

Dr. Volker Wilke

# Futter für den Darm

Was braucht es?

**EXPERTISE SYMPOSIUM 29.09.2022**  
**Fortbildungsveranstaltung für Tierärzte**

- Vortrag für die Intervet Deutschland GmbH am 29.09.2022 -





## Gliederung

- » Darmgesundheit
- » Ernährungsphysiologie
- » Futtermittelkundliche Aspekte
- » Diätetischer Einsatz – Futter für den Darm

## Vermeidung von:

- Erkrankungen (Reduktion der Energie- und Nährstoffkosten)

Abwehr gegenüber Krankheitserregern

Darm-  
gesundheit

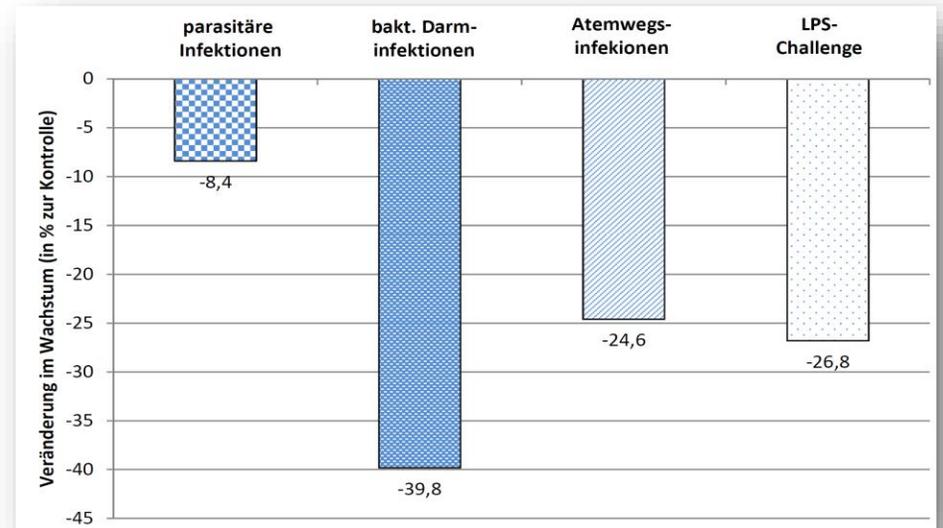
Absorption der Nahrungsbestandteile

Leistung

Futter

## Optimierung von:

- Futter
- Haltungsbedingungen
- Hygiene
- etc.



Beobachtete Einbußen in den Zunahmen von Schweinen infolge verschiedener Belastungen (modifiziert nach PASTEUPELLI et al. 2012); aus Visscher (2014)



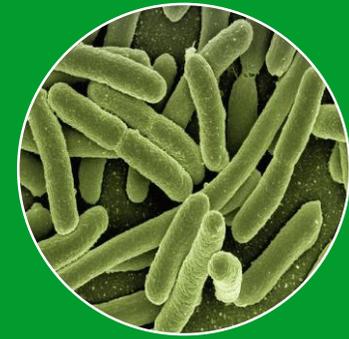
## Haltung und Management

- Diagnostik
- Prävention
- Therapie



## Futter und Fütterung

- Nährstoffgehalte
- Fütterungsoptimierung
- Diätetische Maßnahmen



## Prävention und Medikation

- Hygiene
- Stallausstattung
- Klimabedingungen

## Die fünf Kriterien der Darmgesundheit nach Bischoff 2011:

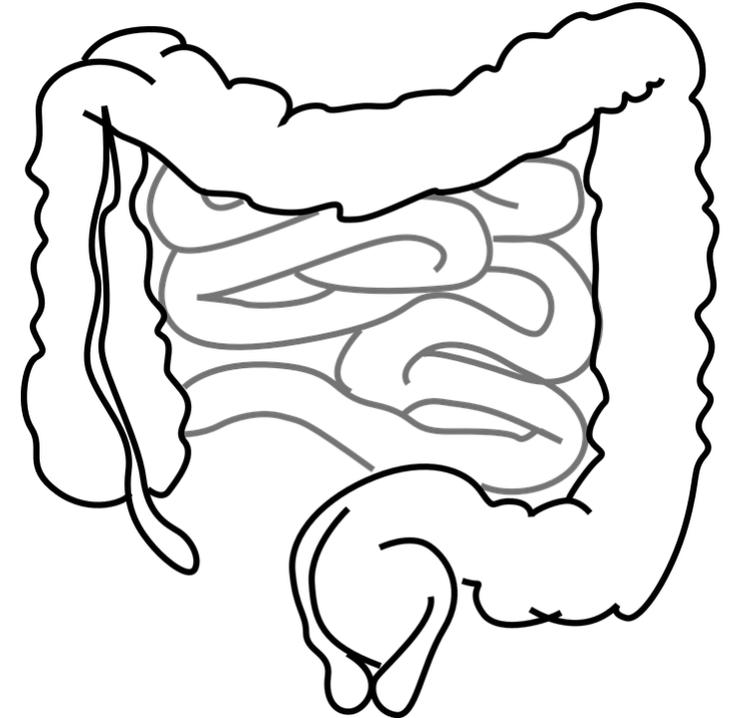
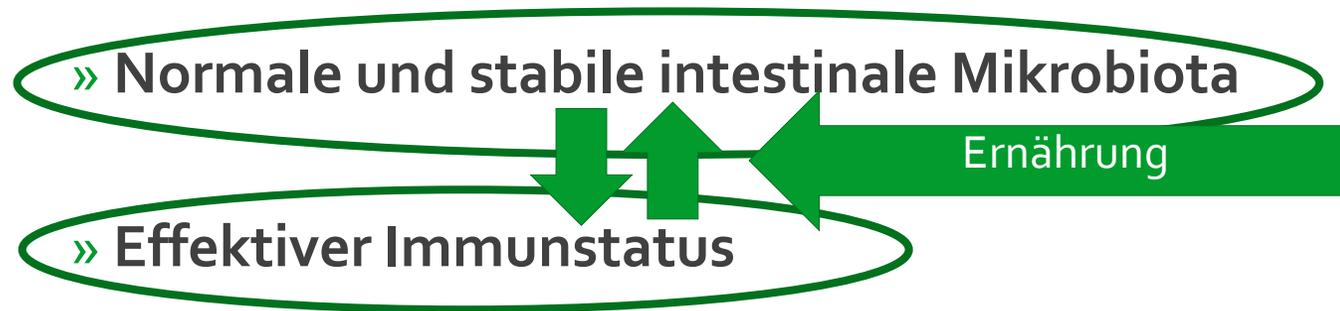
» Effektive Verdauung und Resorption der Nahrung

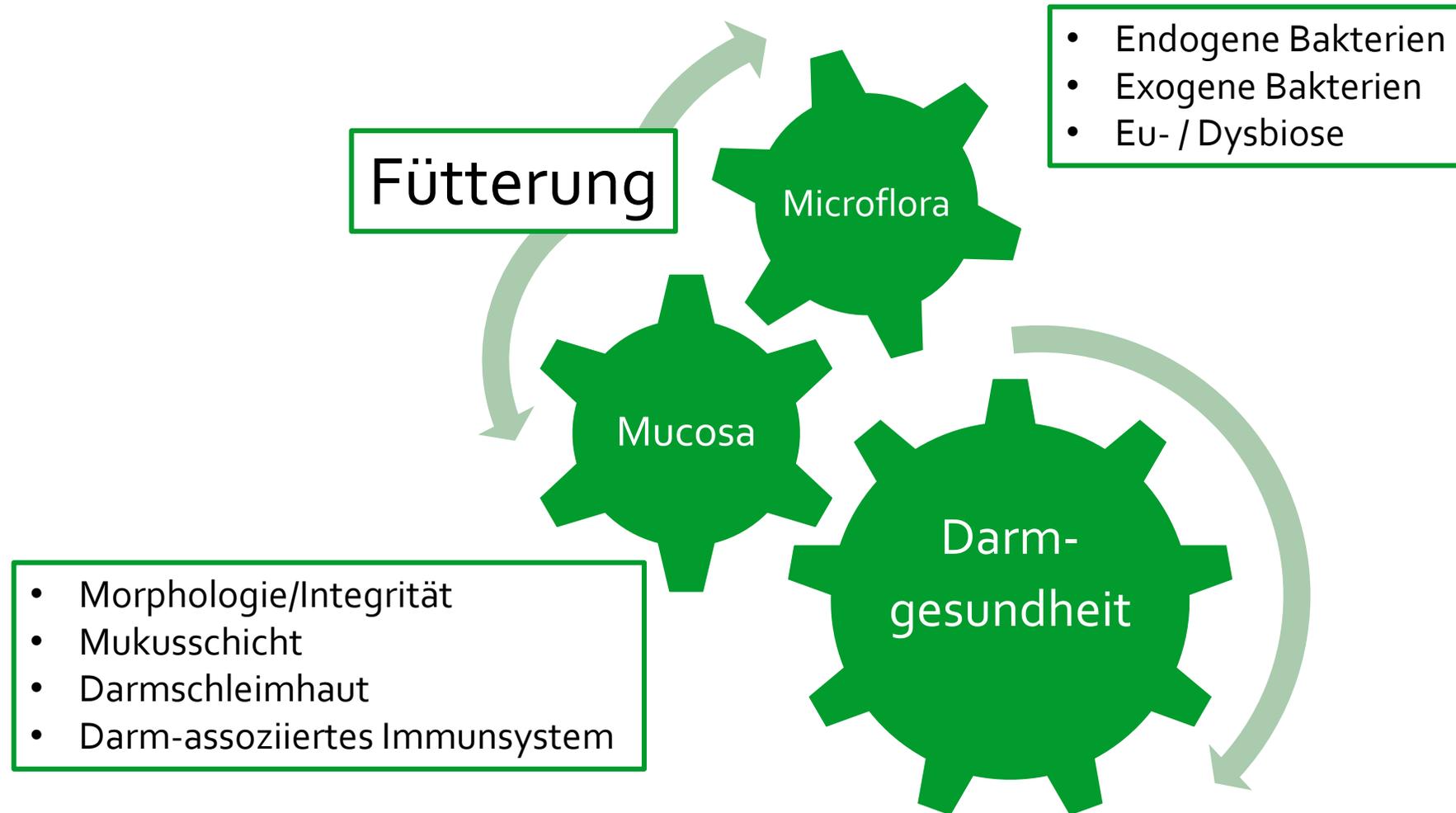
» Normale und stabile intestinale Mikrobiota

