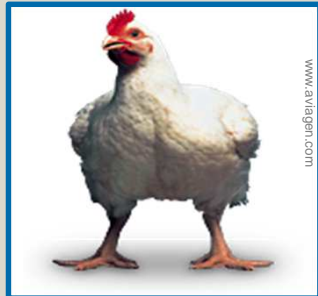


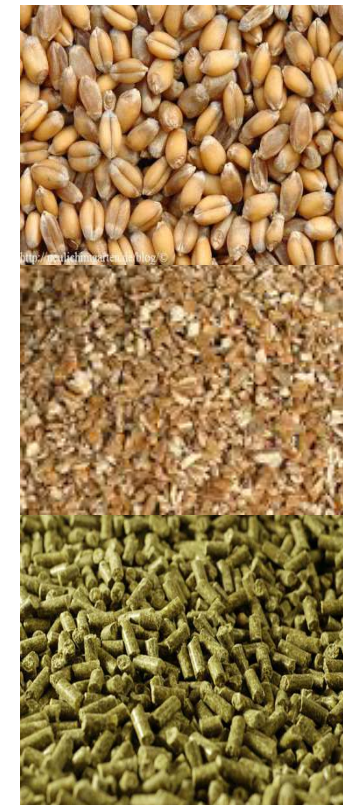
Die STRUKTUR im Mischfutter für Schweine bzw. Masthähnchen: Auswirkungen (in vivo/in vitro) bei experimenteller Infektion mit Zoonoseerregern



Gliederung



- **Charakterisierung der STRUKTUR im Mischfutter (MF)**
- **Auswirkungen der MF-Struktur auf die GESUNDHEIT**
- **In vivo/in vitro-Untersuchungen (METHODISCHES)**
- **MF-Struktur: Effekte bzgl. SALMONELLEN**
- **MF-Struktur: Effekte bzgl. SONSTIGER ERREGER**
- **Einordnung der Ergebnisse im KONTEXT**
- **Zusammenfassung**



Vorgehen bei der Siebanalyse und mögliche Einflüsse auf das Ergebnis (Kamphues et al. 2007)



Probenmaterial: <u>SCHROTFÖRMIGES FUTTER</u>	<u>PELLETIERTES / GEBRÖSELTES FUTTER</u>	
Vorbehandlung: keine	Suspendierung im Wasser bis zum Zerfall (1 h) Hierbei: Quellung und Lösung	
Technik: Siebturm (diverse Siebe)	Siebturm (diverse Siebe)	
- Einflüsse: aufgegebene Probenmenge Art der Bewegung (horiz./vertikal) Dauer des Siebvorgangs (von Hand/automatisiert auf einem Schüttler)	aufgegebene Probenmenge Intensität der Spülung (Wassermenge / Wasserdruck) Art und Intensität der Siebbewegungen	
	ohne Bewegung	mit Bewegung
	Länge der Partikel!	Durchmesser der Partikel!
Probleme: Verstopfen feiner Siebe	Verstopfen feiner Siebe	
Fehlerquellen: verbackene Partikel (Melasse, Öl) Zerkleinerung durch Scherkräfte (?) Partikel an Siebunterseite (?)	Agglomerate verbleiben auf oberen Sieben	
	Ungleichmäßige	-----
	Wasserverteilung	-----
Standardisierung: Probenmenge sowie Dauer u. Intensität der Siebbewegungen	Suspendierung Spülvorgang	Suspendierung Spülvorgang Siebbewegung
zusätzlich beachten: Probenmaterial aus Probenteiler!	Gelöste Substanzen in der feinsten Fraktion (< 0,xx mm)	

Darstellung der Ergebnisse einer Siebanalyse



Alle Anteile aller Fraktionen unterschiedlicher Korngröße

- sehr detailliertes Bild (tabellarisch/graphisch)	> 1000 μm	= 37,0 %
- Nachteile: übersichtlich/vermittelbar/auswertbar?	< 1000 - 200 μm	= 31,6 %
	< 200 μm	= 31,4 %

