

# Die große Herausforderung: Sauen gesund und produktiv erhalten - Teil 2 - Die Fütterung als wichtiges Werkzeug - Phytomoleküle



Dr. Inge Heinzl - Editor bei EW Nutrition, und Dr. Merideth Parke - Global Application Manager Swine, EW Nutrition

Der erste der beiden Artikel befasste sich mit allgemeinen Aspekten, die beachtet werden müssen, um einen Bestand gesunder und leistungsstarker Sauen sowie eine hohe Produktivität im Betrieb zu erreichen. Neben allgemeinen Maßnahmen können Futtermittelzusätze eingesetzt werden, um die Sauen zusätzlich zu unterstützen. Phytomoleküle mit Eigenschaften, die die Darm- und Allgemeingesundheit fördern, zeigen gute Wirksamkeit.

## Phytomoleküle - wie können sie helfen?

Phytogene Stoffe, auch Phytomoleküle genannt, sind pflanzliche, natürliche bioaktive Verbindungen, die die Gesundheit und das Wohlbefinden von Nutztieren fördern und gleichzeitig die Wachstumsleistung und Produktionseffizienz verbessern. Phytomoleküle umfassen eine Vielzahl von Verbindungen, darunter

Terpene, Phenole, Glycoside, Saccharide, Aldehyde, Ester und Alkohole.

In der Literatur werden verschiedene Wirkungen beschrieben, darunter verdauungsfördernde, immunstimulierende und entzündungshemmende, die Modulation der Darmmikroflora und antioxidative Effekte ([Durmic and Blanche, 2012](#); [Ehrlinger, 2007](#); [Zhao et al., 2023](#)). Außerdem werden östrogene und hyperprolaktinämische Eigenschaften ([Farmer, 2018](#)) und Einflüsse auf Kolostrum- und Milch-Sensorikprofile bei Schweinen ([Val-Laillet et al., 2018](#)) beschrieben. Phytomoleküle stellen demnach eine spannende antibiotische Alternative in der Schweineproduktion dar ([Omonijo et al., 2018](#)).

# 1. Phytomoleküle modulieren Darmmikrobiota

Phytomoleküle modulieren mit verschiedenen Mechanismen das Mikrobiom. Sie können pathogene Bakterien direkt bekämpfen, indem sie deren Zellmembran, Zellwand oder das Zytoplasma schädigen, den Anionenaustausch unterbrechen, den zellulären pH-Wert verändern oder das Energieproduktionssystem der Zelle hemmen. Zusätzlich kann die Virulenzfähigkeit pathogener Bakterien über den indirekten Mechanismus des „Quorum Quenching“ ([Rutherford and Bassler, 2012](#)).

Die positive Folge dieser gezielten mikrobiellen Regulierung ist der Erhalt der Diversität des Darmmikrobioms und die Verschiebung hin zu einer bakteriellen Population mit weniger pathogenen und mehr nützlichen Mikroben.

## Nachweis der pathogenhemmenden Wirkung von Ventar D

In einer In-vitro-Studie wurde die Wirkung von Ventar D auf pathogene *Clostridium perfringens* und auf nützliche *Lactobacillus spp.* untersucht.

### Versuchsablauf

Um die Wirkung von Ventar D auf vier verschiedene nützliche *Lactobacillus*-Stämme und auf pathogene *Clostridium perfringens* zu testen, wurde die phytogene Formulierung in folgenden Konzentrationen dem jeweiligen Nährmedium zugesetzt: 0 µg/mL (Kontrolle), 500 µg/mL (nur bei *C. perfr.*), 750 µg/mL, 1000 µg/mL (nur bei *C. perfr.*) und 1250 µg/mL.

Nach Kultivierung der Bakterien wurden die koloniebildenden Einheiten (KBE) gezählt.

### Ergebnisse und Diskussion

Die Studie zeigte einen dosisabhängigen Rückgang der *Clostridium perfringens*-Population. Schon bei der niedrigsten getesteten Konzentration (500 µg/mL) war der antimikrobielle Effekt von Ventar D erkennbar; bei 750 µg/mL wurden nur noch wenige Kolonien beobachtet und bei 1000 µg/mL konnte kein Wachstum von *C. perfringens* mehr festgestellt werden.