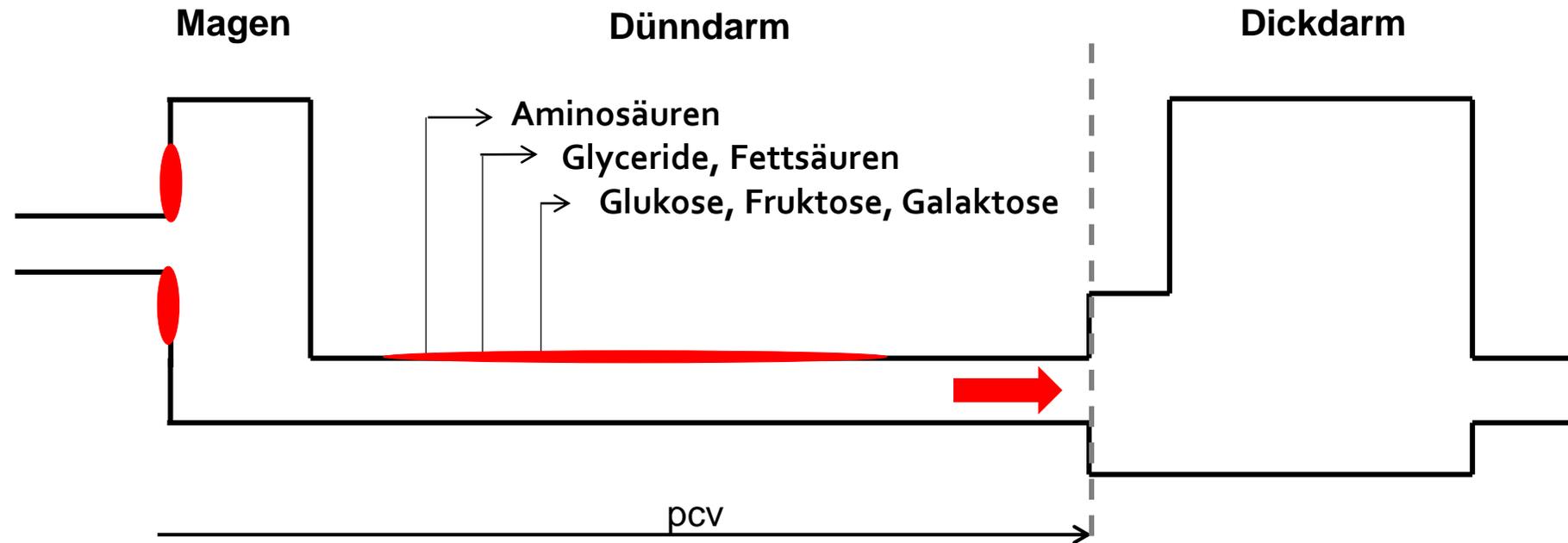
» Effektiver Immunstatus

» Abwesenheit von GI-Erkrankungen

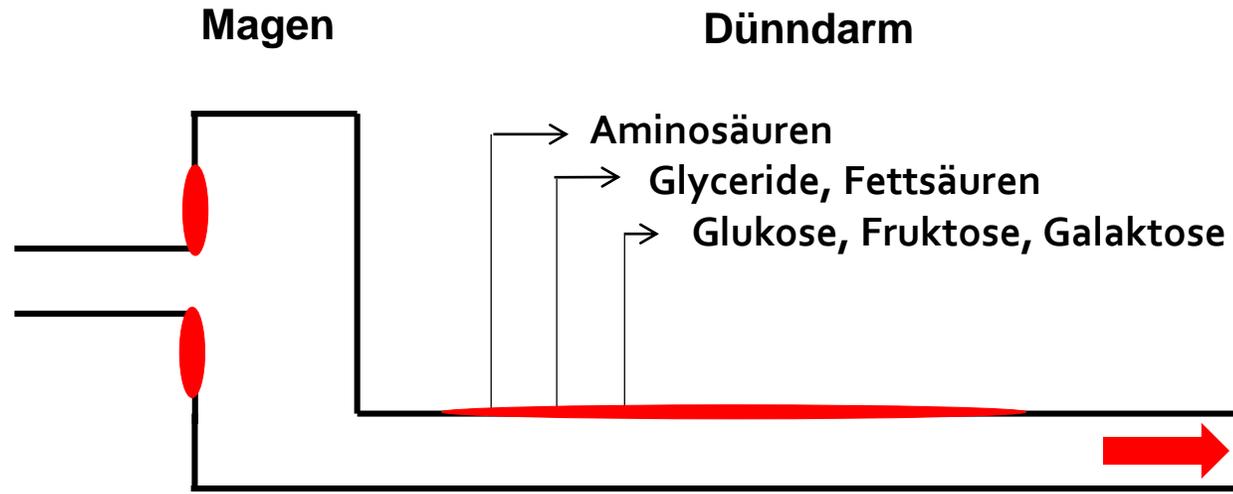
» Status des Wohlbefindens







- Eliminierung eingehender Pathogene
- Spaltung von Mono- und Disacchariden, Eiweißen und Fetten (körpereigene Enzyme)
  - Proteasen
  - Peptidasen
  - Amylasen



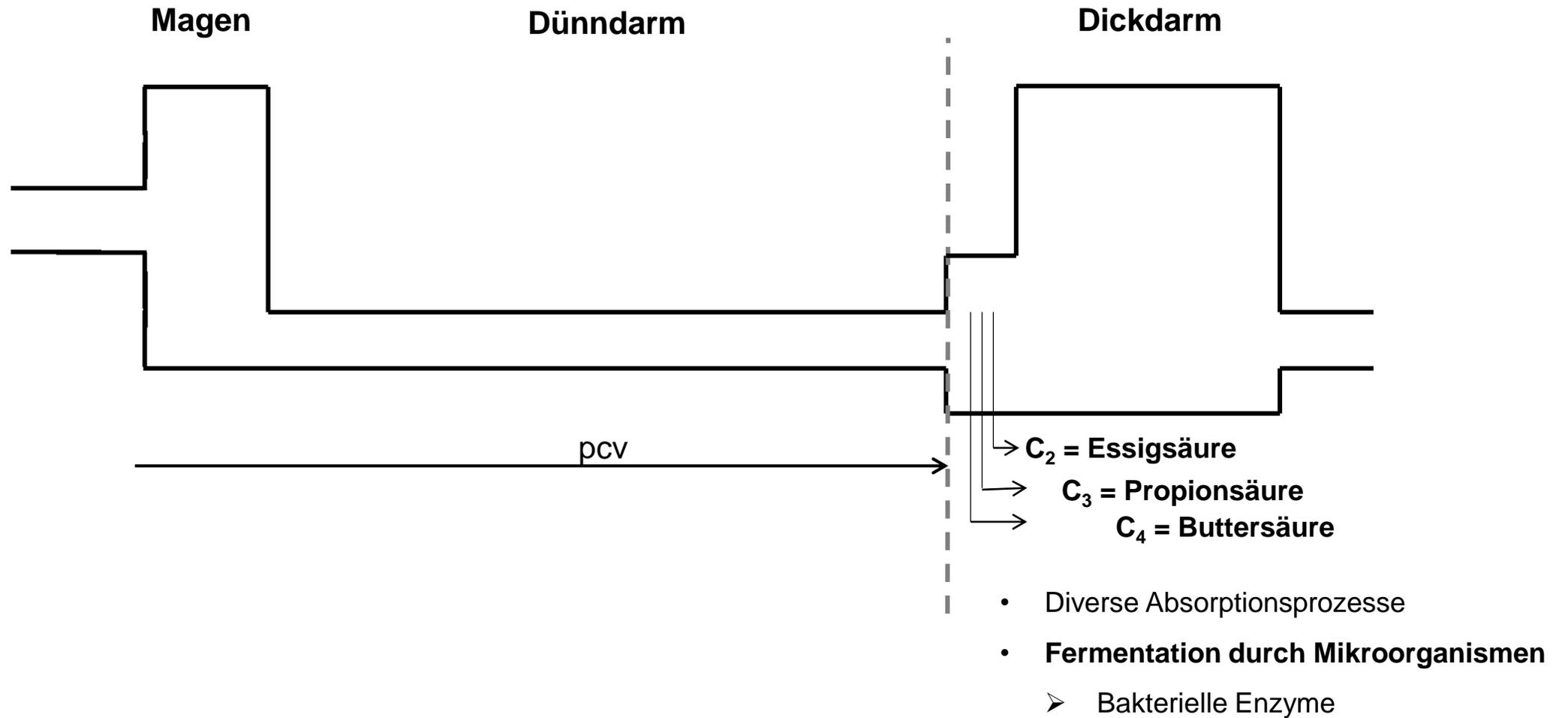
- Eliminierung aufgenommener Pathogene
- Spaltung von Mono- und Disacchariden, Eiweißen und Fetten (körpereigene Enzyme)
  - Proteasen
  - Peptidasen
  - Amylasen

## Optimierung des Futters:

- Struktur (Vermahlung)
- Hygienische Qualität
- Hohe praecaecale Verdaulichkeit der Proteinfraktion
- „GIT – Barrier“

## Vermeidung von negativen Auswirkungen auf:

- Magengesundheit
- Darmgesundheit (Eintrag von Pathogenen)
- Verdaulichkeit (Vermehrter Eintrag an Eiweißverbindungen in den Dickdarm)

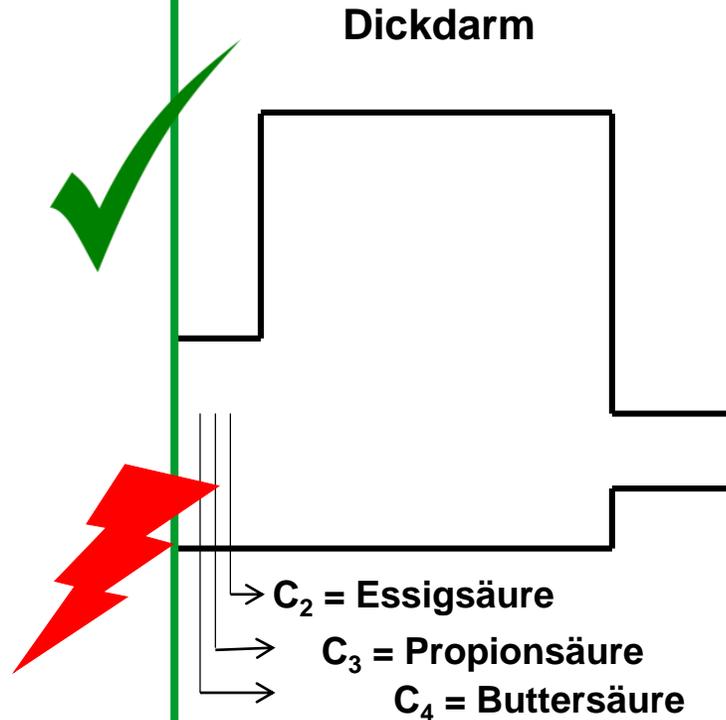


## Optimierung des Futters:

- Struktur (Vermahlung)
- Fermentierbare Substanz (Quantität und Qualität)
- Darmfüllung (Rohfaser?)

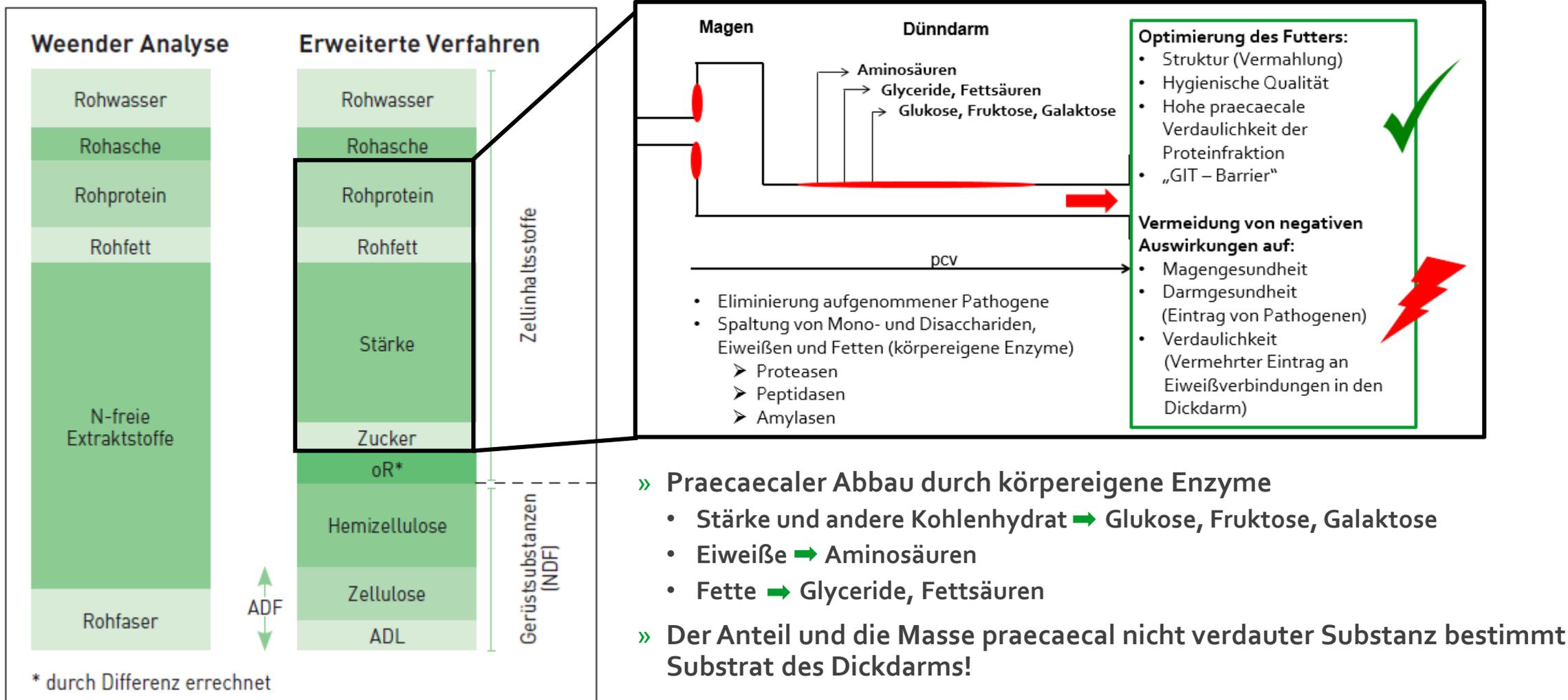
## Vermeidung von negativen Auswirkungen auf:

