

Aus dem Institut für Tierernährung
des Fachbereiches Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Der Einfluss viskositätsbildender Nicht-Stärke-Polysaccharide auf
die Morphologie der Dünndarmschleimhaut von Ferkeln

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Frigga Wiese
Tierärztin aus Wiesbaden
Berlin 2002

Journal-Nr. 2619

Gedruckt mit der Genehmigung
des Fachbereiches Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Dekan: Univ.-Prof. Dr. M.F.G. Schmidt
Erster Gutachter: Univ.-Prof. Dr. O. Simon
Zweiter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. K.-D. Weyrauch

Tag der Promotion: 26.06.2002

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Einleitung	1
2 Literaturübersicht	2
2.1 Die Makroskopie des Dünndarmes	2
2.2 Der Aufbau der Dünndarmwand	3
2.3 Die Tunica mucosa	4
2.3.1 Die Lamina epithelialis mucosae	7
2.3.1.1 Enterozyten	8
2.3.1.2 Becherzellen	9
2.3.1.3 Endokrine Zellen	10
2.3.1.4 M-Zellen	11
2.4 Die Lamina propria mucosae	12
2.5 Die lymphatischen Einrichtungen der Dünndarmwand	12
2.6 Apoptose - Nekrose - Programmierter Zelltod	14
2.7 Der Erneuerungszyklus des Dünndarmepithels	16
2.8 Kohlenhydrate in der Tierernährung	19
2.9 Kohlenhydrate in der Futtermittelanalytik	21
2.10 Verdauung der Nicht-Stärke-Polysaccharide	22
2.11 Antinutritive Eigenschaften der Nicht-Stärke-Polysaccharide	23
2.12 Zusammenfassung und Zielstellung der eigenen Untersuchung	27
3 Material und Methoden	
3.1 Versuchsaufbau, Tiermaterial, Haltung und Fütterung	28
3.2 Probenentnahme	30
3.3 Messung der Digesta-Viskosität	31
3.4 Probenbearbeitung	31
3.4.1 Lichtmikroskopische Proben	31
3.4.2 Transelektronenmikroskopische Proben	32
3.4.3 Rasterelektronenmikroskopische Proben	32
3.5 Übersichtsfärbungen sowie Proliferations- und Apoptose-Nachweise für die Lichtmikroskopie	33
3.5.1 Nachweis der proliferationsaktiven Zellen	33
3.5.2 Apoptose-Nachweise	35
3.6 Licht- und elektronenmikroskopische Untersuchung	37
3.7 Morphometrie	38
3.8 Statistische Analysen	39

	Seite
4 Ergebnisse	40
4.1 Am Tier (-körper) erhobene Befunde und Parameter	40
4.1.1 Gesundheitszustand der Schweine	40
4.1.2 Lebendmassenzunahme und am Intestinaltrakt erhobene Parameter	40
4.1.2.1 Lebendmassen bei Versuchsbeginn und Versuchsende sowie Lebendmassenzunahme	43
4.1.2.2 Gewichte und Längen von Dün- und Dickdarm sowie die Wanddicke	44
4.1.2.3 Digestaviskositäten in Duodenum, Jejunum und Ileum	47
4.2 Ergebnisse der morphologischen Untersuchung der Dünndarmwand	49
4.2.1 Der Aufbau der Dünndarmwand	49
4.2.2 Die Tunica mucosa	49
4.2.3 Die Lamina epithelialis mucosae	59
4.2.3.1 Enterozyten	59
4.2.3.2 Becherzellen	61
4.2.3.3 Einzelzellnekrosen	63
4.2.4 Die Lamina propria mucosae	66
4.2.5 Die Lamina muscularis mucosae	67
4.2.6 Die Tunica submucosa	67
4.2.7 Die lymphatischen Einrichtungen der Dünndarmwand	68
4.3 Auswertung der Proliferations- und Apoptose-Nachweise	69
4.3.1 Proliferationsnachweis	69
4.3.2 Apoptose-Nachweise	70
4.4 Ergebnisse der morphometrischen Untersuchung	72
4.4.1 Vergrößerungsfaktoren der Schleimhautoberfläche durch Zottenbildung	74
4.4.2 Vergrößerungsfaktoren der Schleimhautoberfläche durch Kryptenbildung	75
4.4.3 Kryptenoberfläche relativ zur Zottenoberfläche	76
4.4.4 Relative Proliferationsrate	77
4.4.5 Gesamtmenge der teilungsaktiven Epithelzellen	78
4.4.6 Epithelialer Erneuerungsindex	79
5 Diskussion	80
5.1 Diskussion der Befunde	80
5.1.1 Diskussion der am Tier (-körper) erhobenen Befunde	80
5.1.2 Diskussion der morphologischen Befunde	81
5.1.2.1 Zottenform	81

