

# Power fürs Federvieh – Neue Wege mit modernen Zusatzstoffen

Jürgen Zentek

Institut für Tierernährung  
Freie Universität Berlin

Futtermittel

- Energie
- Nährstoffe

Primär: Ernährungszweck

1.2.2002 DE Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 31/1

I

(Veröffentlichungsbedürftige Rechtsakte)

VERORDNUNG (EG) Nr. 178/2002 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES  
vom 28. Januar 2002

zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit

Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und  
Futtermittelgesetzbuch<sup>1)2)3)</sup> (Lebensmittel- und  
Futtermittelgesetzbuch - LFGB)

LFGB

Ausfertigungsdatum: 01.09.2005

Vollzitat:

"Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. S. 4253, 2022 I S. 28), das zuletzt durch Artikel 11 des Gesetzes vom 6. Mai 2024 (BGBl. worden ist"

**Stand:** Neugefasst durch Bek. v. 15.9.2021 I 4253, 2022 I 28;  
zuletzt geändert durch Art. 11 G v. 6.5.2024 I Nr. 149

1.9.2009 DE Amtsblatt der Europäischen Union L 229/1

I

(Veröffentlichungsbedürftige Rechtsakte, die in Anwendung des EG-Vertrags/Euratom-Vertrags erlassen wurden)

VERORDNUNGEN

VERORDNUNG (EG) Nr. 767/2009 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES  
vom 13. Juli 2009

über das Inverkehrbringen und die Verwendung von Futtermitteln, zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1831/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Aufhebung der Richtlinien 79/373/EWG des Rates, 80/511/EWG der Kommission, 82/471/EWG des Rates, 83/228/EWG des Rates, 93/74/EWG des Rates, 93/113/EG des Rates und 96/25/EG des Rates und der Entscheidung 2004/217/EG der Kommission

(Text von Bedeutung für den EWR)

18.10.2003 DE Amtsblatt der Europäischen Union L 268/29

VERORDNUNG (EG) Nr. 1831/2003 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES  
vom 22. September 2003  
über Zusatzstoffe zur Verwendung in der Tierernährung  
(Text von Bedeutung für den EWR)

DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT UND DER RAT DER EUROPÄISCHEN UNION —  
gestützt auf den Vertrag zur Gründung der Europäischen Gemeinschaft, insbesondere auf Artikel 37 und Artikel 152 Absatz 4 Buchstabe b),  
auf Vorschlag der Kommission (1),  
nach Stellungnahme des Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschusses (2),  
nach Anhörung des Ausschusses der Regionen,

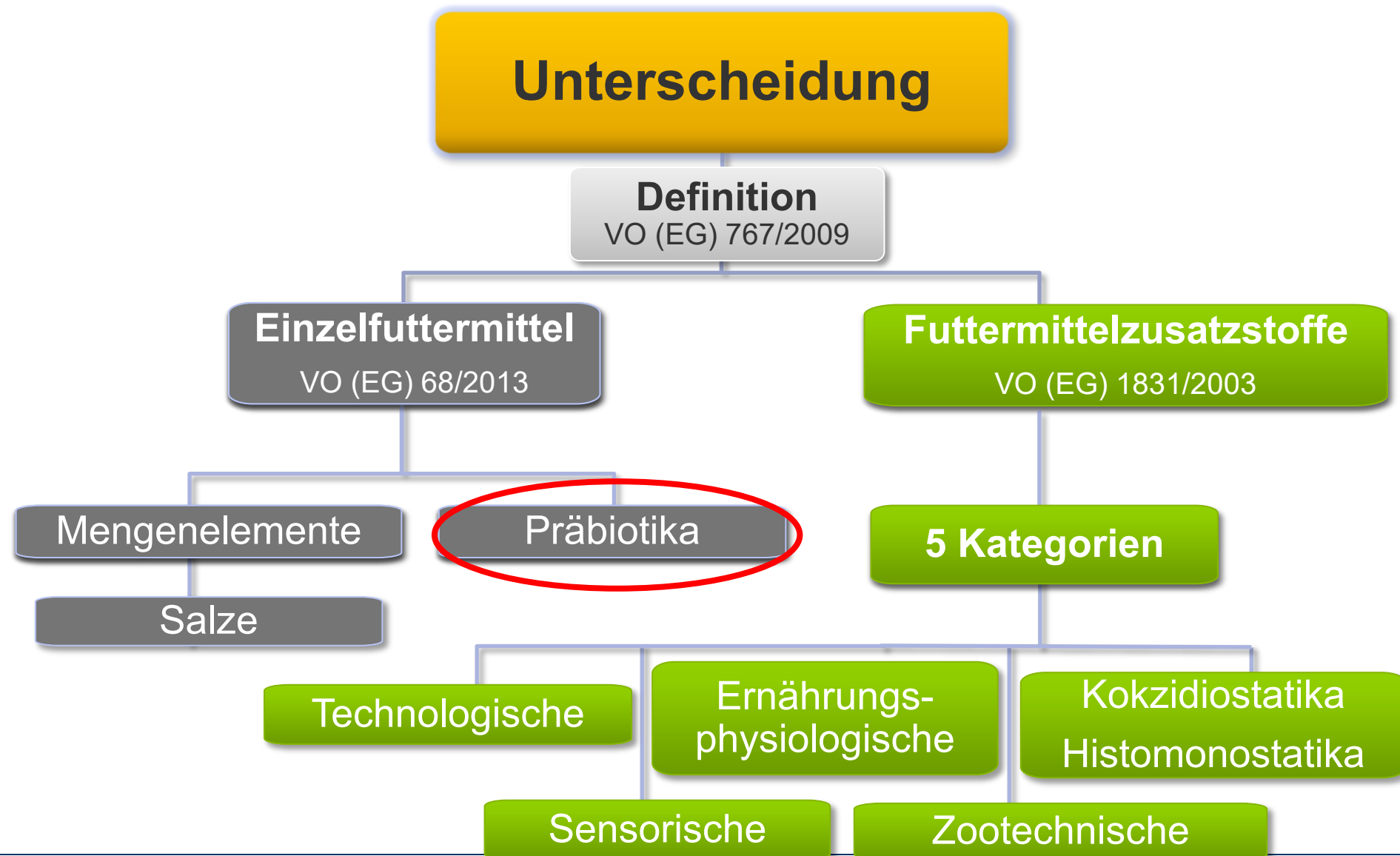
sollen, die entsprechenden Anforderungen des Gemeinschaftsrechts oder von der Gemeinschaft als zumindest gleichwertig anerkannte Bedingungen erfüllen müssen. Deshalb müssen Einfuhren von Zusatzstoffen zur Verwendung in der Tierernährung aus Drittländern Anforderungen unterliegen, die den für in der Gemeinschaft hergestellte Zusatzstoffe geltenden Anforderungen gleichwertig sind.  
(6) Maßnahmen der Gemeinschaft in Bezug auf die Gesundheit von Mensch und Tier sowie auf die Umwelt sollten auf dem Vorsorgeprinzip basieren.