- Darmmikrobiota
- Darmgesundheit
  - Red. Synthese flüchtiger Fettsäuren
  - Eintrag von Eiweißverbindungen
  - Eintrag / Ansiedlung von Pathogenen

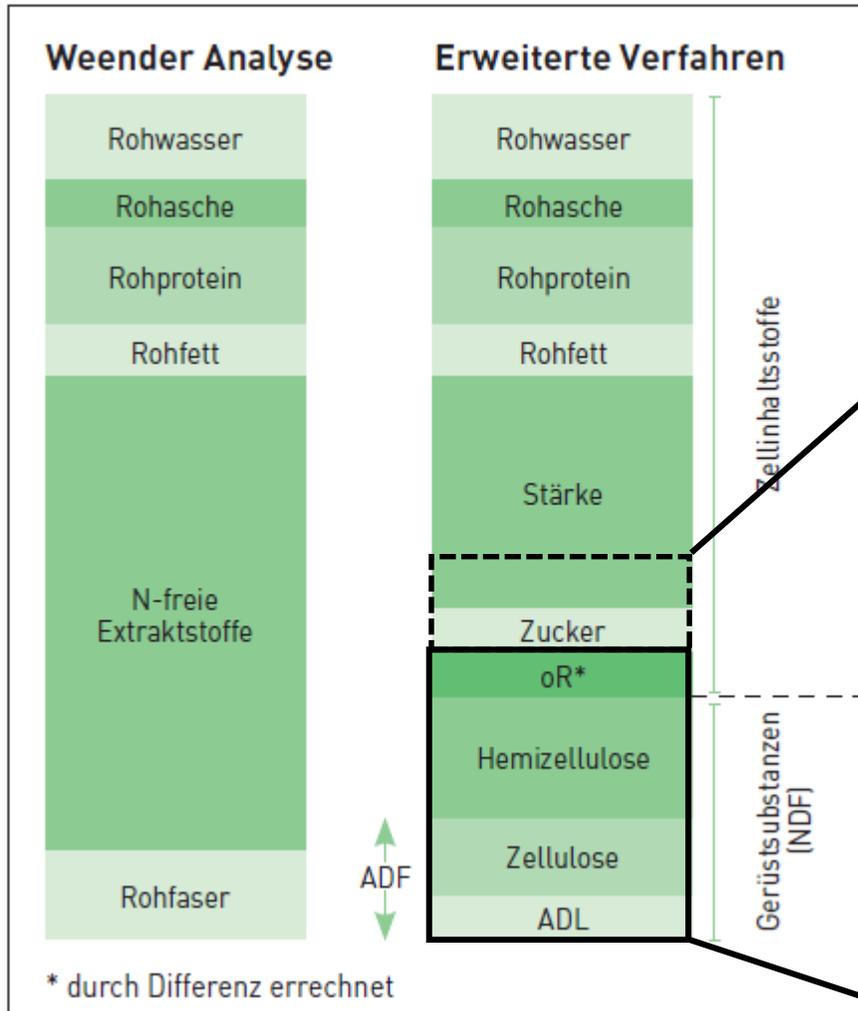


- Diverse Absorptionsprozesse
- **Fermentation durch Mikroorganismen**
  - Bakterielle Enzyme

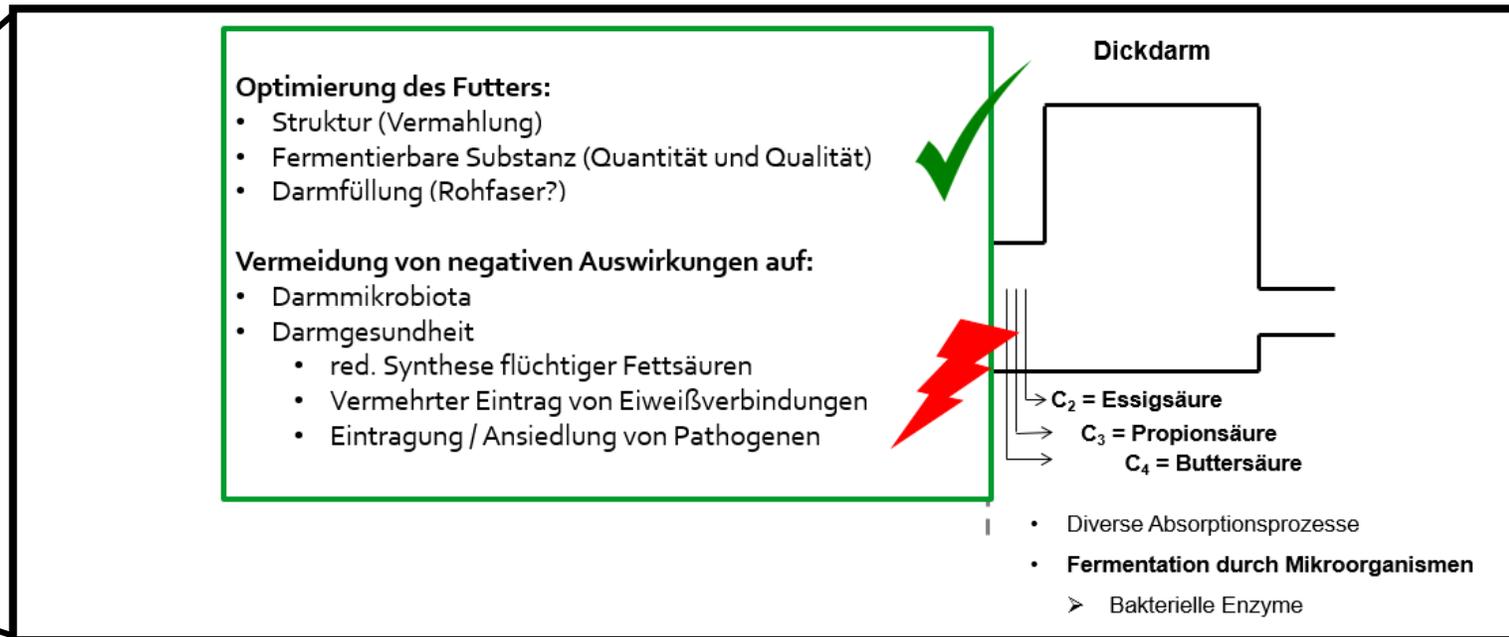
# Futtermittelkundliche Aspekte



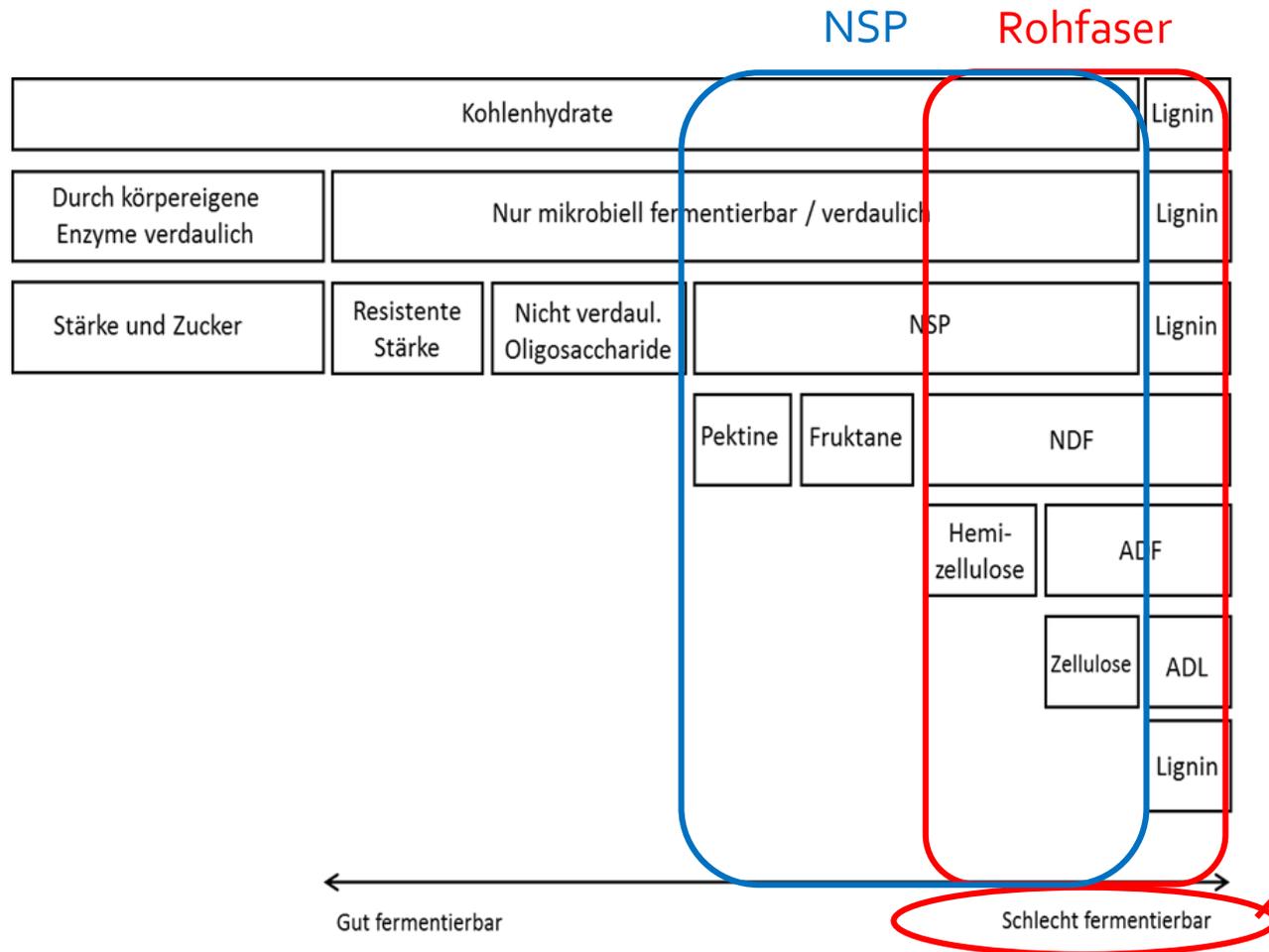
# Futtermittelkundliche Aspekte



- » Postilealer Abbau durch Bakterien-Enzyme
  - Laktat
  - Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure
- » Quantität und Qualität des Substrats bestimmen Fermentationscharakteristika!



# Futtermittelkundliche Aspekte – das Substrat für die Mikroflora

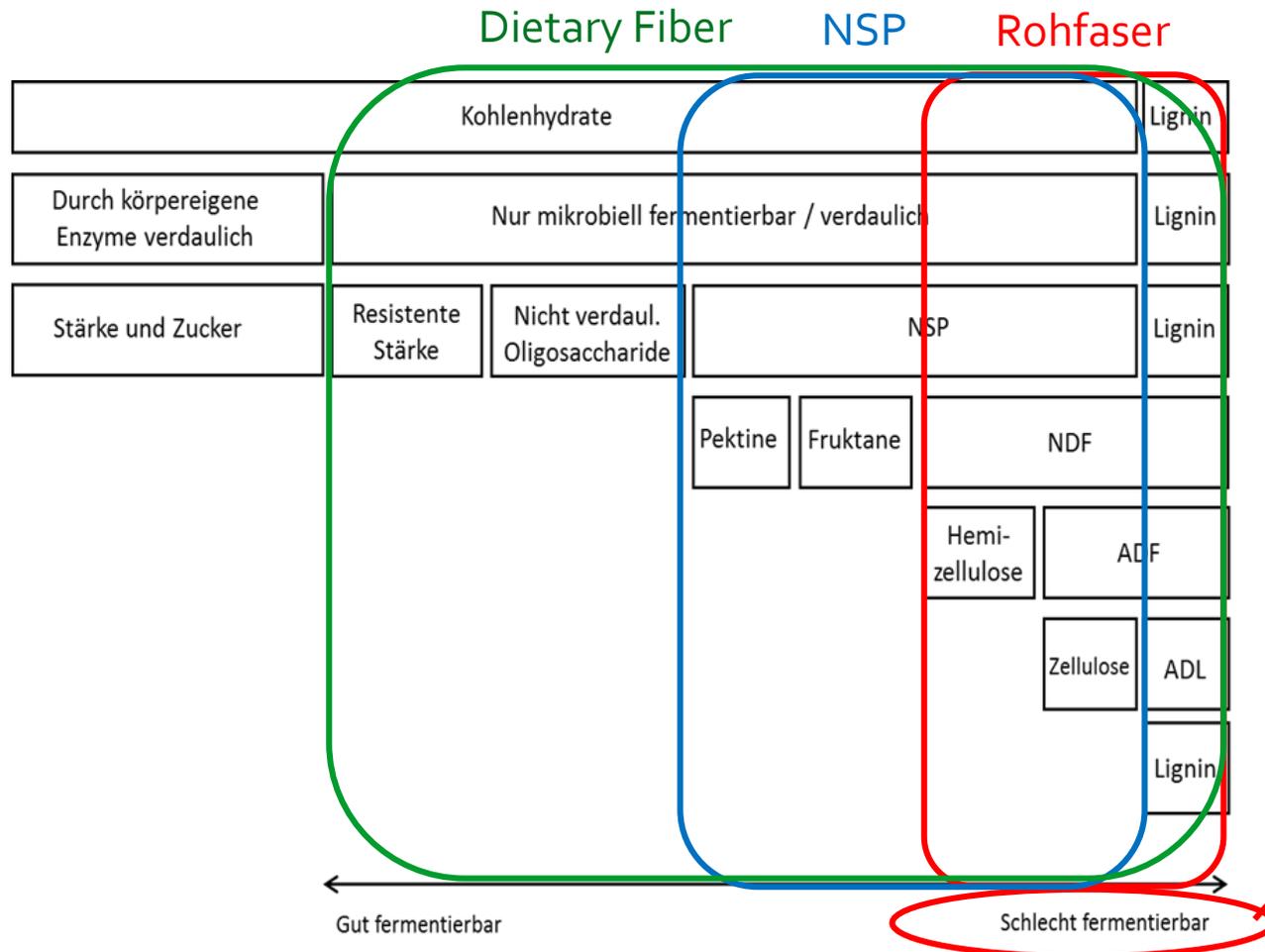


Rohfaseranteil in Futtermitteln als Parameter?