Mit einer einzigen Maßzahl

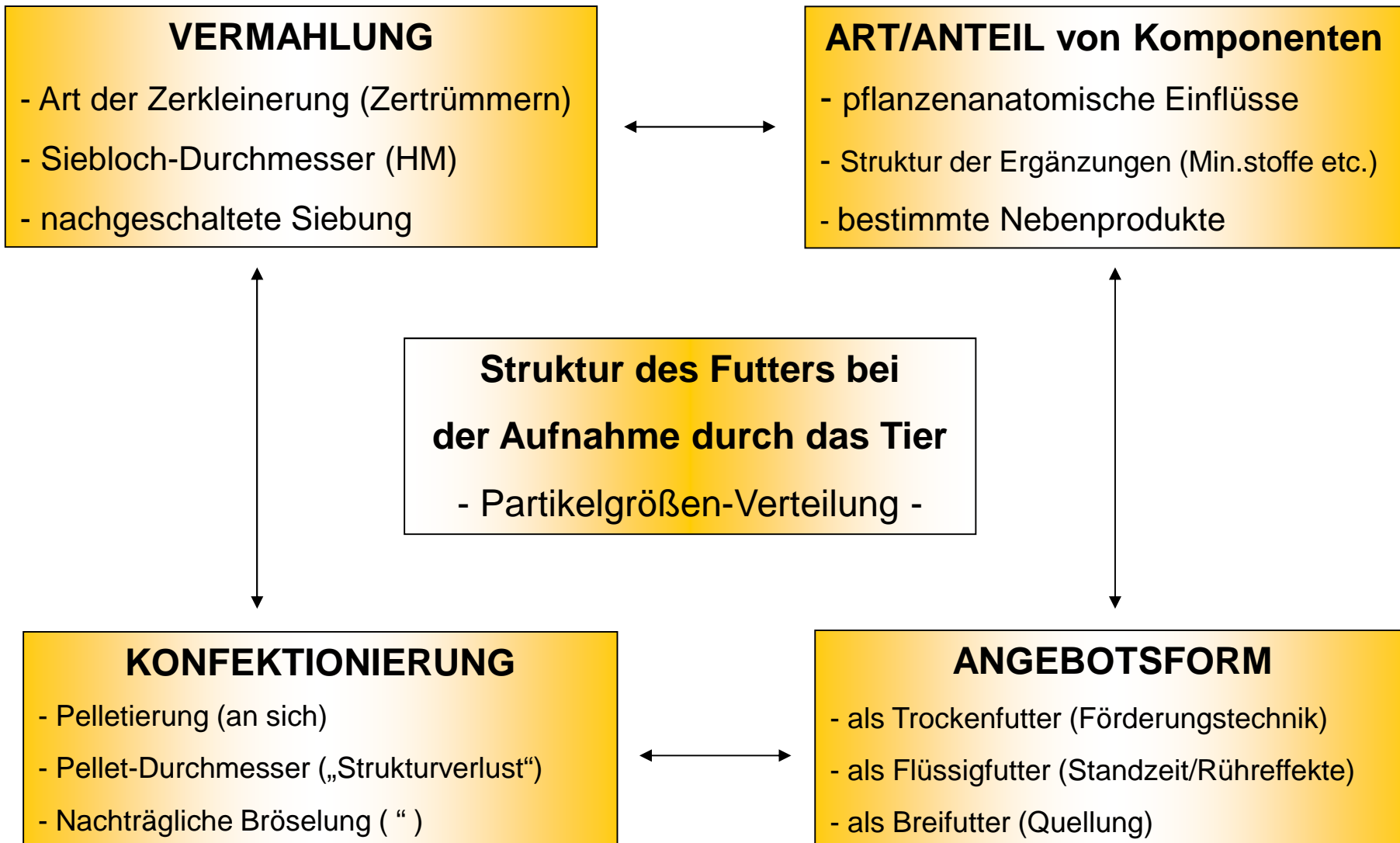
- „mittlerer Durchmesser“ aus der Summenprozentkurve	500 μm
- dMEAN (discrete mean particle size; = arithm. Mittel; Fokus auf dem Sieb)	972 μm
- GMD (geometric mean diameter; Siebgröße logarithmiert)	508 μm

Praxislösungen (vereinfacht/vor Ort umsetzbar)

- Beschränkung auf „kritische Siebgrößen“, d. h. z. B. < 0,2/> 1,0 mm	> 1000 μm	= 37,0 %
- „Schüttelbox“ mit visueller Auswertung etc.	< 200 μm	= 31,4 %
- sensorische Prüfung (visuelle Beurteilung von Getreideteilen etc.)		

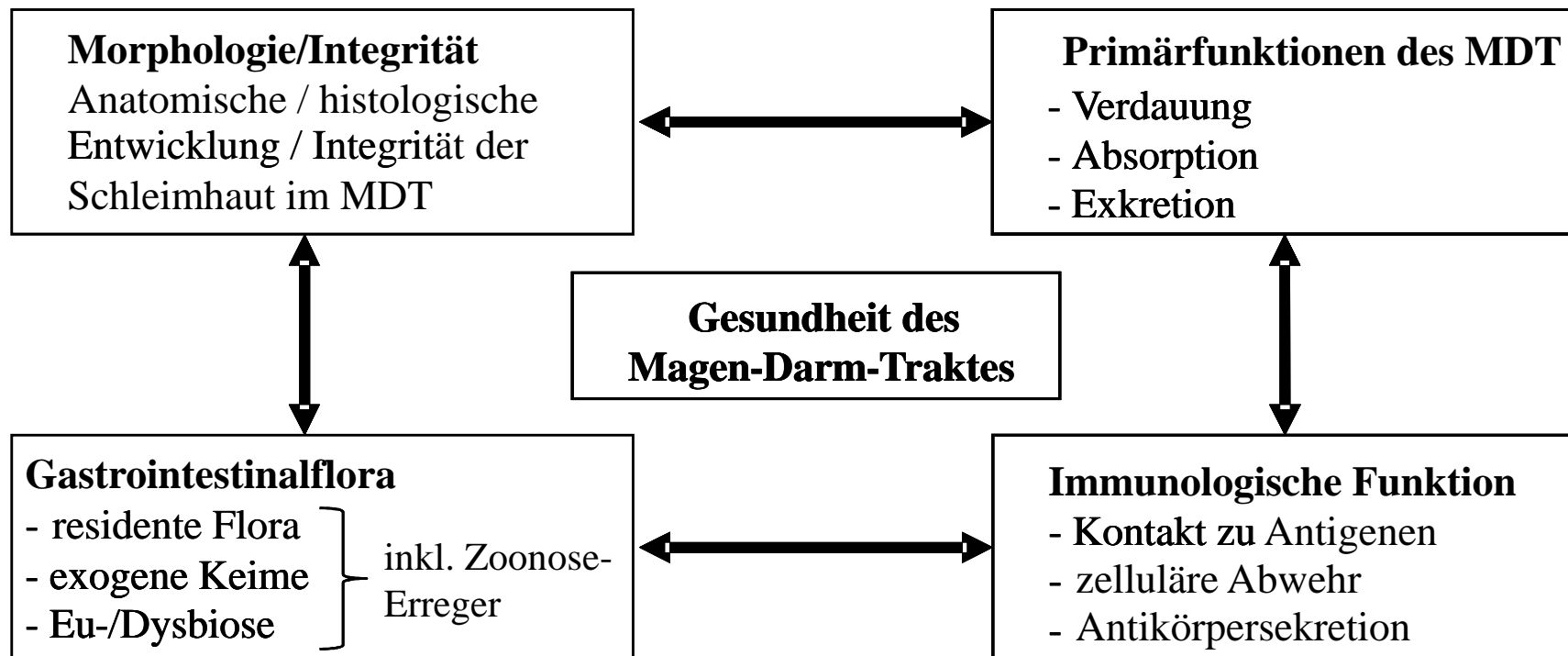
Wolf, Arlinghaus, Kamphues, Sauer, Mosenthin 2012