- **Futtermittelzusatzstoffe - funktionelle Wirkungen:**
  - Beschaffenheit des Futtermittels positiv beeinflussen
  - Beschaffenheit der tierischen Erzeugnisse positiv beeinflussen
  - Farbe von Zierfischen und –vögeln positiv zu beeinflussen
  - Ernährungsbedarf der Tiere zu decken
  - Auswirkungen der Tierproduktion auf die Umwelt positiv zu beeinflussen
  - Tierproduktion, die Leistung oder das Wohlbefinden der Tiere, insbesondere durch Einwirkung auf die Magen- und Darmflora oder die Verdaulichkeit der Futtermittel positiv zu beeinflussen oder
  - Kokzidiostatische oder histomonostatische Wirkung aufzuweisen

## Kategorien der Futtermittelzusatzstoffe

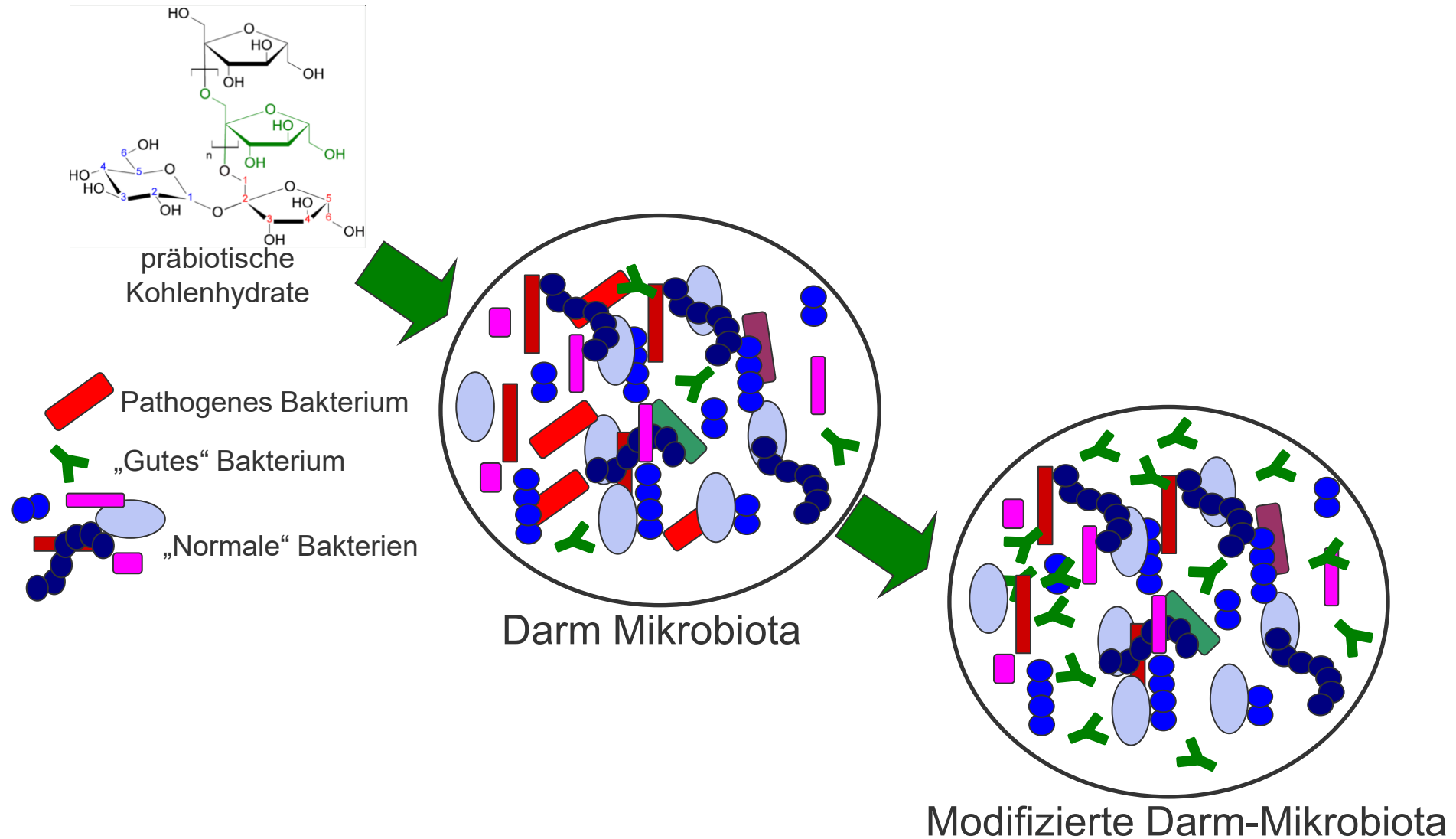
- Technologische Zusatzstoffe (z. B. Antioxidantien, Konservierungsmittel)
- Sensorische Zusatzstoffe (Aromen, Farbstoffe)
- Ernährungsphysiologische Zusatzstoffe (Vitamine, Spurenelemente, Aminosäuren)
- Zootechnische Zusatzstoffe (Probiotika, Enzyme, Säuren)
- Kokzidiostatika & Histomonostatika