- Rohfaser:**
- Hemizellulose ↑
  - Zellulose ↑
  - ~~Lignin~~
- NSP:**
- Pektine ↑↑↑
  - Fruktane ↑↑↑
  - Hemicellulose ↑
  - Zellulose ↑

modifiziert nach De Leeuw et al. (2008)

# Futtermittelkundliche Aspekte – das Substrat für die Mikroflora



Rohfaseranteil in Futtermitteln als Parameter?

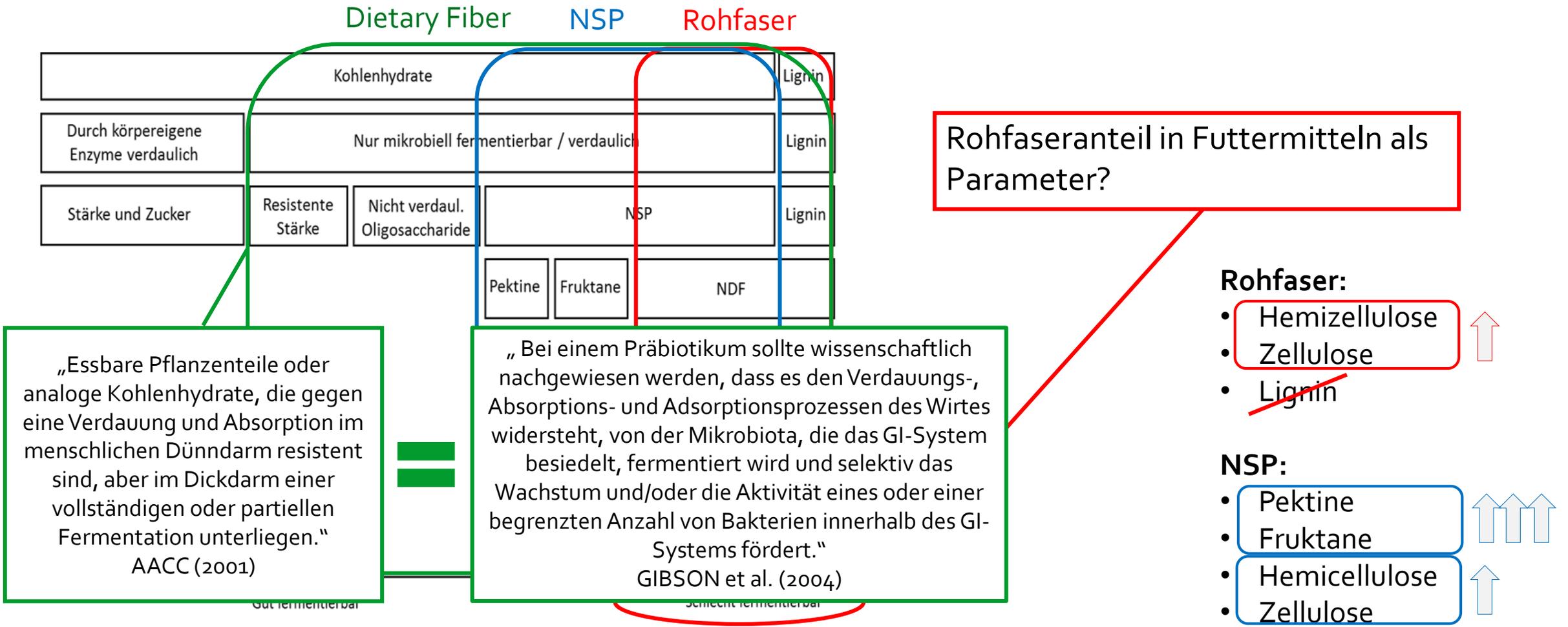
## Rohfaser:

- Hemizellulose
- Zellulose
- ~~Lignin~~

## NSP:

- Pektine
- Fruktane
- Hemicellulose
- Zellulose

# Futtermittelkundliche Aspekte – das Substrat für die Mikroflora

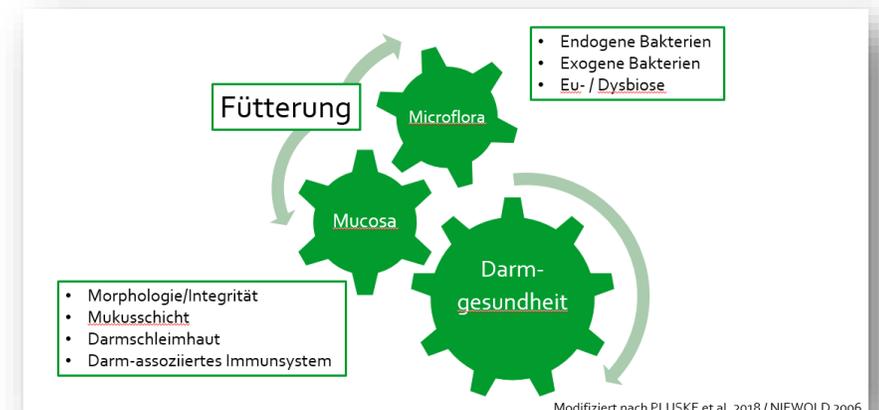


## Welche Effekte hat die „Dietary Fiber“ beim Schwein?

- » Erhalt der physiologischen Funktion des Magen-Darm-Trakts (WENK et al. 2001)
- » Bei höheren Einsatzraten – Rückgang der Nährstoffverwertung und niedrigere Nettoenergiewerte (NOBLET et al. 2001)
- » Positive Beeinflussung der Darmgesundheit (BACH KNUDSEN et al. 2012)
- » Einfluss auf den Parameter Sättigung und das Tierverhalten (DE LEEUW et al. 2008)

» „Dietary Fiber“ interagiert sowohl mit der Darmmukosa als auch mit der **Mikrobiota!**

(BACH KNUDSEN et al. 2012, DE LANGE et al. 2010, MONTAGNE et al. 2003)



# Präbiotisch wirksame Kohlenhydrate

**Table 1**

An overview of different types of feed carbohydrates.

Category	DP	Type of component	Endogenous enzymes	Prebiotic CHO
Monosaccharides	1	Glucose		–
		Fructose		–
Disaccharides	2	Sucrose	+	–
		Lactose	+	–
Oligosaccharides	3	Raffinose	–	+/-
	4	Stachyose	–	+/-
	5	Verbascose	–	+/-
	3–9	Fructo-oligosaccharides	–	+++
		Xylo-oligosaccharides	–	+
Trans-galactooligosaccharides	–	+		
Polysaccharides A. Starch	≥10	Rapidly digestible	+	–
		Slowly digestible	+	–
		Resistant (RS)	+	++
B. Non-starch (NSP) Cell wall NSP	≥10	Cellulose	–	–
		β-Glucan	–	+/-
		Arabinoxylans	–	+/-
		Xyloglucans	–	–
		Rhamnogalacturans	–	–
		Galactans	–	–
		Fructans/inulin	–	+++
Non-cell wall NSP		Mannans	–	–
		Guar gum	–	–
		Pectins	–	–

DP, degree of polymerization; CHO, carbohydrates; RS, resistant starch; NSP, non-starch polysaccharides.

# Präbiotisch wirksame Kohlenhydrate

Table 1

Classification of carbohydrates which are non-digestible by non-ruminant endogenous enzymes (after Bach Knudsen, 1997; Englyst et al., 1992)

Category	Monomeric residues	Sources
<b>Polysaccharides (dietary fibre)</b>		
Resistant starch		
Physical inaccessible starch (RS1)	Glucose	Partly milled grains and seeds
Resistant starch granules	Glucose	Raw potato, banana
Retrograded starch	Glucose	Heat-treated starch products
Non-starch polysaccharides (NSP)		
Cell wall NSP		
Cellulose	Glucose	Most cereals and legumes
Mixed linked $\beta$ -glucans	Glucose	Barley, oats, rye
Arabinoxylans	Xylose, arabinose	Rye, wheat, barley
Arabinogalactans	Galactose, arabinose	Cereal co-products
Xyloglucans	Glucose, xylose	Cereal flours
Rhamnogalacturans	Uronic acids, rhamnose	Hulls of pea
Galactans	Galactose	Soya bean meal, sugar-beet pulp
Non-cell wall NSP		
Fructans	Fructose	Rye
Mannans	Mannose	Coconut cake, palm cake
Pectins	Uronic acids, rhamnose	Apple, sugar-beet pulp
Galactomannans	Galactose, mannose	Guar gum
<b>Oligosaccharides (prebiotics)</b>		
$\alpha$ -Galacto-oligosaccharides		
Fructo-oligosaccharides	Fructose, glucose	Soya bean meal, peas, rapeseed meal Cereals, feed additives, Jerusalem artichokes
Transgalacto-oligosaccharides	Galactose, glucose	Feed additives, milk products

Carbohydrate and lignin ( $\text{g kg}^{-1}$  dry matter) in whole grain cereals

	Maize		Wheat		Rye		Barley				Oats			
	Mean	SD <sup>a</sup>	Mean	SD	Mean	SD	Hulled		Hulless		Hulled		Hulless	
							Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Number of samples	3		5		7		10		6		3		4	
LMW-sugars <sup>b</sup>														
Monosaccharides	4	1	3	0	6	2	4	2	n.m. <sup>c</sup>		2	1	n.m.	
Sucrose	13	1	11	2	19	3	12	7	n.m.		11	2	n.m.	
Raffinose	2	0	4	1	4	1	5	1	n.m.		3	1	n.m.	
Stachyose	1	0	2	0	3	1	1	1	n.m.		2	1	n.m.	
Total sugars	20	2	19	1	32	3	21	7	n.m.		17	4	n.m.	
Starch	690	18	651	27	613	5	587	31	645	17	468	25	557	38
Fructan	6	2	15	3	31	2	4	1	n.m.		3	2	n.m.	
NSP <sup>d</sup>														
$\beta$ -glucan	1	1	8	1	16	2	42	5	42	6	28	3	41	8
S-NCP <sup>e</sup>	9	7	25	4	42	11	56	10	50	10	40	13	54	7
Rhamnose	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arabinose	3	2	7	2	12	2	6	1	3	1	3	1	3	1
Xylose	2	2	9	4	20	7	6	3	4	1	2	3	2	1
Mannose	2	1	2	1	2	1	2	1	1	<1	2	1	1	1
Galactose	1	1	2	1	1	1	1	1	1	<1	2	1	2	0
Glucose	1	1	4	3	6	4	39	7	41	8	28	5	45	7
Uronic acids	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	3	4	2	1
I-NCP <sup>f</sup>	66	11	74	6	94	9	88	10	64	11	110	9	49	10
Rhamnose	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arabinose	19	2	22	1	24	1	22	1	17	1	15	0	10	1
Xylose	28	3	38	3	41	4	50	4	24	4	78	8	21	7
Mannose	1	1	1	1	3	1	2	1	3	0	1	0	2	1
Galactose	4	1	2	1	4	1	2	1	2	0	5	0	2	0
Glucose	9	4	7	3	20	6	8	6	17	6	5	2	11	2
Uronic acids	6	1	4	1	3	0	4	0	1	0	7	0	3	1
Cellulose	22	3	20	4	16	3	43	5	10	3	82	5	14	6
Total NSP	97	2	119	11	152	10	186	11	124	10	232	10	116	19
Klason lignin	11	2	19	2	21	2	35	3	9	2	66	9	32	6
Dietary fibre	108	4	138	10	174	10	221	13	133	12	298	19	148	23