Die Mischfutterstruktur: Eine Resultante aus diversen Einflüssen (Kamphues et al. 2007)



Die Gesundheit des Magen-Darm-Traktes

- Facetten, die einer näheren Charakterisierung dienen



Kamphues 2011

Die Pancreasmasse (in Relation zur KM) unter dem Einfluss einer unterschiedlichen Mischfutterstruktur beim Schwein und Geflügel



Vermahlung Konfektionierung GMD (µm)	fein (H) Pellet 292	grob (W) Schrot 534	grob (W) Pellet 486	grob (W) Extrudat 344	Arlinghaus 2013
Schwein Pancreasmasse (% der KM)	0,188^a ± 0,016	0,205^a ± 0,019	0,181^a ± 0,023	0,191^{ab} ± 0,020	
Vermahlung Konfektionierung dMEAN (µm)	fein (H) Pellet 520	grob (W) Pellet 856	fein (H) Pellet + W ¹⁾ 972	grob (W) Extrudat 437	Witte 2012
Broiler Pancreasmasse (% der KM)	0,160^b ± 0,025	0,176^a ± 0,026	0,160^b ± 0,027	0,172^a ± 0,029	

1) 22 % des AF in Form ganzen Weizens in die Pelletierung geben



Drüsenmagen-Dilatation



Prävalenz und Ausprägung von Dilatationen (PD)

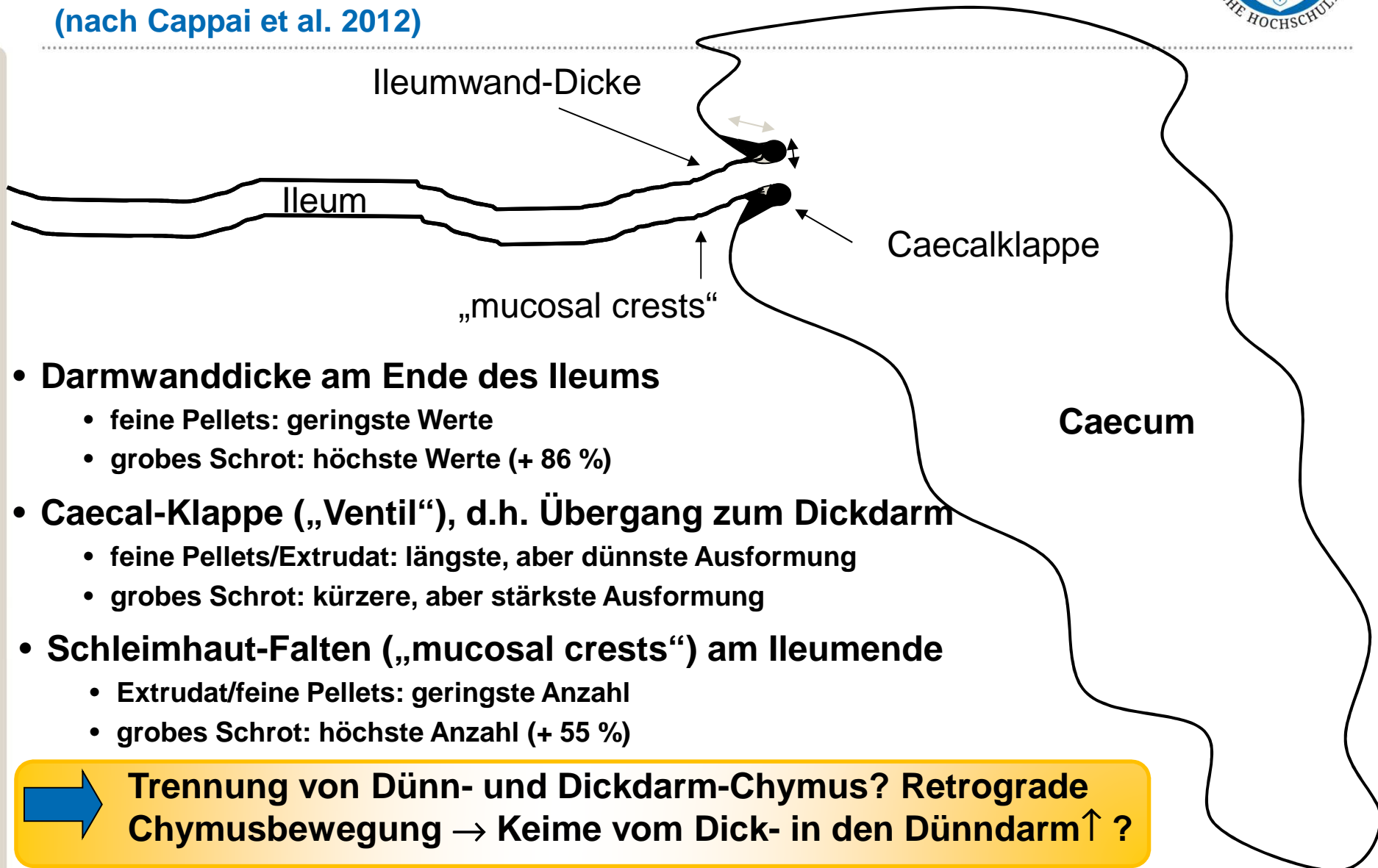
Mischfutter		Pellet fein	Pellet grob	Pellet mit Korn	Extrudat
sezierte	total (n)	75	75	75	75
Tiere	d 35 (n)	48	52	50	52
Tiere mit PD	(n) (%) ¹⁾	8 (10,7 / 16,7)	1 (1,33 / 1,92)	1 (1,33 / 2,00)	1 (1,33 / 1,92)
Grad der PD	ggr.	2	1	1	1
	mgr.	3	0	0	0
	hgr.	3	0	0	0