Zulassung



- Rechtlich sind Präbiotika keine Futtermittelzusatzstoffe
  - Präbiotika gelten als Einzelfuttermittel
  - siehe Positivliste zugelassener Einzelfuttermittel
- Definition
  - Durch körpereigene Enzyme nicht verdauliche Kohlenhydrate
  - Fermentierbares Substrat für die intestinale Mikrobiota

# Wirkmechanismus (= fermentierbare Kohlenhydrate)



## Polysaccharide:

- Fructane = Inulin (Chicorée, Artischoke)
- Fermentation hauptsächlich im Dickdarm
- teils immunologische Wirkung möglich, z.B. (1,3)-(1,6)-Beta-Glucane

## Oligosaccharide:

- Mannan-, Fructan-, Galactan-Oligosaccharide (MOS, FOS, GOS)
- Fermentation teils im Dünndarm (Milchsäurebakterien)
- teils immunologische Wirkung möglich

## Disaccharide:

- Lactulose (Fermentation durch Milchsäurebakterien)
  - wirkt in hohen Konzentrationen abführend
- Cellobiose
  - Fermentation durch kohlenhydratspaltende Bakterien



## Definition (VO (EG) 1831/2003)

„Stoffe, Mikroorganismen oder Zubereitungen, die ... zugesetzt werden, um insbesondere eine oder mehrere ... Funktionen zu erfüllen.“

- Müssen zugelassen werden
- Müssen eine bestimmte Wirkung im Futter, im Tier im Lebensmittel oder in Bezug auf die Umwelt erfüllen
- Müssen klar definiert sein
- Einteilung nach Kategorien mit funktionellen Gruppen



## 1.Kategorie: Technologische Zusatzstoffe

- **Funktionelle Gruppen (a-l):**

- Konservierungsmittel, Antioxidantien, Emulgatoren, Stabilisatoren, Verdickungsmittel, Geliermittel, Bindemittel, Substanzen zur Kontrolle der Radionuklidkontamination, Antibackmittel, Säureregulatoren, Siliermittel, Denaturierungsmittel

- **Beispiel: Organische Säuren:**

- Verringerung des pH-Werts im Futter → Konservierung
- Besonders bei Feuchtgetreide antimikrobiell wirksam
- Bessere Akzeptanz → bessere Futteraufnahme (auch als zootechnische Zusätze wirksam)



# Säurebindungsvermögen ausgewählter Futtermittel (meq HCl/kg Futter)

## Einzelfuttermittel

Mais, Weizen	190
Gerste	230
Maniokmehl	320
Maiskleberfutter	400
Ackerbohnen	510
Weizenkleie	570
Melasseschnitzel	720
Rapsextraktionsschrot	875
Fischmehl	895
Magermilchpulver	935
Luzernegrünmehl	970
Sojaextraktionsschrot	970
Fleischknochenmehl	1975

## Mineralische Einzelfuttermittel

Natriumchlorid	0
Monocalciumphosphat x H <sub>2</sub> O	500
Dicalciumphosphat x 2 H <sub>2</sub> O	5920
Calciumcarbonat	20140
Magnesiumoxid	48600

Mineralstoff- und  
proteinreiche Futtermittel  
haben eine hohe  
Pufferkapazität

- **Stoffe zur Verringerung der Kontamination von Futtermitteln mit Mykotoxinen**
  - Spezifische Zulassung erforderlich
    - Mikroorganismus der Coriobacteriaceae-Familie → Trichthecene
    - Bentonit → Aflatoxin
    - Fumonisinesterase → Fumonisine



## Kategorie 2: Sensorische Zusatzstoffe



- **Funktionelle Gruppen (a-b):**

- **Farbstoffe**

- Wirkung im Futter
    - Wirkung im Produkt (Futter → Tier → Lebensmittel)
      - Beispiel natürliche und synthetische Carotinoide (Eidotter)
      - Fische



### - Aromastoffe/ Phyto gene Zusatzstoffe

- Herkunft

- Ganze Pflanzen (Gewürze, Kräuter)
- Pflanzenteile (Samen, Früchte, Wurzeln)
- Extrakte (ätherische Öle)



- Zusammensetzung

- Variabel (verschiedenste Inhaltsstoffe)
- Ätherische Öle, Polyphenole, Saponine, Terpene, Alkaloide
- Stark abhängig von Umweltbedingungen (Wetter, Boden)
- Standardisierung wird nach wenigen Leitsubstanzen vorgenommen