# Effekte der Nicht-Stärke-Polysaccharide (NSP)

## » Keine Verdauung durch körpereigene Enzyme

### ➔ Substrat für die bakterielle Fermentation im hinteren Verdauungstrakt

- Entstehung von Laktat und flüchtigen Fettsäuren (Acetat, Propionat und Butyrat)
- Wachstum des Verdauungstrakts durch die Stimulierung der Epithelzell-Profileration (MONTAGNE et al. 2003)
- Im sauren Milieu: Reduzierung von Salmonellen, E. coli und Clostridium spp. (HENTGES et al. 1992, WANG et al. 1993, MAY et al. 1994)

## » Effekte löslicher Nicht-Stärke-Polysaccharide (BACH KNUDSEN et al. 2012)

- Bakterien-Flora 
- Reduzierung des pH-Wertes im Dickdarm

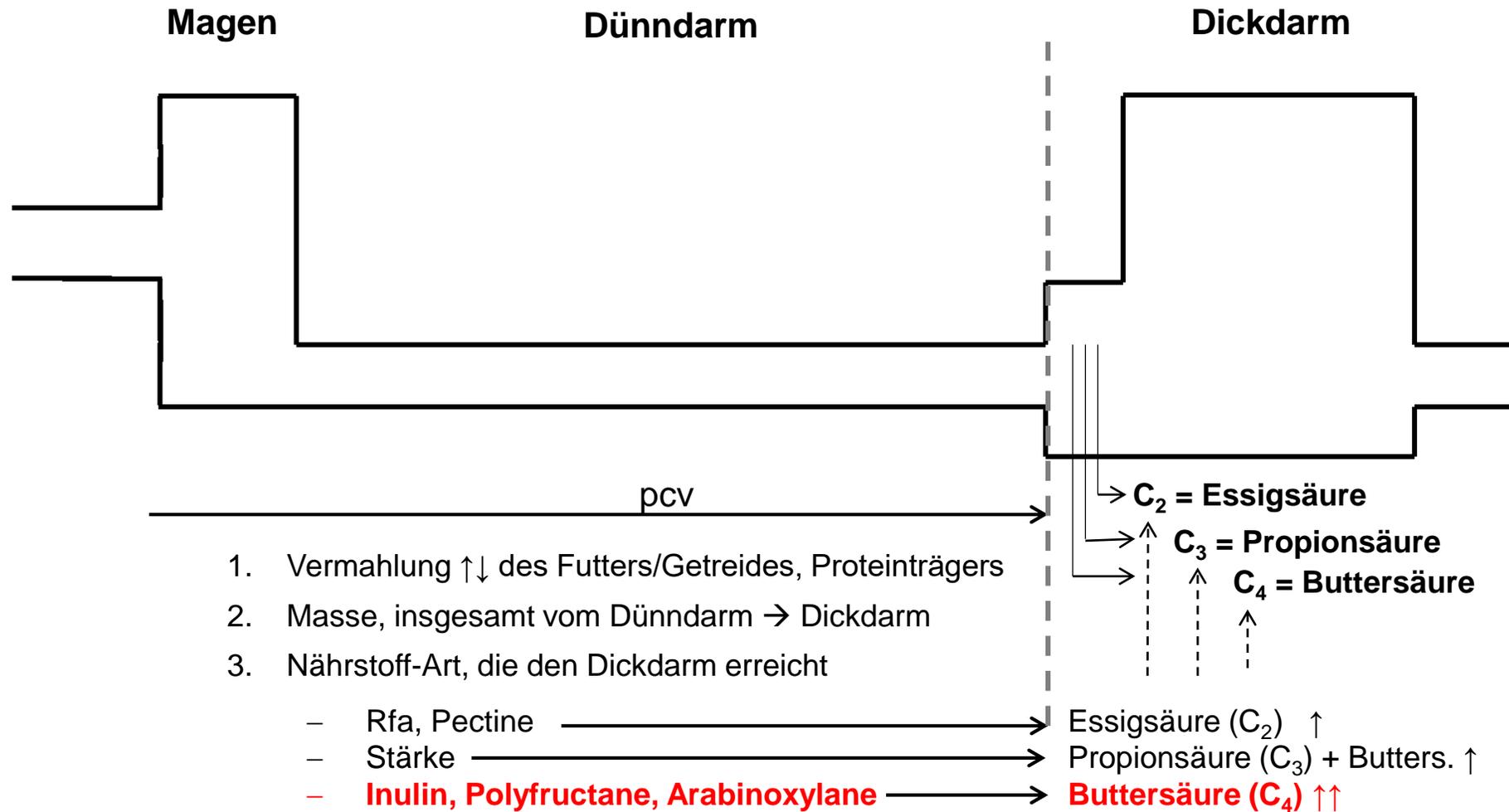
## » Effekte nicht löslicher Nicht-Stärke-Polysaccharide (FREIRE et al. 2000, HEDEMANN et al. 2006)

- Langsamere Abbau
- Reduzierung der Transit – Zeit
- Steigerung der Villi – Höhe

## Präbiotisch wirksame Kohlenhydrate in Futtermitteln

	Mais	Weizen	Roggen	Gerste	Weizenkleie	Roggenkleie	Gerstenkleie	SES	RES	Zuckerrübenfaser
<b>Stärke</b>	690	651	613	587	222	87	174	27	18	0
<b>Lösliche NSP</b>	9	25	42	56	29	63	20	63	55	407
<b>Nicht lösliche NSP</b>	66	74	94	88	273	321	267	92	123	177
<b>Lösliche Arabinoxylane</b>	5	16	32	12	17	47	3	11	16	100
<b>Nicht lösliche Arabinoxylane</b>	47	60	65	72	221	247	232	34	44	103
<b>Fructane</b>	6	10	29	6	20	23	7	0	0	0
<b>NSP</b>	97	98	152	172	374	422	478	217	220	35
<b>Dietary Fiber</b>	108	138	174	221	449	490	594	233	354	814

# Fermentationsmuster



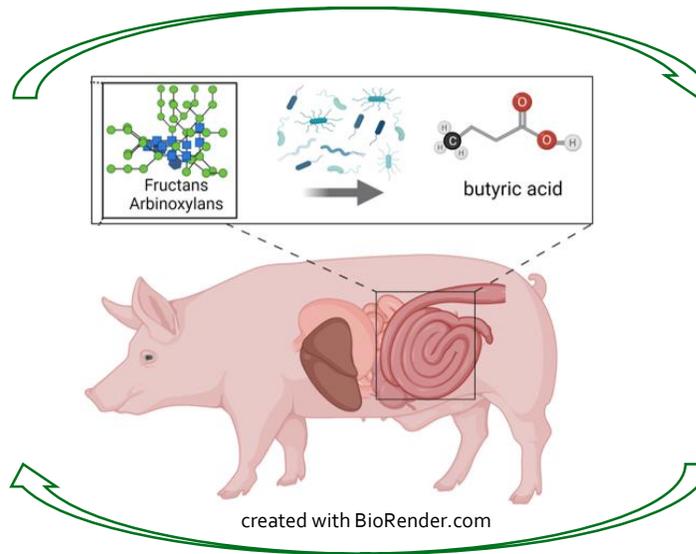
# Fermentationsmuster - Butyrat

**Bakteriostatische Effekte**  
(MOQUET et al. 2016)

**Intestinale Barriere** ↑  
(tight junction protein ↑,  
Schutz vor LPS-  
induzierter Schädigung;  
(YAN und AJUWON  
2015)

**Ernährung der Enterozyten**  
Verringerte Apoptoserate und  
Skatolbildung  
(CLAUS et al. 2003)

**Host defense peptides** ↑ (via Hemmung  
der Histondeacetylase)  
(XIONG et al. 2016)



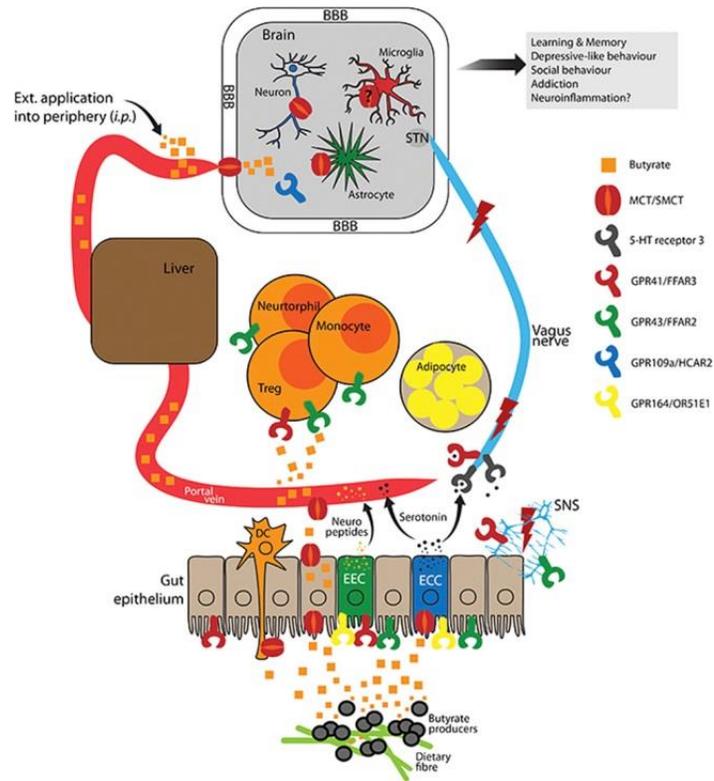
**Kommunikation** zwischen ZNS  
und GIT durch Butyrat  
(CRYAN und O'MAHONY 2011)

**Infektionserreger** ↓  
Reduktion von  
Kolonisierung und faecaler  
Salmonellen-Ausscheidung  
(BARBA-VIDAL et al. 2017)

Salmonellen:  
**Invasionssignale und -gene** ↓  
(LAWHON et al. 2002, GANTOIS et  
al. 2005)

**Verhaltensmodulation**  
„Depressive-like“ behavior  
Social behavior  
(STILLING et al. 2016)

# Fermentationsmuster - Butyrat



Legende:  
 STN: Nucleus tractus solitarii  
 BBB: Blut-Hirn-Schranke  
 SNS: Sympathikus  
 EEC: Endokrine Zellen  
 ECC: Enterochromaffine Zellen  
 DC: Dendritische Zellen  
 Treg: Regulatorische T-Zelle

(aus R. M Stilling et al. 2016 [28])

## STILLING et al. 2016:

- Butyrate is produced by specific bacteria, mainly in the colon, and is taken up by the host.
- Butyrate **affects** multiple host **physiological processes** via specific transporters/receptors and as an HDAC inhibitor.
- Supraphysiological doses of butyrate exert potent **neuropharmacological effects**, facilitating synaptic tagging and capturing.
- Physiological levels of butyrate may **influence the brain** indirectly via regulating immune system and vagus nerve activity.
- Microbiota-derived volatile butyrate may be involved in **host behaviour including social communication**.