¹⁾ Bezogen auf die Gesamtzahl der Versuchstiere / Tiere, die in der letzten Versuchswoche seziert wurden

- Drüsenmagen-Dilatationen wurden ausschließlich in der letzten Versuchswoche beobachtet (Praxis: letzte Mastwoche)

Witte 2012

Zum Einfluss der Futterstruktur auf die Morphologie (Ausformung) des Übergangs vom Dünn- zum Dickdarm bei jungen Schweinen (nach Cappai et al. 2012)



- **Darmwanddicke am Ende des Ileums**
 - feine Pellets: geringste Werte
 - grobes Schrot: höchste Werte (+ 86 %)
- **Caecal-Klappe („Ventil“), d.h. Übergang zum Dickdarm**
 - feine Pellets/Extrudat: längste, aber dünnste Ausformung
 - grobes Schrot: kürzere, aber stärkste Ausformung
- **Schleimhaut-Falten („mucosal crests“) am Ileumende**
 - Extrudat/feine Pellets: geringste Anzahl
 - grobes Schrot: höchste Anzahl (+ 55 %)

➔ Trennung von Dünn- und Dickdarm-Chymus? Retrograde Chymusbewegung → Keime vom Dick- in den Dünndarm ↑ ?

Versuche zur Bedeutung der MF-Struktur für Bakterien bzw. Erreger im Magen-Darm-Trakt von Schweinen und Broilern



	normale GIT-Flora	pathogene E. coli	Streptococcus suis	Campylobacter spp.	Salmonella (S. ent./S. derby)
Tier (Schw/Broiler)	+++	+++	+++	-	-
Mensch	-	(+)	+ / +++	+++	+++
Charakterisierung	+	-	-	+	+
Infektion/ Inkubation	-	+	+	-	+
Autoren¹⁾	Bullermann 2012 Üffing 2012	v. u. z. Mühlen 2015	Koop 2013	Üffing 2012	Ratert 2013 Koop 2013

1) Fokus Schwein: Bullermann (2012), Koop (2013), v. u. z. Mühlen (2015)
Fokus Broiler: Üffing (2012), Ratert (2013)



Zum Einfluss der Mischfutter-STRUKTUR auf die Magen-Darm-Flora junger Schweine (Flat-Deck-Phase)



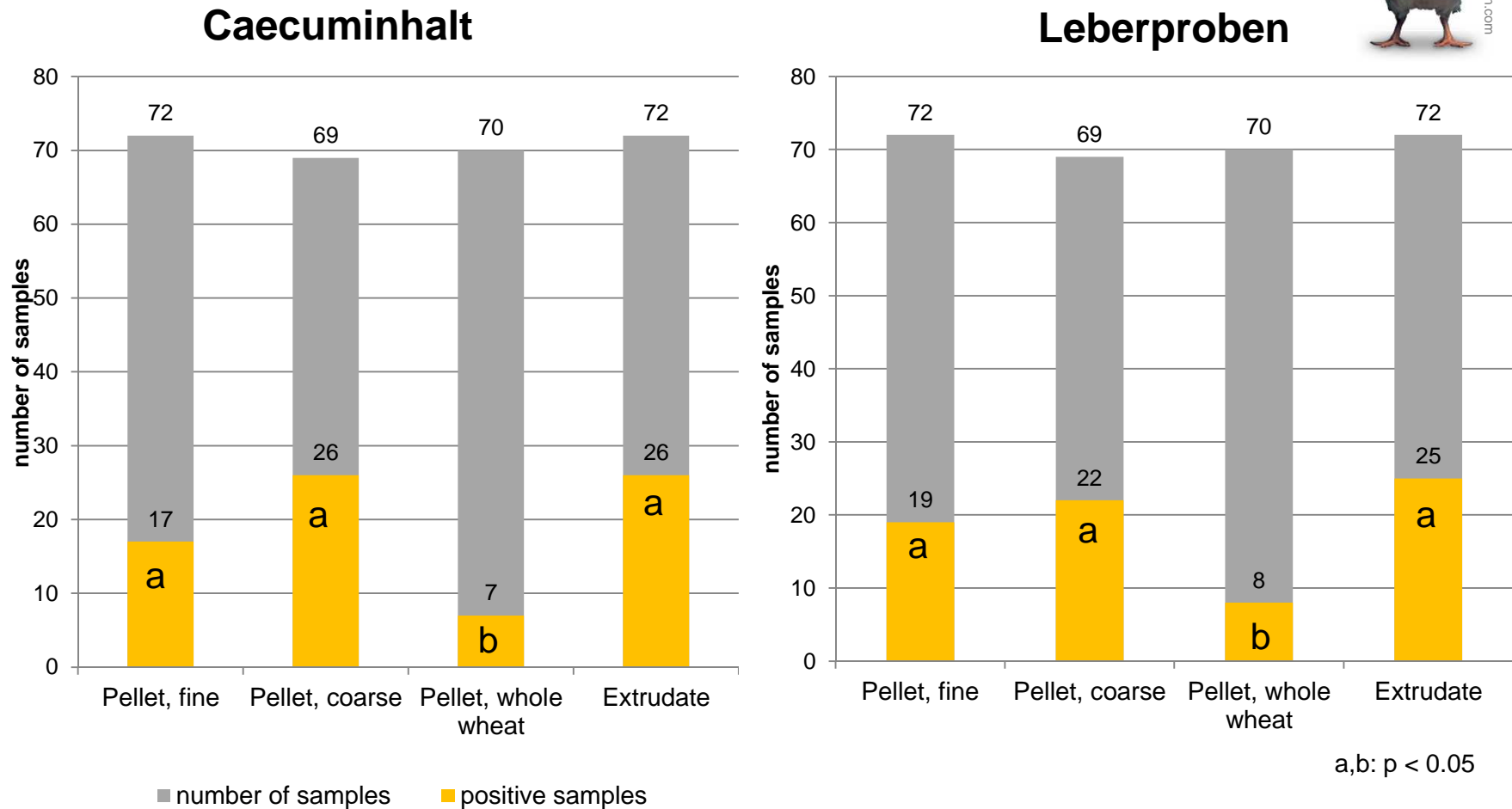
Mischfutter Vermahlungsart	Pellet fein Hammermühle	Schrot grob Walzenstuhl	Pellet grob Walzenstuhl	Extrudat grob Walzenstuhl
> 1mm (%)	8,97	45,8	41,6	29,3
< 0,2 mm (%)	42,4	27,2	32,7	43,7
pH (Pylorus)	3,76 ^a	2,83 ^b	3,62 ^a	3,31 ^{ab}
E. coli (log₁₀ KbE/g Chymus)				
kaudaler Dünndarm	6,10 ^a ± 0,743	4,96 ^b ± 1,18	5,68 ^{ab} ± 0,752	5,33 ^{ab} ± 0,972
Laktobazillen (log₁₀ KbE/g Chymus)				
Caecum	7,45 ^a ± 0,600	8,15 ^b ± 0,657	8,08 ^b ± 0,564	8,01 ^b ± 0,749