### Effekte phytogener Futtermittelzusätze

- Futter
  - Mögliche Wirkung als Aromastoff (variable Ergebnisse)
  - Mögliche antioxidative Wirkung auf Fette
- Tier
  - Erhöhung von Sekretionsvorgängen (Speichel, Pankreas, Epithel)
  - Antibakterielle Wirkung (?)
    - Reduktion biogener Amine (Kadaverin/Skatol)
  - Mögliche immunmodulierende/ entzündungshemmende Wirkung

- **Funktionelle Gruppen (a-d):**
  - Vitamine, Provitamine und Substanzen mit ähnlichem Effekt
  - Spurenelemente
  - Aminosäuren
  - (Harnstoff)



- Vitamine, z. B.
  - Vitamin D<sub>3</sub> für Knochengesundheit
  - Vitamin E, synthetische Antioxidantien, Pflanzenextrakte) – Schutz vor oxidativem Stress, Frische von Eiern
- Spurenelemente: Zn, Cu, Se (organisch vs. anorganisch gebunden)
- Aminosäuren: Methionin, Lysin, Threonin, Tryptophan und andere limitierende Aminosäuren

# Mangan

- Mangan

- Knorpel- und Knochenmatrix,  
Skelettentwicklung  
(Chondroitinsulfat, Proteoglykane)
- Fortpflanzung
- Kohlenhydrat-, Fettstoffwechsel
- Immunsystem



## 4. Kategorie: Zootechnische Zusatzstoffe

- **Wirkung auf die Leistung ( ↔ Gesundheit)**

- Förderung der Verdaulichkeit von Nährstoffen (Enzyme)
- Stabilisierung der „Darmflora“ (Probiotika)
- Auswirkung auf Umwelt
- weitere

Wirkung auf die  
Leistung des Tieres

- **Beispiel organische Säuren**
- Können auch zootechnische Effekte haben
  - Wirkung im Magen-Darm-Trakt:
    - Senkung des pH-Werts im Magen (junge Tiere)
    - Regulation der intestinalen Mikrobiota (Milchsäurebakterien)
      - Tiergesundheit
    - Verbesserte Verdaulichkeit (Leistungsförderung)

### Enzyme

#### Unterstützung der Verdauung von Hauptnährstoffen

- Amylasen/Proteasen
- Keine Lipase als Produkt zugelassen
- Kann bei jungen Tieren sinnvoll sein  
→ Unvollständige Kapazität der Verdauungsenzyme

#### Erhöhung der Phosphor-verdaulichkeit

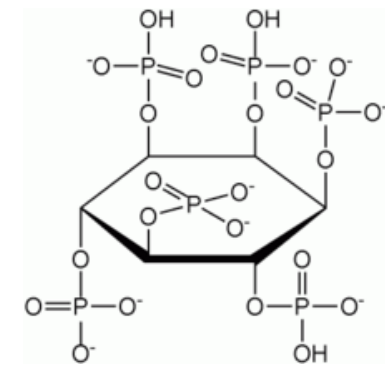
- Phytasen
- verschiedene Wirkorte (Magen, Dünndarm)

#### Verringerung antinutritiver Effekte


- NSP – spaltende Enzyme
- Glucanasen/Xylanasen
- Hauptsächlich in der Geflügelmast

### Enzyme - Phytasen

- Pflanze: Phosphor überwiegend als Phytinsäure gebunden
  - Verdaulichkeit im Vergleich gering
    - Mineralsalze 87 – 96 %
    - Eiweißkonzentrate 63 – 73 %
    - Alleinfuttermittel je nach Komponenten und Vorbehandlung
    - Pflanzeneigene Phytasen unterschiedlich aktiv



- **Phytasen**

- Pflanzeneigene Phytaseaktivität
  - In Weizen, Triticale und Roggen hoch
  - In Mais, Hafer und Sojaextraktionsschrot vernachlässigbar
- Verwertung von Phytin-P
  - Ohne Zusatz von Phytase ca. 20–40 %
  - Futtermittel mit höherem pflanzeneigenem Phytase-Anteil ca. 40–55 %
- Einsatz mikrobieller Phytasen als Futterzusatzstoff → Verwertbarkeit von Phytin-P um bis zu 30 % 

## Endogene Phytase-/Phosphataseaktivität beim Huhn

- Legehennen (Hanauska et al. 2025)
  - Phosphataseaktivität im Bürstensaum ↑ mit Alter
  - Vorwiegend 6-Phytase, teilweise 5-Phytase
- Masthühner (Sommerfeld et al. 2018)
  - Mukosale Enzyme
  - Gesamtabbau von  $\text{InsP}_6$ : höher als früher gedacht
  - abhängig von Phosphor- und Calciumgehalt im Futter



104 (2025) 105473



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

**Poultry Science**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/psj](https://www.elsevier.com/locate/psj)



## Effect of increasing levels of phytase on performance, prececal nutrient digestibility, intestinal mucosa physiology and immune response in broiler chickens from 1 to 21 days of age<sup>☆</sup>

B. Martínez-Vallespín<sup>a,</sup> , P. Ader<sup>b,</sup> , J. Zentek<sup>a, \*,</sup>

<sup>a</sup> Institute of Animal Nutrition, Department of Veterinary Medicine, Freie Universität Berlin, Königin-Luise-Str. 49, 14195 Berlin, Germany