## Diätetischer Einsatz – Futter für den Darm

Der Einsatz von „Dietary Fiber“ auch eine Frage des Alters:

Effekte der Partikelgröße sowie des Enzymeinsatzes ( $\alpha$ -Amylasen,  $\beta$ -Glucanasen, Cellulasen, Proteasen) auf die Leistung von jungen Schweinen bei einer faserreichen Diät (NGOC et al. 2011)

	Absetzferkel (30. – 60. Lebenstag)		Mastschweine (60. – 90. Lebenstag)	
	Tägliche Zunahme	FCR	Tägliche Zunahme	FCR
<b>Partikelgröße<sup>1</sup>:</b>				
Gering (1 mm)	416 <sup>a</sup>	1,34	572	2,24
Hoch (3 mm)	391 <sup>b</sup>	1,42	565	2,29
<b>Enzym Supplementierung:</b>				
-	387 <sup>b</sup>	1,44 <sup>b</sup>	557	2,28
+	420 <sup>a</sup>	1,33 <sup>a</sup>	580	2,24

<sup>1</sup>Siebdurchmesser bei Vermahlung

# Diätetischer Einsatz – Futter für den Darm

## Einsatz eines NSP-reichen Mischfutters bei Salmonelleninfektion

	WHEAT 3/3	RYE 3/3
Weizen	69,0 %	
Roggen		69,0 %
SES	11,5 %	11,5 %
Gerste	10,0 %	10,0 %
Kartoffeleiweiß	5,10 %	4,90 %
Calciumcarbonat	1,00 %	0,90 %
Monocalciumphosphat	0,90 %	1,00 %
Sojaöl	0,50 %	0,50 %
Natriumchlorid	0,35 %	0,40 %

- 3 Durchgänge á 14 Absetzferkel
- Alter: 24,9 ± 0,7 Tage
- Körpermasse: 10 - 28 kg
- Gewicht bei Beginn:
  - Kontrollgruppe: 7,48 ± 1,11 kg
  - Versuchsgruppe: 7,48 ± 1,20 kg
- S2-Infektionsstall (14 individuelle Boxen)
- Tiere und Stall frei von Salmonellen

Open Access Article

### Effect of a High Proportion of Rye in Compound Feed for Reduction of *Salmonella* Typhimurium in Experimentally Infected Young Pigs

by Bussarakam Chuppava <sup>1,†</sup>, Volker Wilke <sup>1,†</sup>, Clara Berenike Hartung <sup>1</sup>, Amr Abd El-Wahab <sup>2</sup>, Richard Grone <sup>3</sup>, Andreas von Felde <sup>3</sup>, Josef Kamphues <sup>1</sup> and Christian Visscher <sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Institute for Animal Nutrition, University of Veterinary Medicine Hannover, Foundation, Bischofsholer Damm 15, D-30173 Hanover, Germany  
<sup>2</sup> Department of Nutrition and Nutritional Deficiency Diseases, Faculty of Veterinary Medicine, Mansoura University, Mansoura 35516, Egypt  
<sup>3</sup> KWS LOCHOW GmbH, Ferdinand von Lochowstrasse 5, D-29303 Bergen, Germany  
 \* Author to whom correspondence should be addressed.  
 † These authors contributed equally to this study.

*Microorganisms* 2020, 8(11), 1629; <https://doi.org/10.3390/microorganisms8111629>

Received: 28 September 2020 / Revised: 18 October 2020 / Accepted: 20 October 2020 / Published: 22 October 2020

(This article belongs to the Special Issue Control and Intervention Strategies to Reduce Foodborne Pathogens in Animal Agriculture)

[View Full-Text](#)

[Download PDF](#)

[Browse Figures](#)

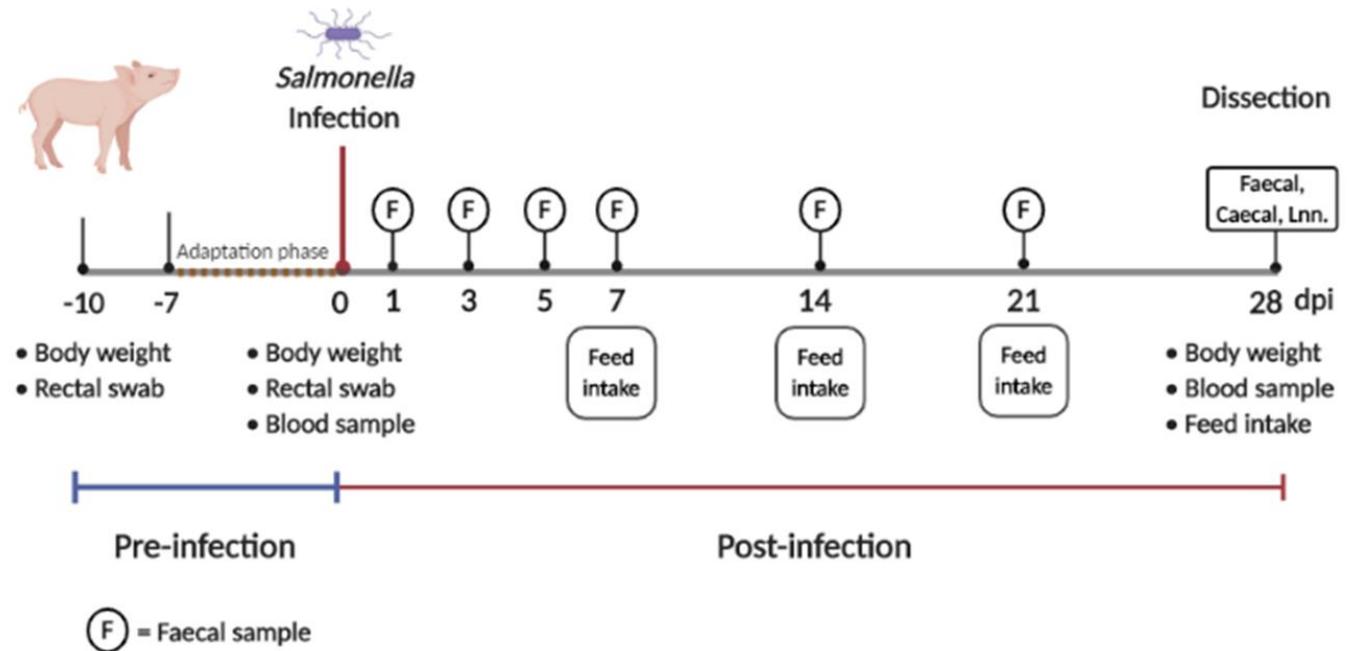
[Cite This Paper](#)



# Diätetischer Einsatz – Futter für den Darm



## Experimental Design



# Diätetischer Einsatz – Futter für den Darm

## Salmonellen in Caecuminhalt und Lymphknoten

➤ Geringere Keimzahlen im Caecuminhalt in der Gruppe, die mit 69 % Roggen gefüttert wurde

Probe	Test	69 % Weizen	69 % Roggen
Caecuminhalt	Quantitativ log10 KBE	3,34 <sup>a</sup> ± 0,50	<b>3,08<sup>b</sup> ± 0,56</b>
	Qualitativ (n <sub>pos</sub> /n <sub>total</sub> )	21 <sup>a</sup> /21 (100%)	21 <sup>a</sup> /21 (100%)
Lymphknoten	Qualitativ (n <sub>pos</sub> /n <sub>total</sub> )	13 <sup>a</sup> /21 (62%)	14 <sup>a</sup> /21 (67%)

**Tabelle:** Anzahl der Salmonellen-positiven Proben aus dem Caecuminhalt und den Lymphknoten (Lnn. ileocaecales).

Dr. Volker Wilke

Open Access Article

### Effect of a High Proportion of Rye in Compound Feed for Reduction of *Salmonella* Typhimurium in Experimentally Infected Young Pigs

by Bussarakam Chuppava<sup>1,†</sup>, Volker Wilke<sup>1,†</sup>, Clara Berenike Hartung<sup>1</sup>, Amr Abd El-Wahab<sup>2</sup>, Richard Grone<sup>3</sup>, Andreas von Felde<sup>3</sup>, Josef Kamphues<sup>1</sup> and Christian Visscher<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Institute for Animal Nutrition, University of Veterinary Medicine Hannover, Foundation, Bischofsholer Damm 15, D-30173 Hannover, Germany  
<sup>2</sup> Department of Nutrition and Nutritional Deficiency Diseases, Faculty of Veterinary Medicine, Mansoura University, Mansoura 35516, Egypt  
<sup>3</sup> KWS LOCHOW GmbH, Ferdinand von Lochowstrasse 5, D-29303 Bergen, Germany  
\* Author to whom correspondence should be addressed.  
† These authors contributed equally to this study.

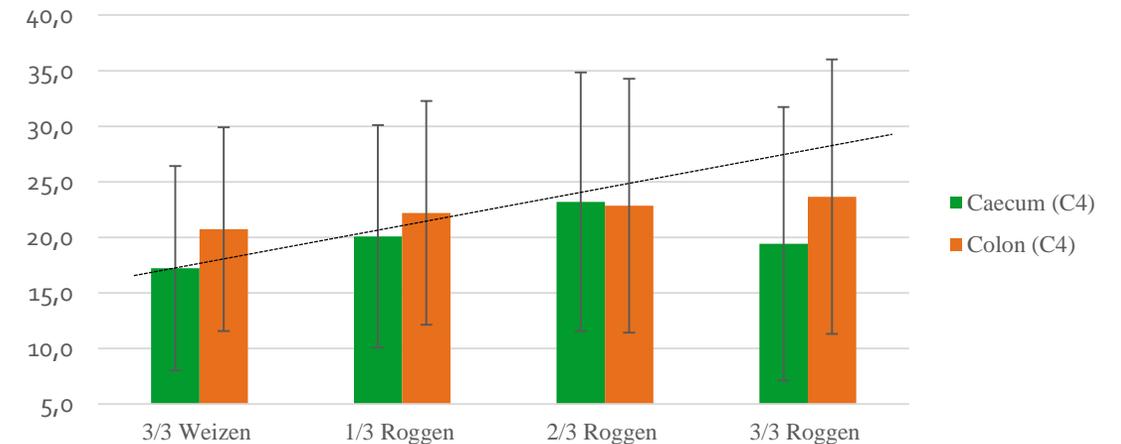
*Microorganisms* 2020, 8(11), 1629; <https://doi.org/10.3390/microorganisms8111629>

Received: 28 September 2020 / Revised: 18 October 2020 / Accepted: 20 October 2020 / Published: 22 October 2020

(This article belongs to the Special Issue Control and Intervention Strategies to Reduce Foodborne Pathogens in Animal Agriculture)

View Full-Text | Download PDF | Browse Figures | Cite This Paper

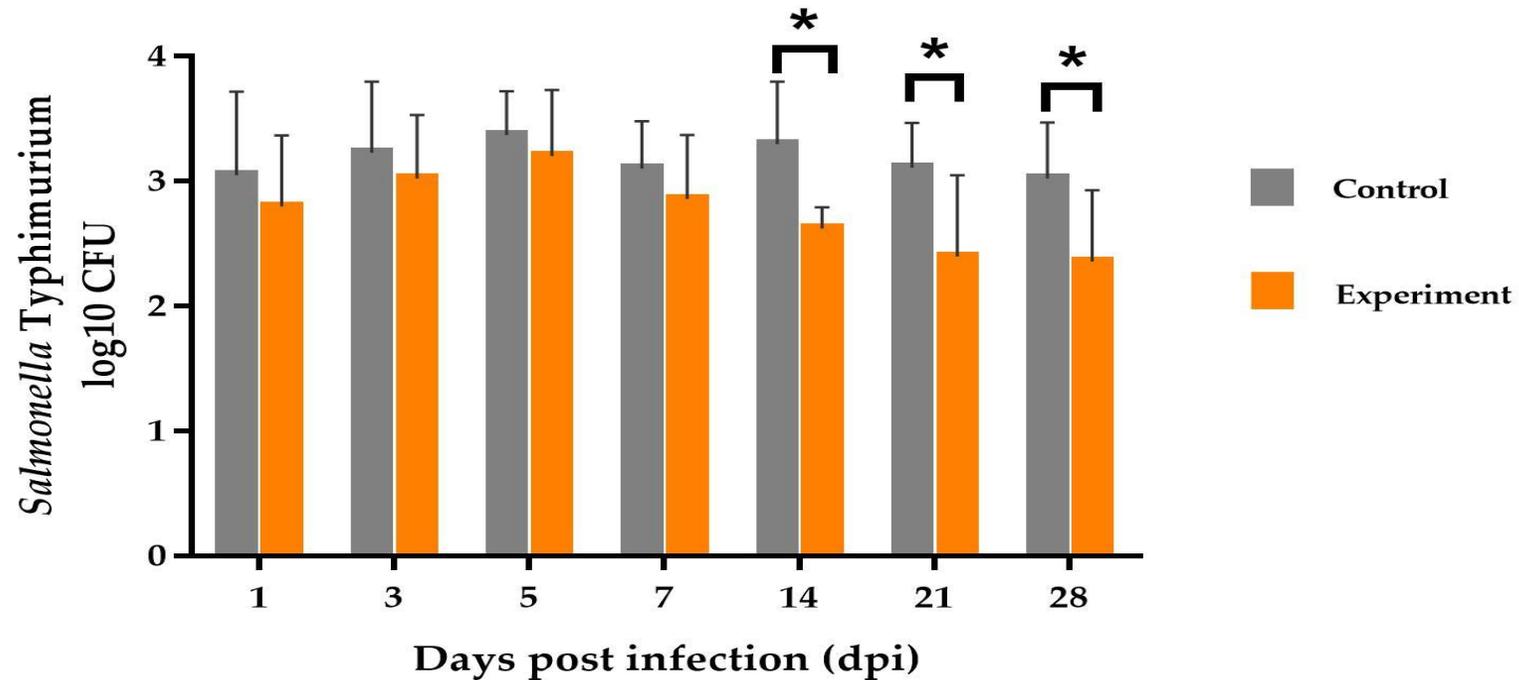
Butyratkonzentration (mmol/kg uS) im Chymus junger Schweine bei steigendem Anteil an NSP im Mischfutter



