	9	6			0	0,40
	3	6	4			0	0,40	6	9			1	0,60
	5	4	6			1	0,60	2	13			1	0,87
	7	2	8			1	0,80	2	13			1	0,87
Kotkonsistenz	0	3	7	0		1	0,70	5	6	4		1	0,93
	1	3	5	2		1	0,90	6	6	3		1	0,80
	3	1	7	2		1	1,10	0	12	3		1	1,20
	5	0	9	1		1	1,10	2	12	1		1	0,93
	7	0	9	1		1	1,10	2	13	0		1	0,87
Kotzerkleinerung	0	4	0	6		2	1,20	1	3	11		2	1,67
	1	2	1	7		2	1,50	2	3	10		2	1,53
	3	0	0	10		2	2,00	0	2	13		2	1,87
	5	0	0	10		2	2,00	0	1	14		2	1,93
	7	0	0	10		2	2,00	0	1	14		2	1,93

Fortsetzung Tab. 82: Klinische Parameter: Übersicht über die Verteilung der Bewertungspunkte (0 bis 4), mit Angabe von Median- und arithmetischem Mittelwert ( $\bar{x}$ ), verschiedener klinischer Parameter am Tag der Operation (Tag 0) und an den Mess-tagen (1., 3., 5. und 7. Tag p. op.); Tiergruppe: 20-Minuten-Messung (n = 10); Tier-gruppe: 24-Stunden-Messung (n = 15); Bewertungsschlüssel siehe Kapitel 3.1.3

		Häufigkeit der einzelnen Scores													
		20-Minuten-Messung							24-Stunden-Messung						
Parameter	Tag	0	1	2	3	4	Median	$\bar{x}$	0	1	2	3	4	Median	$\bar{x}$
OP-Wunde	1	7	3	0	0	0	0	0,30	7	8	0	0	0	1	0,53
	3	7	2	1	0	0	0	0,40	5	10	0	0	0	1	0,67
	5	7	2	1	0	0	0	0,40	5	8	2	0	0	1	0,80
	7	8	1	1	0	0	0	0,30	5	8	1	0	1	1	0,93
Bauch-decke	0	3	7				1	0,70	12	3				0	0,20
	1	6	4				0	0,40	11	4				0	0,27
	3	7	3				0	0,30	13	2				0	0,13
	5	6	4				0	0,40	14	1				0	0,07
	7	7	3				0	0,30	15	0				0	0,00
Ketose	0	4	3	1	2		1	1,10	4	5	3	3		1	1,33
	1	6	1	2	1		0	0,80	4	5	3	3		1	1,33
	3	6	3	1	0		0	0,50	11	4	0	0		0	0,27
	5	9	0	1	0		0	0,20	15	0	0	0		0	0,00
	7	8	2	0	0		0	0,20	13	1	1	0		0	0,20

## Danksagungen

Herzlichen Dank sage ich allen, die mich in so vielfältiger Weise unterstützt und so zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. K. Doll für die Überlassung des Themas und für die mir jederzeit gewährte Unterstützung bei der Durchführung und Abfassung dieser Arbeit.

Herrn Dr. K. Failing und Herrn H. Heiter von der Arbeitsgruppe Biomathematik und Datenverarbeitung des Fachbereichs Veterinärmedizin danke ich für die Beratung und die Hilfe bei der statistischen Auswertung.

Ich bedanke mich bei meinen Kollegen und Kolleginnen Dr. H. Kümper, Dr. T. Seeger, Dr. M. Ordobazari, Dr. R. Strie, B. Thünker, S. Strohbücker und A. Neu-Zuber für die tolle Mithilfe bei der Aufnahme neuer Patienten und dem guten Arbeitsklima.

Bei Frau B. Neeb-Sonntag und Frau S. Zielinsky aus dem Labor bedanke ich mich für die tatkräftige Unterstützung bei der Aufbereitung der Blutproben und den labor-technischen Untersuchungen.

Ein großer Dank gilt den Tierpflegern, für ihre Hilfsbereitschaft bei der Durchführung der Operationen.

Ein Dankeschön auch an alle Famulanten, die mich bei mancher Messung unterstützt haben.

Nicht zuletzt danke ich Susanne für ihr Verständnis, ihre Geduld und die Übernahme von Mehrarbeit, was mir die Zeit gab, mich der Abfassung dieser Arbeit zu widmen.

Vielen Dank meiner Familie, die mich während des Studiums und der Promotion stets liebevoll unterstützt und mit großem Interesse begleitet hat.

*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 3-89687-430-6



9 7 8 3 8 9 6 8 7 4 3 0 6