<sup>b</sup> BASF SE, 68623 Lampertheim, Germany

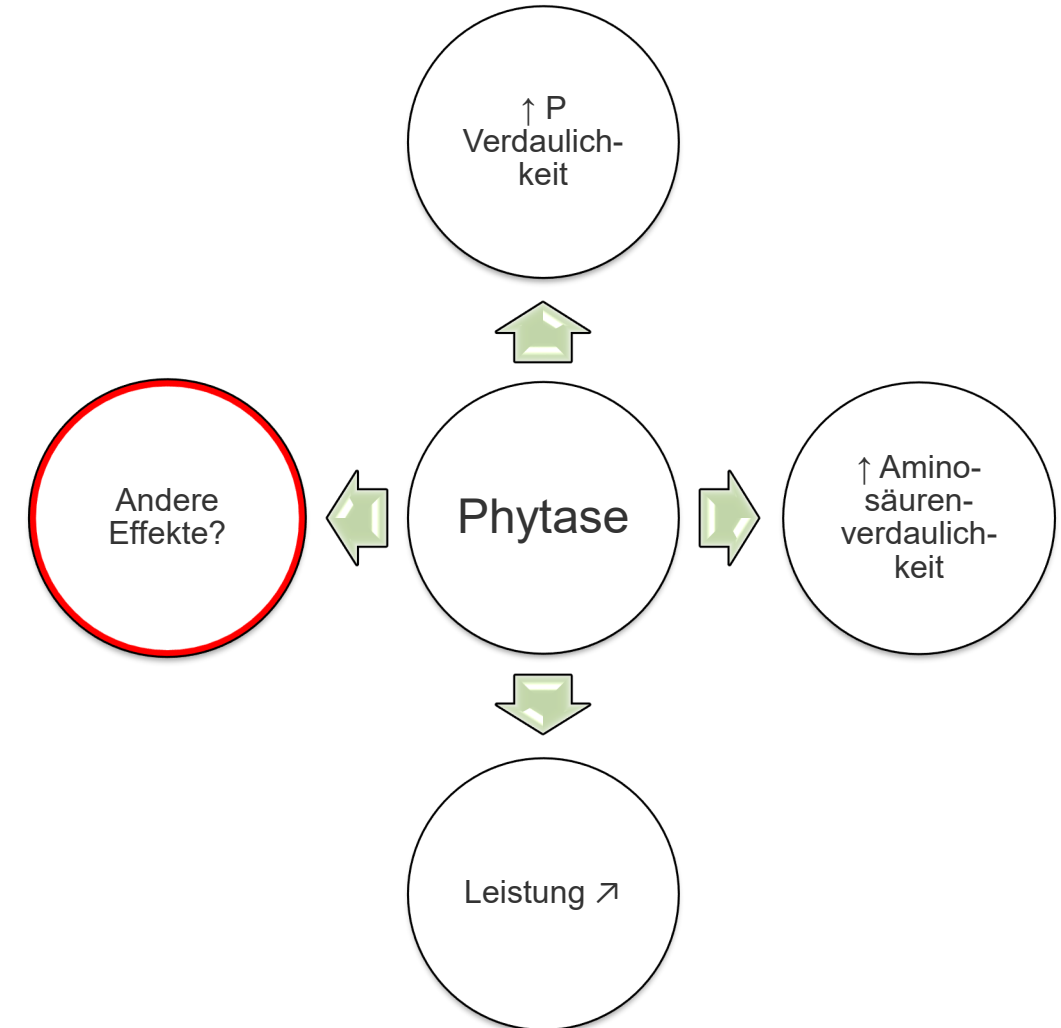
### ARTICLE INFO

#### Keywords:

Phytase  
Broiler  
Performance  
Apparent ileal digestibility  
Intestinal physiology