## Diätetischer Einsatz – Futter für den Darm

### » Salmonellenausscheidung über den Kot

- Geringere Ausscheidung in der Gruppe, die mit 69 % Roggen gefüttert wurde



Salmonellenanzahl (log<sub>10</sub> KBE/g Kotprobe) von Ferkeln nach einer experimentellen oralen Infektion mit *Salmonella Typhimurium*

# Diätetischer Einsatz – Futter für den Darm

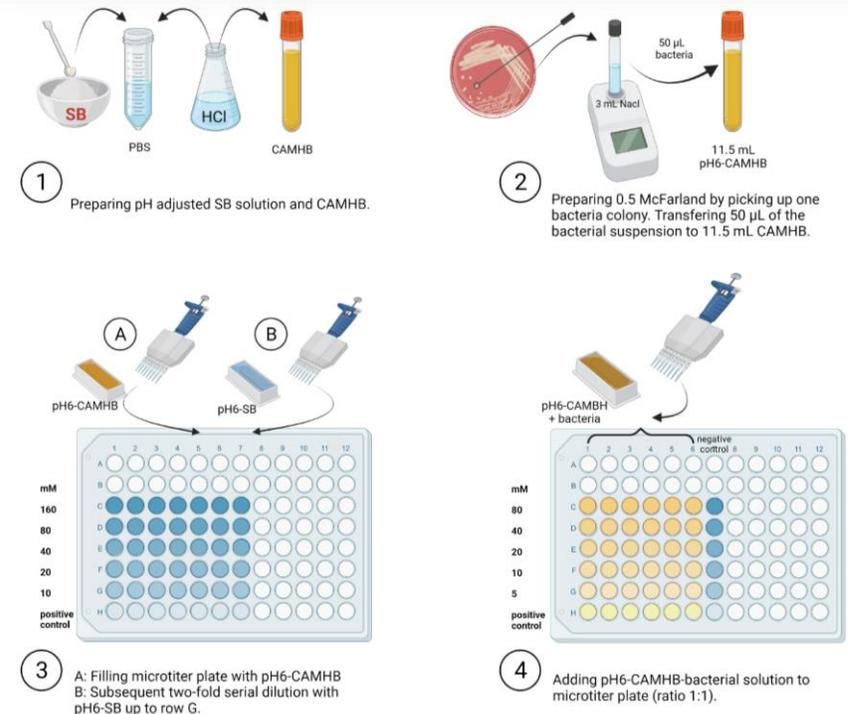
## Einfluss von Butyrat auf das Wachstum von Salmonellen

» Mikrodilutions-Methode zur Quantifizierung des Wachstums (CFU):

- 3 Salmonellen Stämme
- 6 Natrium-Butyrat Konzentrationen (0 – 80 mM)
- 6 Inkubations-Zeiten (0 – 24 h)
- pH 6  $\cong$  Dickdarm Schwein

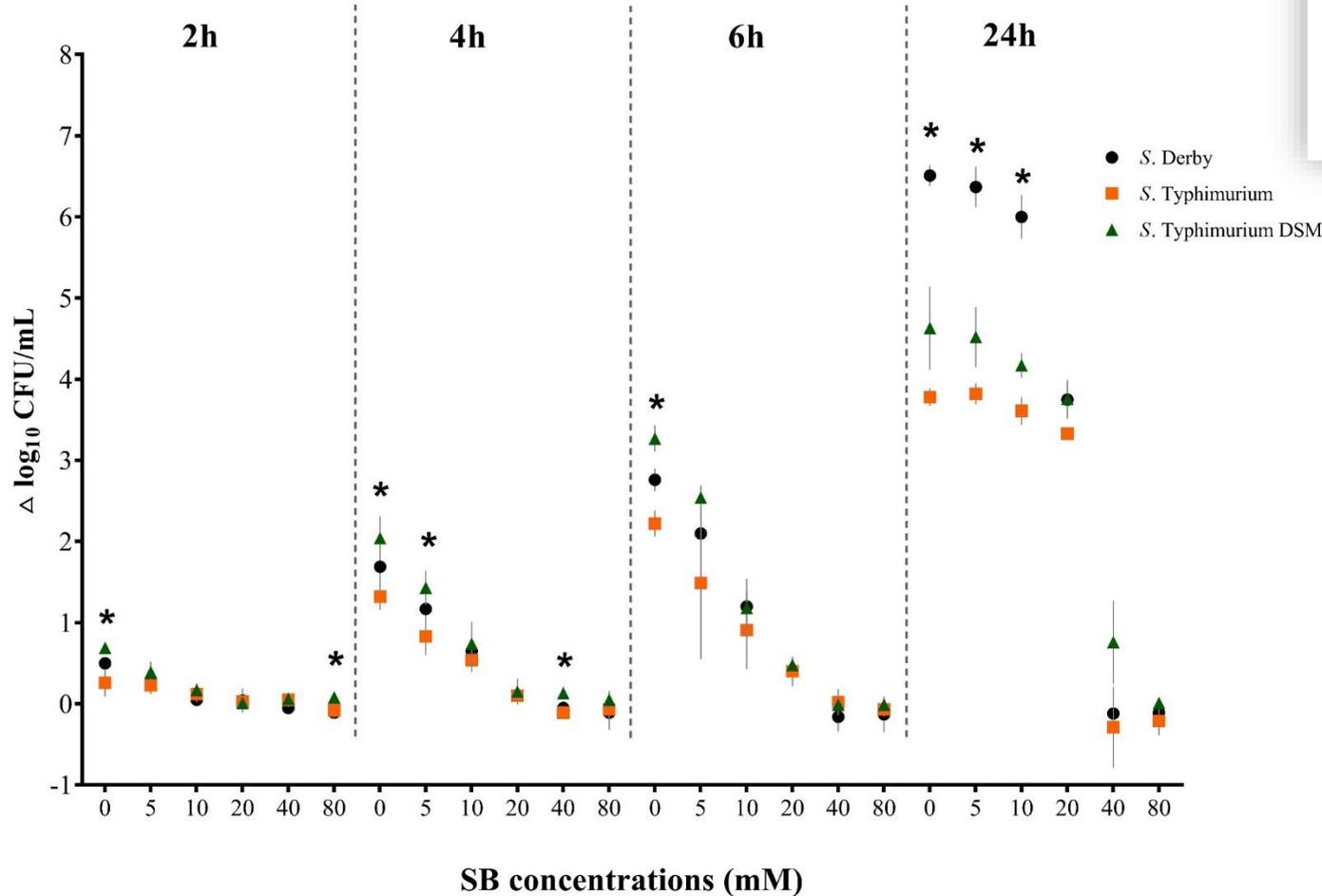
*In vitro* evaluation of sodium butyrate on the growth of three *Salmonella* serovars derived from pigs at a mild acidic pH value

Isabell Hollmann,<sup>1</sup> Jan Berend Lingsen,<sup>2,1,\*</sup> Bussarakam Chuppava,<sup>1</sup> Volker Wilke,<sup>1</sup> Amr Abd EL-Wahab,<sup>1,2</sup> Juhle Buch,<sup>3</sup> Julia Hankel,<sup>1</sup> Marwa F. E. Ahmed,<sup>4,†</sup> and Christian Visscher<sup>1,†</sup>



**Figure 1.** Overview of experimental set-up. SB: Sodium butyrate; PBS: Phosphate Buffer Saline; HCl: Hydrochloric acid; CAMHB: Cationic Adjusted Mueller-Hinton broth; NaCl: Sodium chloride (Created with BioRender.com)

# Diätetischer Einsatz – Futter für den Darm

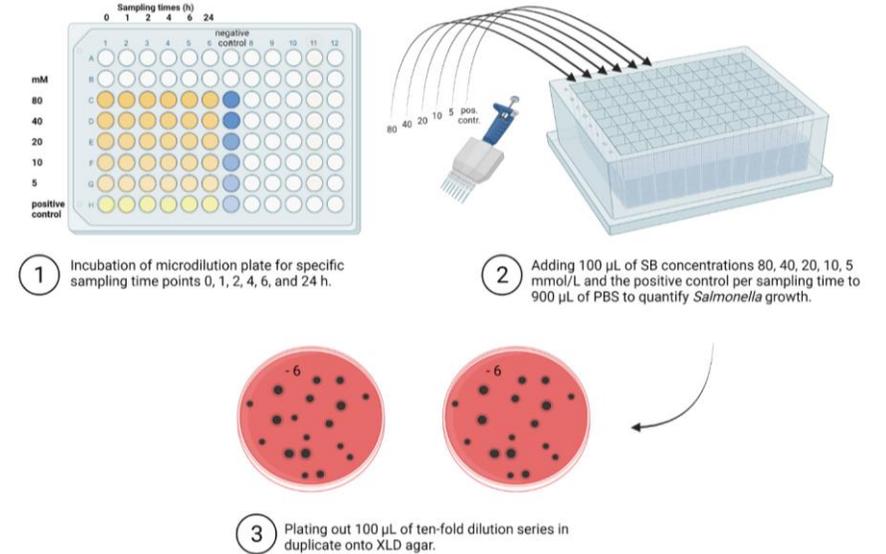


**Figure 6.** Growth rate ( $\Delta \log_{10}$  CFU/mL) for the serovars *S. Derby* (circle), *S. Typhimurium* (square) and *S. Typhimurium* DSM 19587 (triangle) for three consecutive trials ( $n=3$ ) for sodium butyrate (SB) concentrations 0, 5, 10, 20, 40, and 80 mM divided by incubation duration 2, 4, 6 and 24 h; \* indicates significant difference between serovars ( $p < 0.05$ )

Dr. Volker Wilke

## In vitro evaluation of sodium butyrate on the growth of three *Salmonella* serovars derived from pigs at a mild acidic pH value

Isabell Hollmann,<sup>1</sup> Jan Berend Lingsen,<sup>2,1,\*</sup> Bussarakam Chuppava,<sup>1</sup> Volker Wilke,<sup>1</sup> Amr Abd EL-Wahab,<sup>1,2</sup> Juhle Buch,<sup>3</sup> Julia Hankel,<sup>1</sup> Marwa F. E. Ahmed,<sup>4,\*</sup> and Christian Visscher,<sup>1,†</sup>



**Figure 2.** Overview of quantitative *Salmonella* detection. SB: Sodium butyrate; PBS: Phosphate Buffer Saline; XLD: Xylose Lysine Deoxycholate (Created with BioRender.com)

# Diätetischer Einsatz – Futter für den Darm

- Hohe bakterielle N-Fixierung durch Mikrobiota
  - N-Fixierung für eigenes Wachstum
  - Reduktion negativer Effekte auf die Darmwand
  - Beeinflussung durch Quantität und Qualität des eingetragenen Substrates
- Verlagerung des N-Ausscheidungsweges vom Urin zum Kot
  - Positive Effekte auf Organismus und Stallklima



Contents lists available at ScienceDirect

Animal Feed Science and Technology

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/anifeedsci](http://www.elsevier.com/locate/anifeedsci)



Review article, Non-ruminant

Dietary fiber and protein fermentation in the intestine of swine and their interactive effects on gut health and on the environment: A review

Rajesh Jha\*, Julio F.D. Berroscoso

Department of Human Nutrition, Food and Animal Sciences, College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii at Manoa, Honolulu, HI 96822, USA

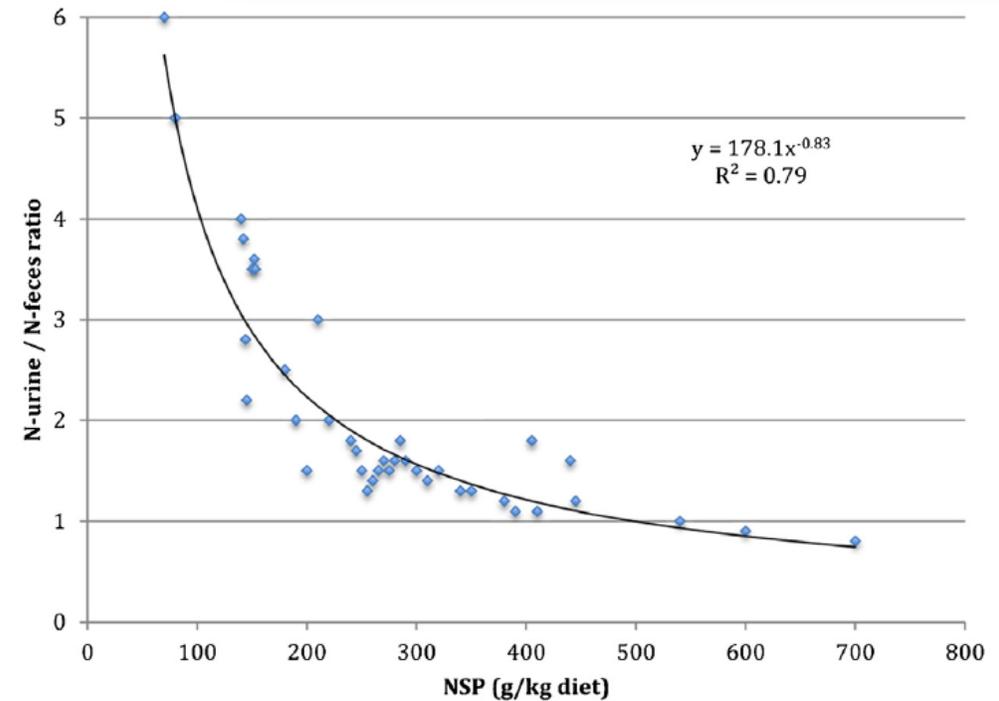


Fig. 1. Relation between non-starch polysaccharides (NSP) content of the diet and the urine N excretion ratio (Jongbloed, 2001).