Bullermann et al. 2012

Nachweis von Salmonellen im Caecuminhalt sowie in Leberproben von Broilern („contact birds“) bei unterschiedlicher MF-Struktur und experimenteller Infektion von zwei Tieren/Gruppe



Qualitativer Nachweis von *Salmonella* spp.



Ratert et al. 2013

Die Magenchymusacidierung („Magenbarriere“) bei Absetzferkeln: Bedeutung für E. coli (definierter Stamm, Durchfallerreger)?

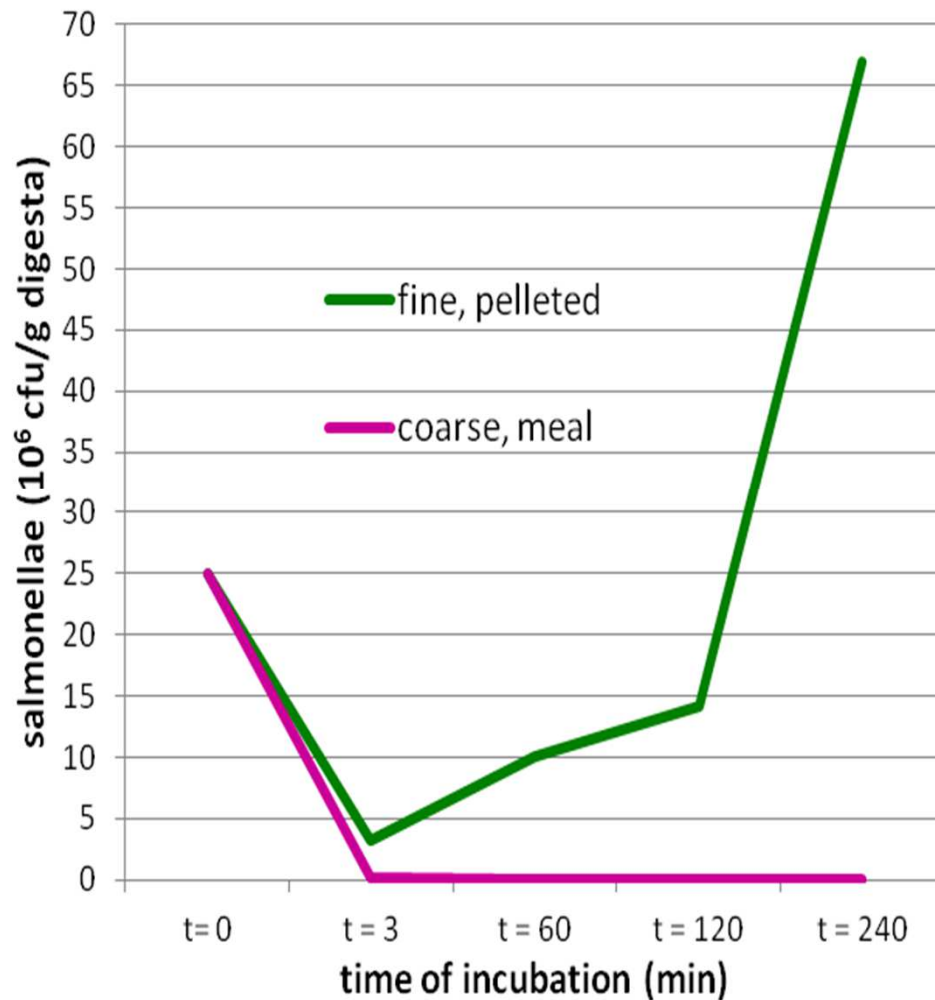


Ansatz 1 „Inkubationsversuch“	Ansatz 2 „Infektionsversuch“
Spezifizierte E. coli-Keime werden in vitro dem Magenchymus unterschiedlich gefütterter Spendertiere ausgesetzt	Spezifizierte E. coli-Keime werden mit dem Futter verabreicht; 1,5 h danach Tötung zur Chymusgewinnung
Überlebensrate nach unterschiedlicher Expositionsdauer (3 Min. → 240 Min.)	Keimzahlen dieses applizierten E. coli-Keimes an verschiedenen Lokalisationen
Elimination im Magen ? chymus	Passage des vorderen ? Verdauungstraktes