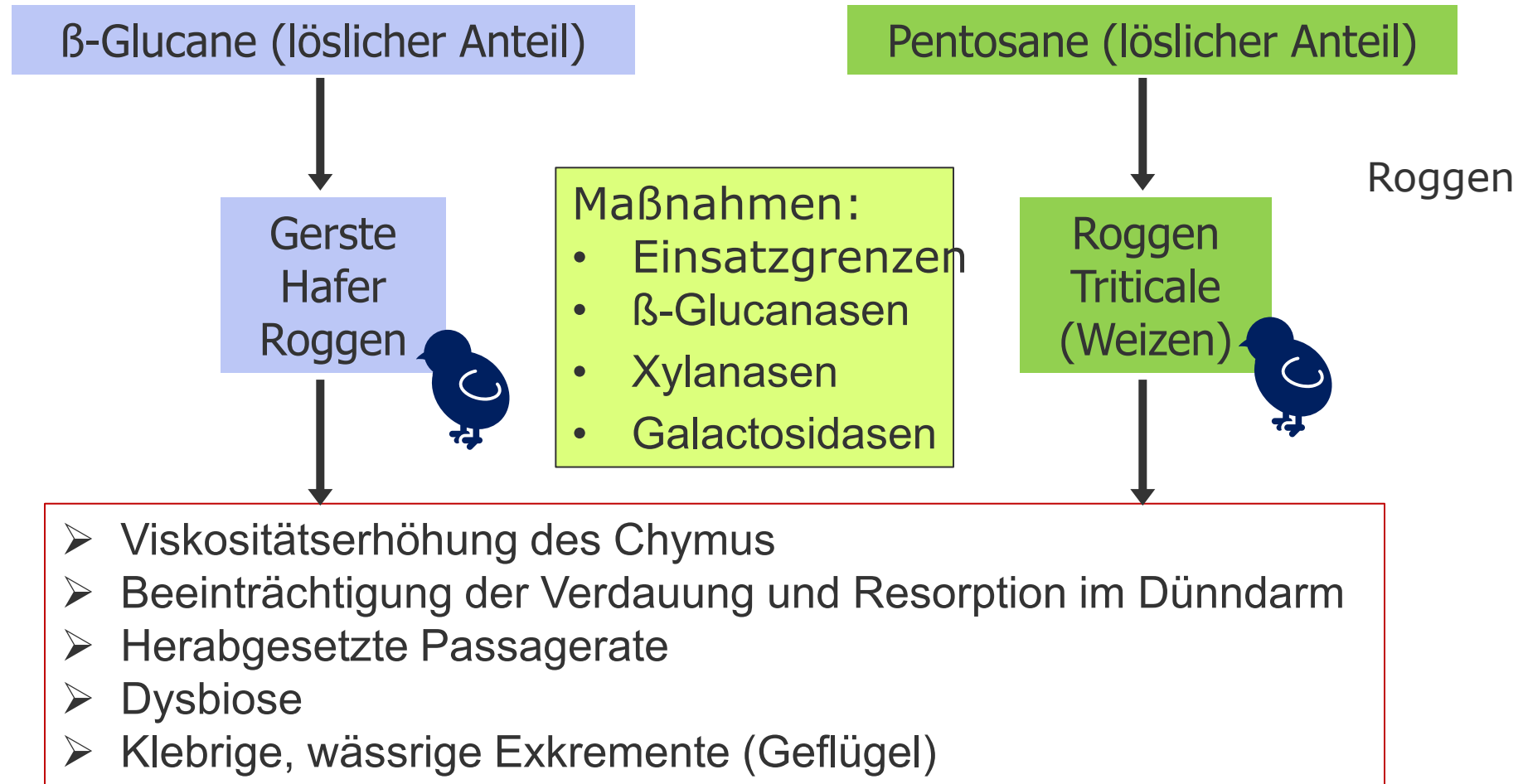
### ABSTRACT

Phytic acid is the primary storage form of phosphorus (P) in plants and broiler chickens have a limited capability for its utilization. The supplementation of exogenous phytase in feed enables broilers to use the phytate-bound P. The current study evaluated the supplementation of increasing levels of a bacterial hybrid 6-phytase (500, 1,500 and 3,000 FTU/kg feed; groups LP2, LP3 and LP4, respectively) to a low-P, phytate-containing broiler chicken diet (LP1), fed from day 1 to 21 of age. Statistical analysis used a general linear model with linear and quadratic contrasts to assess phytase-level trends. The efficacy of the phytase on performance and ileal digestibility was demonstrated with linear increases in body weight (BW), BW gain, feed intake and apparent ileal digestibility of most of the amino acids, as well as of P ( $P < 0.05$ ). The increasing levels of phytase led to a linear decrease of jejunal and caecal crypt depth when corrected for BW ( $P < 0.05$ ), and to a linear decrease of the villus height: crypt depth ratio ( $P = 0.028$ ). Secretory IgA measured in jejunum digesta showed a trend to a linear increase with the increasing levels of phytase ( $P = 0.092$ ). The measurement of d-glucosamine and d-galactosamine as markers of mucus secretion in ileum digesta showed differences for d-glucosamine only, with a linear increase of this marker due to the phytase supplementation ( $P = 0.017$ ). Finally, a trend for increased *ex situ* glucose transport was observed in Ussing chambers when tissue of the jejunal mucosa of LP1 group was compared with that of LP4 group ( $P = 0.079$ ). Quadratic effects suggest a stabilizing response in most traits beyond a certain phytase level, indicating a biological plateau. In conclusion, the use of increasing doses of exogenous bacterial hybrid 6-phytase up to 3,000 FTU/kg in broilers from day 1 to 21 of age improved performance and nutrient digestibility as well as some traits related to intestinal physiology and immune response.