	Seite
5.1.2.2 Kryptenform	82
5.1.2.3 Einzelzellnekrosen	82
5.1.3 Diskussion der morphometrischen Befunde	84
5.2 Diskussion der morphometrischen Methode	87
5.2.1 Der Vergrößerungsfaktor der Schleimhautoberfläche durch Zottenbildung	87
5.2.2 Der Vergrößerungsfaktor der Schleimhautoberfläche durch Kryptenbildung	89
5.2.3 Die relative Proliferationsrate sowie der epitheliale Erneuerungsindex	90
5.3 Schlußfolgerungen	91
6 Zusammenfassung	92
7 Summary	95
8 Literaturverzeichnis	97

Danksagung

Ich danke **Herrn Professor Dr. Simon** für die Überlassung des interessanten Themas und die wissenschaftliche Unterstützung.

Herrn Professor Dr. Weyrauch danke ich für die wissenschaftliche Betreuung der Arbeit am Institut für Veterinäranatomie der Freien Universität Berlin.

Frau Drewes gilt mein besonderer Dank für die äußerst fachliche Ausführung der sehr umfangreichen histologischen Arbeiten, für die ständige Bereitschaft zur Beantwortung meiner zahlreichen Fragen sowie zur fachlichen Diskussion.

Meinen **Mitdoktoranden/innen** im Institut für Tierernährung danke ich für die gewissenhafte Unterstützung bei der Probenentnahme; **Herrn Loh** bin ich für das verantwortungsvolle und geduldige Hundesitten zu besonderem Dank verpflichtet.

Bei meinen **Mitdoktorandinnen** im Institut für Veterinäranatomie bedanke ich mich dafür, dass sie mir meine „morphometrische Phase“ erleichtert und verschönert haben.

Frau Dr. G. Krefft und **Frau I. Westerfeld** danke ich für die Motivation und fachliche Unterstützung beim Verfassen dieser Arbeit.

Herrn Dr. Bragulla danke ich für die zahlreichen, fachlich stets ergiebigen Raucherpausen.

Frau K. Briest-Forch danke ich für die Herstellung der schönen Abzüge der TEM-Negative.

Frau W. Jäger danke ich für die fachliche Unterstützung bei der Layout-Gestaltung der Arbeit.

Frau S. Platt bin ich besonders dankbar für die „Hilfe“ bei der Übersetzung der Zusammenfassung.

Der **Deutschen Forschungsgesellschaft** danke ich für die finanzielle Unterstützung meiner Arbeit.

Ganz besondere Dankbarkeit empfinde ich meinen Eltern gegenüber für die liebevolle und geduldige moralische und finanzielle Unterstützung, die mir das Verfassen dieser Doktorarbeit ermöglicht hat.

Lebenslauf

Name: Frigga Wiese

Geburtstag: 17.05.1974

Geburtsort: Wiesbaden

Schulischer Werdegang:

1980-1984: Besuch der Grundschule, Idstein-Heftrich

1984-1986: Besuch der Förderstufe der Limeschule, Idstein

1986-1993: Besuch des Pestalozzi-Gymnasiums, Idstein

Juni, 1993: Abitur

Beruflicher Werdegang:

Okt. 1993-Nov. 1999: Studium der Veterinärmedizin an der Tierärztlichen Hochschule
Hannover

Dez. 1999: Approbation als Tierärztin

Seit März 1999: Doktorandin am Institut für Tierernährung der Freien Universität
Berlin

März 1999-März 2001: Wissenschaftliche Mitarbeiterin des Instituts für Tierernährung der
Freien Universität Berlin

Selbständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, die vorliegende Arbeit selbständig und nur mit Hilfe der angegebenen Literatur verfaßt zu haben.

Frigga Wiese