von und zur Mühlen 2015

Die Überlebensrate von *Salmonella Derby* in-vitro (Magenchymus) bei unterschiedlicher MF-Struktur



- **Fütterung des Spendertieres:**
feines, pelletiertes MF bzw.
grobes schrotförmiges MF
- **In-vitro-Bedingungen:**
Einsatz von Magenchymus
aus der Fundusregion
- **Inkubation mit *S. Derby* über**
3, 60, 120 und 240 Min.

Koop et al. 2013

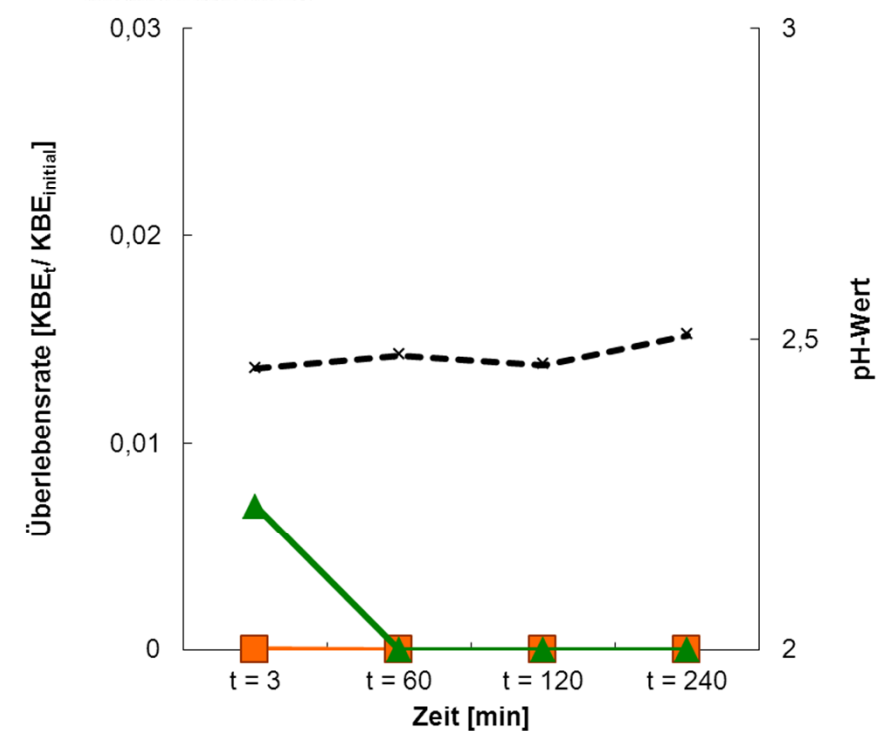
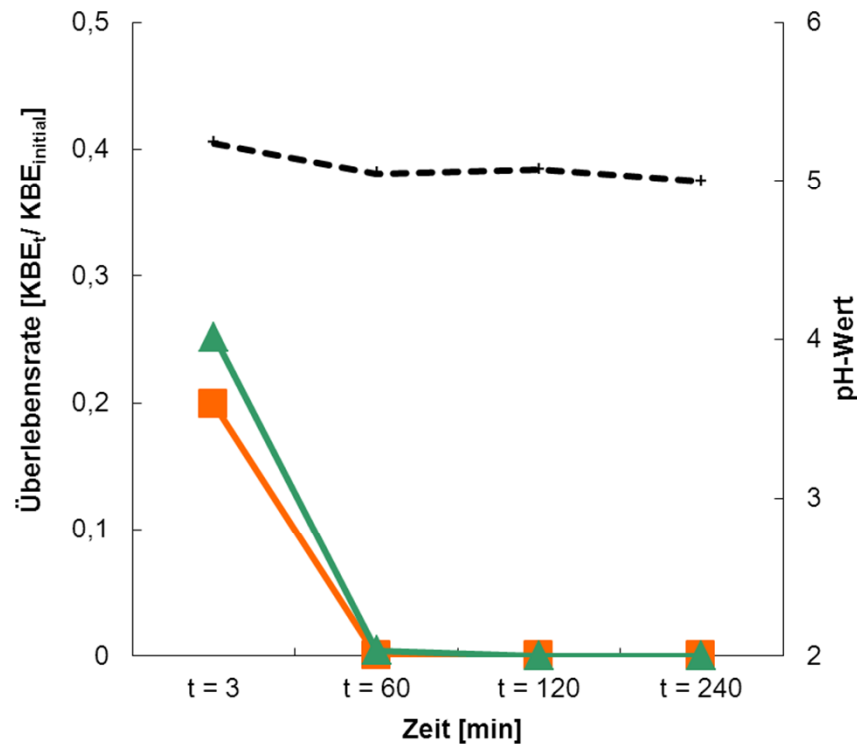
Die Überlebensrate von *Streptococcus suis* in-vitro (Magenchymus) bei unterschiedlicher MF-Struktur