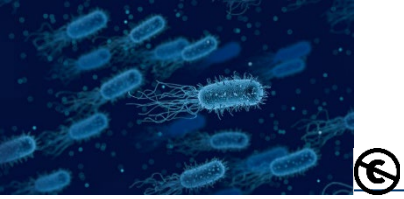
		T3	T4	T5	T6	P-value
Natuphos E	FTU/kg		500	1,500	3,000	
Alanine	%	78.39 ± 5.55 <sup>a</sup>	81.44 ± 2.08 <sup>ab</sup>	84.66 ± 2.80 <sup>bc</sup>	84.79 ± 4.40 <sup>c</sup>	<b>0.021</b>
Arginine	%	87.16 ± 2.84 <sup>a</sup>	88.77 ± 1.61 <sup>ab</sup>	90.22 ± 2.19 <sup>ab</sup>	91.68 ± 2.44 <sup>b</sup>	<b>0.004</b>
Aspartic acid	%	77.26 ± 4.40	78.06 ± 2.66	82.22 ± 2.47	81.95 ± 4.49	<b>0.020</b>
Cysteine	%	59.35 ± 16.15	73.94 ± 9.45	70.49 ± 6.23	71.74 ± 4.09	0.151
Glutamic acid	%	85.42 ± 3.28 <sup>a</sup>	86.48 ± 1.75 <sup>a</sup>	88.35 ± 2.23 <sup>ab</sup>	89.31 ± 2.21 <sup>b</sup>	<b>0.035</b>
Glycine	%	70.76 ± 6.54 <sup>a</sup>	73.42 ± 3.53 <sup>ab</sup>	76.88 ± 3.87 <sup>ab</sup>	77.98 ± 6.12 <sup>b</sup>	<b>0.041</b>
Histidine	%	79.53 ± 4.83 <sup>a</sup>	81.54 ± 2.02 <sup>ab</sup>	85.15 ± 3.07 <sup>b</sup>	85.18 ± 4.51 <sup>b</sup>	<b>0.024</b>
Isoleucine	%	77.93 ± 6.02	81.17 ± 2.05	84.21 ± 3.54	84.41 ± 5.75	0.054
Leucine	%	79.53 ± 5.12 <sup>a</sup>	79.66 ± 2.11 <sup>a</sup>	85.00 ± 3.12 <sup>b</sup>	85.30 ± 3.97 <sup>b</sup>	<b>0.010</b>
Lysine	%	81.26 ± 4.75 <sup>a</sup>	84.06 ± 2.05 <sup>ab</sup>	86.72 ± 2.46 <sup>b</sup>	86.52 ± 5.52 <sup>b</sup>	<b>0.027</b>
Methionine	%	83.20 ± 6.88 <sup>a</sup>	90.72 ± 2.87 <sup>b</sup>	90.79 ± 1.22 <sup>b</sup>	91.30 ± 1.18 <sup>b</sup>	<b>0.006</b>
Phenylalanine	%	81.28 ± 4.44 <sup>a</sup>	83.29 ± 1.95 <sup>ab</sup>	86.08 ± 2.87 <sup>ab</sup>	86.48 ± 4.09 <sup>b</sup>	<b>0.021</b>
Proline	%	77.56 ± 4.70 <sup>a</sup>	79.32 ± 2.35 <sup>ab</sup>	81.90 ± 3.42 <sup>ab</sup>	83.47 ± 3.53 <sup>b</sup>	<b>0.015</b>
Serine	%	78.60 ± 3.07	78.34 ± 4.27	81.48 ± 3.19	83.12 ± 3.15	<b>0.028</b>
Threonine	%	73.37 ± 5.12	75.24 ± 3.35	78.61 ± 3.62	79.25 ± 5.23	<b>0.043</b>
Tyrosine	%	72.82 ± 9.69	79.69 ± 3.07	82.80 ± 4.97	81.88 ± 9.35	0.051
Valine	%	75.28 ± 6.48	78.88 ± 2.37	81.97 ± 3.39	82.07 ± 6.12	0.058

# Effekte der Nicht-Stärke-Polysaccharide auf die Tiergesundheit



### NSP-spaltende Enzyme

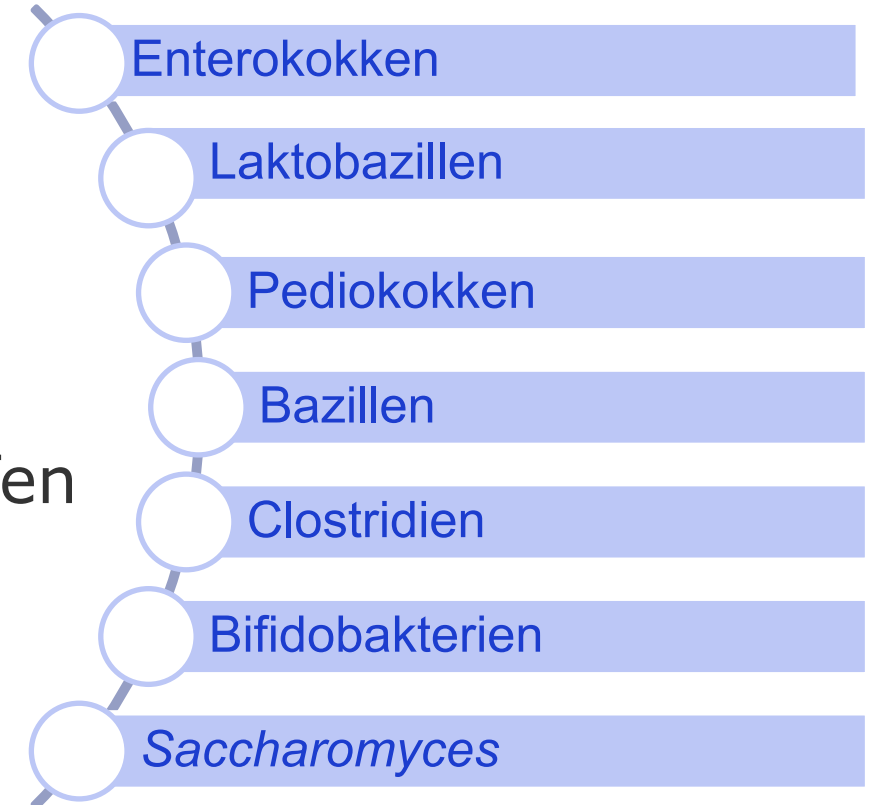
- Lösliche NSP erhöhen intestinale Viskosität
  - Antinutritive Effekte
    - Verringerte Verdaulichkeit von Nährstoffen
    - Erhöhte Keimdichte im Dünndarm
  - Besonders beim Geflügel relevant
    - Zusätzlich “sticky droppings”
    - verringerte Stallhygiene
    - erhöhte Gefahr für Fußballenentzündungen