# Diätetischer Einsatz – Futter für den Darm

Ein Kohlenhydrateffekt im vorderen Verdauungstrakt?

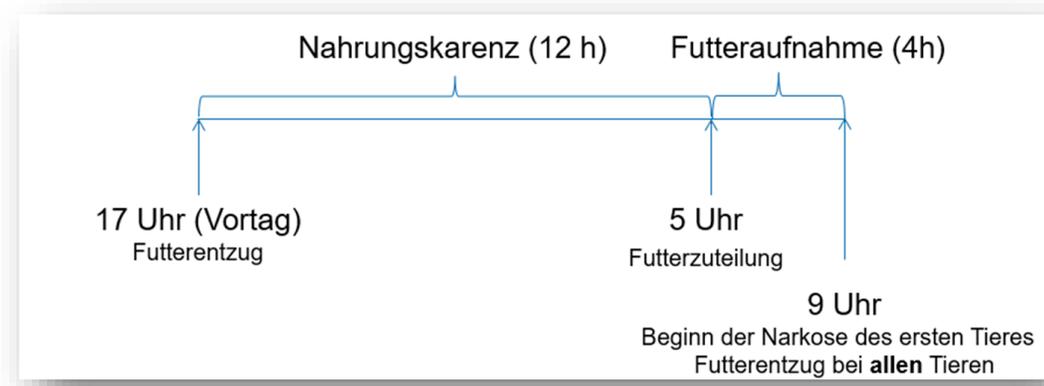
	WHEAT 3/3	RYE 1/3	RYE 2/3	RYE 3/3
Weizen	69,0 %	46,0 %	23,0 %	
Roggen		23,0 %	46,0 %	69,0 %
SES	11,5 %	11,5 %	11,5 %	11,5 %
Gerste	10,0 %	10,0 %	10,0 %	10,0 %
Kartoffeleiweiß	5,10 %	4,95 %	4,90 %	4,90 %
Calciumcarbonat	1,00 %	1,00 %	0,95 %	0,90 %
Monocalciumphosphat	0,90 %	0,90 %	0,95 %	1,00 %
Sojaöl	0,50 %	0,50 %	0,50 %	0,50 %
Natriumchlorid	0,35 %	0,40 %	0,40 %	0,40 %

Received: 23 November 2020 | Accepted: 15 March 2021  
 DOI: 10.1111/jpn.13549

ORIGINAL ARTICLE

Effects of increasing dietary rye levels on physicochemical characteristics of digesta and its impact on stomach emptying as well as the formation of 'doughballs' in stomachs of young pigs

Volker Wilke<sup>1</sup> | Richard Grone<sup>2</sup> | Andreas von Felde<sup>2</sup> | Amr Abd El-Wahab<sup>3</sup> | Tetra Wolf<sup>4</sup> | Josef Kamphues<sup>1</sup>

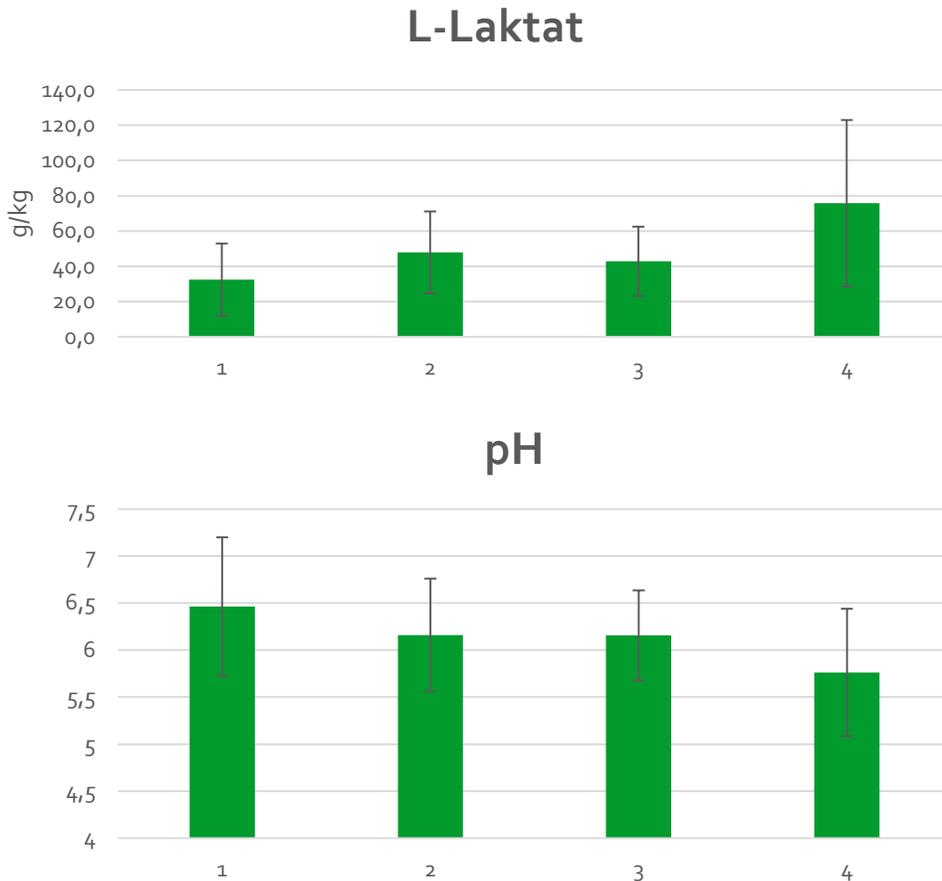


Group	Feed intake (DM)	Time (h)	Stomach emptying <sup>a</sup> g DM/h
3/3 Wheat	559 ± 110	5.50 ± 1.29	80.9 ± 17.3
1/3 Rye	518 ± 80.4	5.60 ± 1.35	68.7 ± 16.6
2/3 Rye	531 ± 108	5.60 ± 0.651	70.0 ± 12.0
3/3 Rye	529 ± 90.7	5.50 ± 1.33	70.1 ± 20.1

Futteraufnahme vor den Sektionen sowie Magenentleerungsrate

# Diätetischer Einsatz – Futter für den Darm

Ein Kohlenhydrateffekt im vorderen Verdauungstrakt?



Milchsäure-Gehalte und pH-Werte im Dünndarm-Inhalt junger Schweine bei Einsatz eines NSP-reichen Mischfutters

Dr. Volker Wilke

- ✓ Bereits im Dünndarm (je nach Substrat) fermentative Vorgänge
- Gezielte diätetische Nutzung zur Reduktion des Eintrags von Pathogenen möglich

Received: 23 November 2020 | Accepted: 15 March 2021  
DOI: 10.1111/jpn.13549

ORIGINAL ARTICLE

Effects of increasing dietary rye levels on physicochemical characteristics of digesta and its impact on stomach emptying as well as the formation of 'doughballs' in stomachs of young pigs

Volker Wilke<sup>1</sup> | Richard Grone<sup>2</sup> | Andreas von Felde<sup>2</sup> | Amr Abd El-Wahab<sup>3</sup> | Tetra Wolf<sup>4</sup> | Josef Kamphues<sup>1</sup>

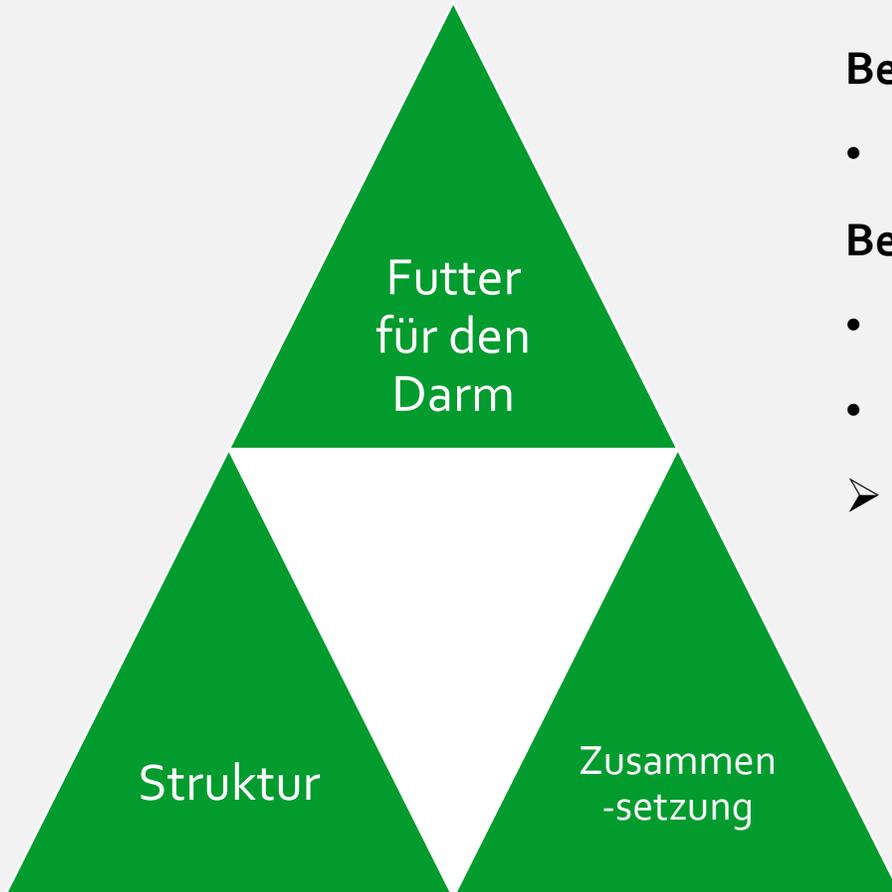
WILKE ET AL.

Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition | WILEY | 21

TABLE 2 Analysed nutrient composition of compound feeds (g/kg DM)

Diet	I	II	III	IV
Group	3/3 Wheat	1/3 Rye	2/3 Rye	3/3 Rye
DM content (g/kg as fed)	897	897	894	899
Crude ash	48.4	53.2	46.2	51.3
Crude protein	205	205	198	198
Crude fat	27.4	28.1	32.6	24.5
Crude fibre	26.2	24.9	29.9	22.0
NfE	625	622	624	637
Starch	530	514	493	491
Sugar	41.3	46.5	52.1	60.0
NSP (total)	123	-	-	140
NSP (insoluble)	88	-	-	93
Arabinoxylans (total)	63	-	-	74
Arabinoxylans (soluble)	18	-	-	27
Dietary fibre	143	-	-	156

## Schlussfolgerungen



### Beeinflussung des Substrats im Dickdarm durch das Tier:

- Praecaecale Verdauungsvorgänge

### Beeinflussung des Substrats im Dickdarm durch das Futter:

- Struktur der eingesetzten Futtermittel (resistente Stärke)
- Anteil an Nicht-Stärke-Polysacchariden
- Präbiotisch wirksame „Dietary Fiber“ (≠ Rohfaser)

### ➔ Beeinflussung des Fermentationsmusters

- Darmgesundheit
- Erregerelimination
- N-Fixierung
- Verhalten
- ...