Pellet fein



Schrot grob



—■— Sc. suis Stamm 10

—▲— Sc. suis A3286/94

- - - x - - - pH

Koop 2013

Ergebnisse aus den E. coli-Inkubations-/Infektionsversuchen (Absetzferkel)



Ansatz 1

„Inkubation im Magenchymus“

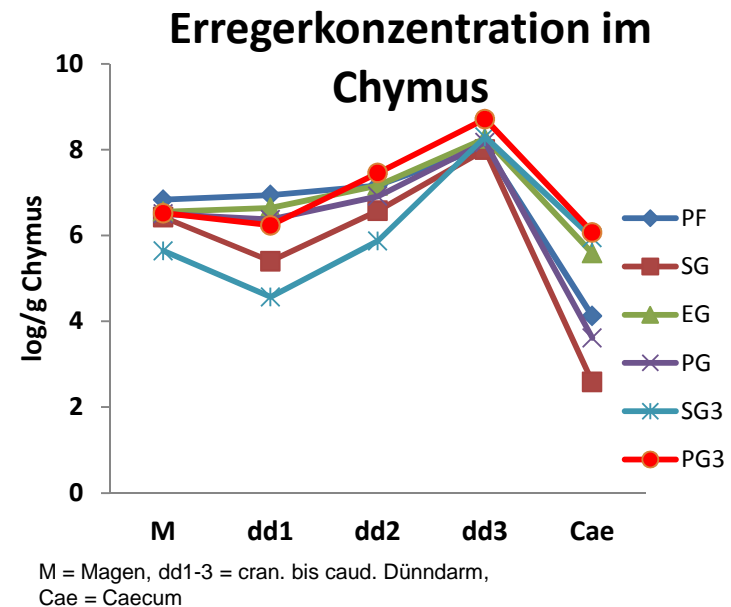
Keimgehalt log/g Chymus (rel. Anteil %):

Mischfutter	PF fein pelletiert	SG grobes Schrot
Bouillon	9,41 (100)	9,34 (100)
3 min	8,08 (86)	8,18 (88)
60 min	8,19 (87)	8,24 (88)
120 min	8,54 (91)	8,07 (86)
240 min	8,48 (90)	8,13 (87)

selbst nach 4 h: noch ca. 90 %!
kein Einfluss der MF-Struktur!
höchste pH-Toleranz!
Unterschied zu Salm. oder Streptoc.!

Ansatz 2

„Infektion mit spezif. E. coli“



ein erheblicher Teil der Erreger überwindet die „Magenbarriere“ (fließt vermutlich mit flüssiger Phase dem Futter voraus/1,5 h → Caecum!)

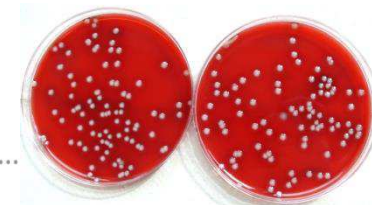
v. u. z. Mühlen 2015

Einflüsse der MF-Struktur auf das Vorkommen bzw. die Keimzahl von *Campylobacter* im Caecuminhalt von Broilern (nach Üffing 2012)



Bezeichnung	Pellet, fein	Pellet, grob	Pellet, g.k. ¹⁾	Extrudat
Vermahlung Kompaktierung	fein (HM) Pellet	grob (WS) Pellet	fein (HM) Pellet	grob (WS) Extrudat
n (Tiere, gesamt)	75	75	75	75
n (Tiere, getestet)	◆ ————— jeweils 3 x 5 ————— ◆			
Nachweis von C.	8/15	6/15	5/15	9/15
Keimzahl bei pos. Tieren (log KBE/g Chymus)	2,64 ^{ab} (2,74)	2,12 ^{ab} (2,78)	1,45 ^b (2,23)	3,52 ^a (3,07)

1) gK: 22 % ganzer Weizen in die Pelletieranlage; 78 % der Mischung feine Vermahlung in der Hammermühle



Die MF-STRUKTUR bei Schweinen/Broilern: Ergebnisse im Kontext



Getreide (Arten/Sorten)	Art und Intensität der Zerkleinerung/Vermahlung bestimmen maßgeblich die STRUKTUR im Mischfutter (eine Funktion, die prinzipiell dem Grundfutter in der Wiederkäuer-Fütterung vergleichbar ist)
MF-Struktur	Neben der Verdaulichkeit gibt es vielfältigste Auswirkungen im/am GIT, u. a. anatomischer, histologischer, ernährungsphysiologischer, mikrobiologischer Art (es geht um mehr als nur um die Vermeidung von Magenulzera)
Erreger (mit/ohne zoonotische(r) Relevanz)	Diverse Effekte (s. o.) am/im GIT führen zu Vorteilen einer gröberen MF-Struktur, wenn es um spezielle Zoonose-Erreger geht (d. h. eine geeignete MF- Struktur mindert Risiken für bestimmte LM-Kontaminationen)



Möglichkeiten einer verstärkten Berücksichtigung/Nutzung des Faktors STRUKTUR im Futter von Schweinen und Geflügel



Maßnahmen/Möglichkeiten	Schweine	Geflügel
Auswahl der Getreideart	Spelz- statt Nacktgetreide	evtl. Hafer-/schalen (Weizen/Mais)
Einsatz intakten Getreides (ganzes Korn)	-	verbreitet (evtl. kombinierte Fütterung)
Art der Vermahlung von Getreide	Walzenstuhl u. ä. statt Hammermühle	
Intensität der Vermahlung	Sieblochdurchmesser / Drehzahl / Walzenabstand	
Verzicht auf Pelletierung (Kompaktierung)	Risiko der Entmischung	bei Legehennen üblich, sonst selten
Ergänzung mit „Struktur“ Einzel-FM (Non-cereal-ingredients)	Schalen-/Spelzen-/Lignin-reiche Einzel-FM	
Limitierung feinstpartikulärer Komponenten	Nebenprodukte der Bäckerei/Altbrot/ähnliche Komponenten	
Partikuläre Lignocellulose	Ansätze, aber Effekte noch offen	
Extra- Angebot von „Grundfutter“ ⁽¹⁾	Maisganzpflanzensilage u.ä	

¹⁾ eher unter ethologischen Aspekten aktuell in der Diskussion

Einordnung und Bedeutung der Ergebnisse

Es gibt einen STRUKTUR-“Bedarf“ bei Schweinen und Geflügel!