## 4. Kategorie: Zootechnische Zusatzstoffe

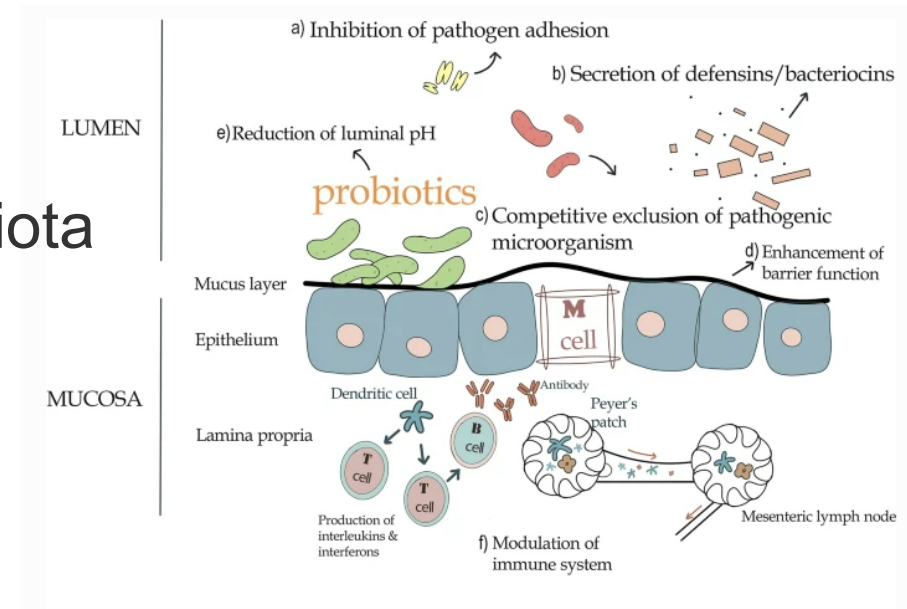
### Probiotika

- **Definition:**
  - Vermehrungsfähige Mikroorganismen
  - Bakterien und Hefen
- **EU Kategorie „Zootechnische Zusatzstoffe“:**
  - Hauptsächlich *Bacillus/Enterococcus* & Hefen
  - Kaum Lactobacillen (→ eher bei Silage-Starterkulturen)
- **Einsatzgebiete:**
  - Monogastrier
  - Wiederkäuer

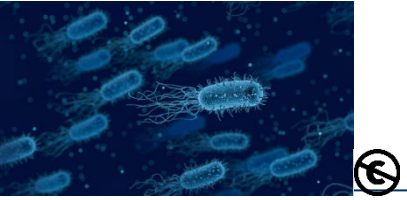


### Wirkungen von Probiotika

- Probiotika wirken auf unterschiedliche Weise
  - Es ist nicht egal, welches Probiotikum eingesetzt wird
- Probiotika können ähnliche Wirkungen haben
  - Hauptsächlich Wirkung auf intestinale Mikrobiota
  - Wirkung auf Immunsystem
- Sekundäre Wirkungen von Probiotika
  - Wirkung auf Verdauungsphysiologie
  - Wirkung auf Immunsystem/Mikrobiota



Anee et al., 2021



### Wirkungen von Probiotika

- Geflügel = Verringerung Kükenmortalität/Verbesserung KM-Zunahme
  - Idee: Gesundere Tiere → höhere Leistung
    - Optimal gesunde Tiere zeigen meist keine höhere Leistung
- Gesundheitseffekte bei Stresssituationen
  - Kontinuierliche Aufnahme wichtig

- Vorbeugende Wirkung gegen Durchfall (Nekrotische Enteritis) bei Hühnern

Probiotic	Reference
Bacillus based	(Paneru et al. 2024)
Bacillus subtilis	(Ghimire et al. 2024)
Bacillus amyloliquefaciens	(Chen et al. 2024)
Bacillus subtilis and Bacillus amyloliquefaciens	(Rodrigues et al. 2024)
Lactobacillus plantarum HW1	(Chen et al. 2023)
Bacillus subtilis DSM29784	(Wang et al. 2023)
Bacillus licheniformis	(Zhao et al. 2022)
Bacillus mix	(Sandvang et al. 2021)
Clostridium butyricum	(Huang et al. 2019)
Enterococcus faecium NCIMB 11181	(Wu et al. 2019)
Bacillus subtilis DSM 32315	(Whelan et al. 2019)
Bacillus subtilis + licheniformis	(Musa et al. 2019)
Lactobacillus johnsonii BS15	(Khalique et al. 2019)
Bacillus subtilis DSM 32315	(Bortoluzzi et al. 2019)
Clostridium butyricum MIYAIRI 588	(Takahashi et al. 2018)
Lactobacillus johnsonii	(Qing et al. 2017)
Bacillus licheniformis	(Lin et al. 2017)
Bacillus subtilis and yeast cell wall	(Li et al. 2017)
Bacillus Subtilis PB6	(Jayaraman et al. 2017)
Bacillus subtilis PB6	(Jayaraman et al. 2013)
Lactobacillus fermentum 1.20291	(Cao et al. 2012)
Bacillus licheniformis	(Knap et al. 2010)
Aviguard	(Hofacre et al. 1998)

Wirkungen bei gesunden Tieren?



## Schlussfolgerungen

- Moderne Futtermittelzusatzstoffe bieten vielfältige Ansatzpunkte zur Leistungssteigerung und Gesunderhaltung von Geflügel
- Viele verbessern die Nährstoffverwertung, fördern die Darmfunktion und können antinutritive Effekte reduzieren
- Können die Futteraufnahme, Darmmikrobiota und Stallhygiene positiv beeinflussen