- anatomische/morphologische/histologische Entwicklung
- Differenzierungen im Mageninhalt/“Taktgeber“ im Muskelmagen beim Geflügel
- Extraenterale/systemische Reaktionen auf physikalische Eigenschaften des Futters

„Effekte bei mangelnder Struktur“!

→ Störungen der Magengesundheit

- Magenschleimhaut in der Pars nonglandularis von Schweinen
- Barriere-Funktion des Magens (Azidierung des Chymus, betrifft auch Zoonosen)
- Drüsenmagen-Dilatation des Mastgeflügels

→ Störungen der Darmgesundheit

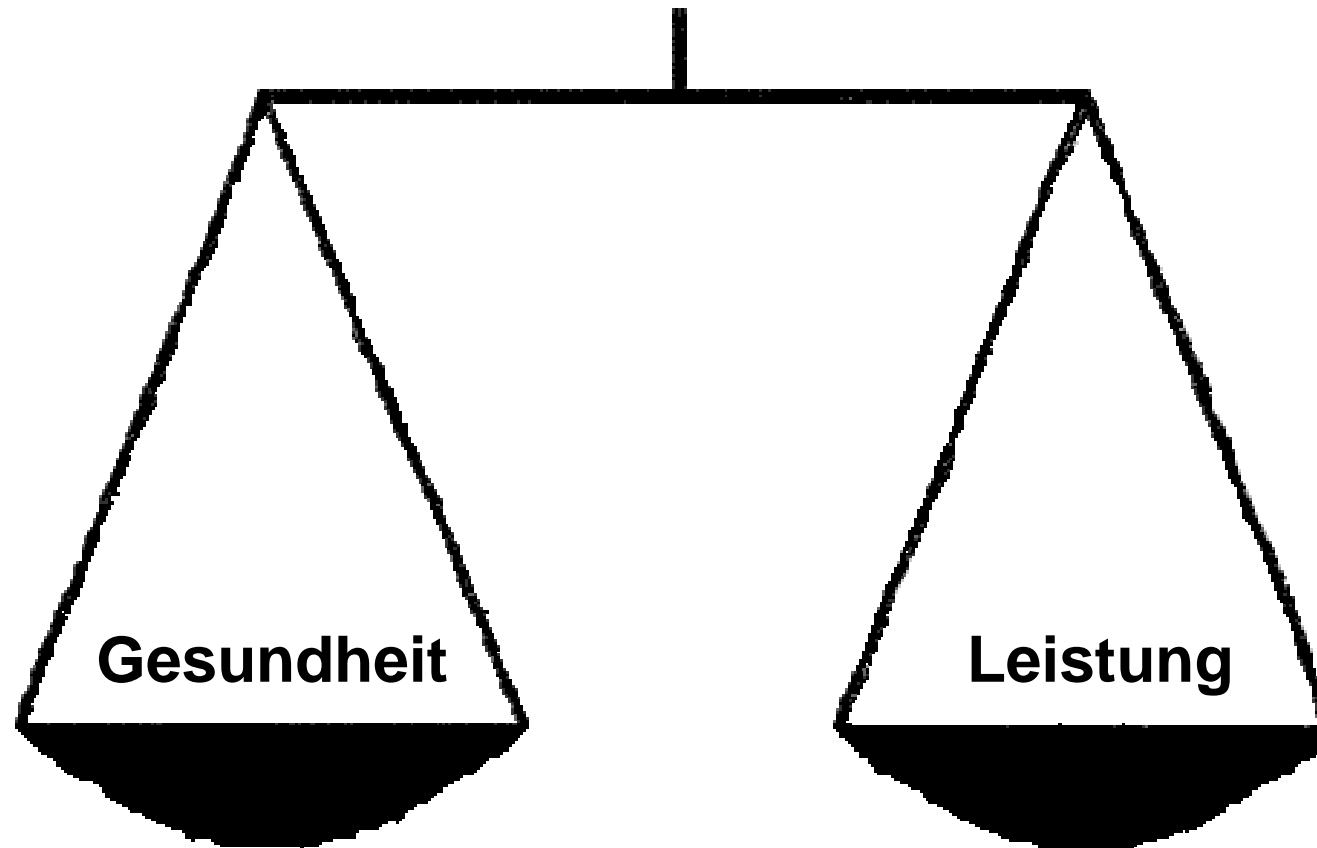
- Muzin-Qualität der Darmschleimhaut-Abdeckung
- Vorteile einer postilealen Stärke-Verdauung (s. Salmonellen)
- Morphologische-funktionale Interaktionen? (s. Retrograde Chymusbewegung?)

Struktureffekte außerhalb des MDT?

- s. Speicheldrüsen (Schwein)
- s. Pancreas-Masse
- Verhalten (s. Legehennenfütterung)



Die altbekannte und hochaktuelle Herausforderung in TIERERNÄHRUNG/TIERHALTUNG/TIERMEDIZIN:



„Das Maß, die Summe der Weisheit“