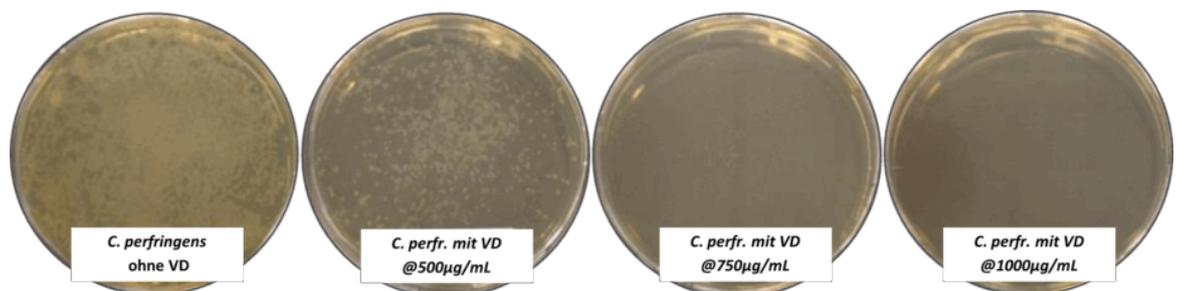


Abbildung1: Wirkung von Ventar D auf *Clostridium perfringens*

Im Gegensatz dazu wurden selbst bei höheren Konzentrationen von Ventar D die Populationen der nützlichen *L. agilis* S73 und *L. agilis* S1 nur geringfügig beeinflusst, während *L. casei* und *L. plantarum* unbeeinträchtigt blieben.

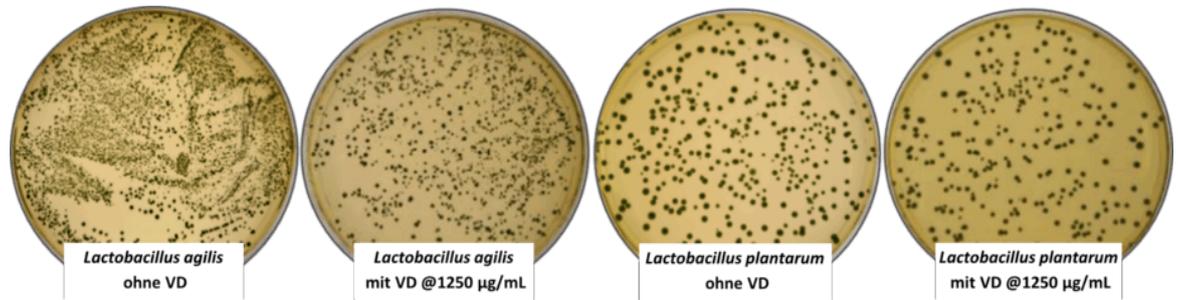


Abbildung 2: Wirkung von Ventar D auf *Lactobacillus* spp.

These findings confirm the differential antimicrobial activity of Ventar D's formulation, specifically a bactericidal effect on pathogenic *C. perfringens* populations and a mild to no inhibition of beneficial *Lactobacillus* spp.

## 2. Phytomoleküle verbessern die Darmintegrität

Die Darmbarriere ist semipermeabel und verantwortlich für die Immunüberwachung sowie für die Aufnahme von Nährstoffen und den Schutz vor unerwünschten Mikroben und Substanzen.

Die „Wächter“ im Darm sind spezielle Verbindungen zwischen den Zellen der Darmschleimhaut: Tight Junctions, Adherens Junctions und Desmosomen. Die Tight Junctions wirken wie Tore, die genau steuern, welche kleinen Moleküle und Ionen zwischen den Zellen hindurchtreten dürfen. Adherens Junctions und Desmosomen sorgen dafür, dass die Zellen fest miteinander verbunden bleiben und so die Schutzfunktion der Darmbarriere erhalten bleibt.

Oxidativer Stress durch Faktoren wie Hitzestress oder Fettoxidation im Futter sowie Dysbakteriose durch Futterumstellungen, Futterausfälle, schlechte Futterformulierung oder bakterielle Verunreinigungen kann die Integrität dieser wichtigen Zellverbindungen beeinträchtigen.

Die Stabilisierung dieser Tight Junctions verhindert das Eindringen von Bakterien und Toxinen in den Organismus. Dadurch wird das Auftreten von Krankheiten verringert, die Aktivierung des Immunsystems und von entzündlichen Prozessen reduziert. Aufgenommene Nährstoffe können dann für Wachstum genutzt und müssen nicht für Körperabwehr aufgewendet werden.

## Nachweis der darmbarrierestabilisierenden Wirkung von Ventar D

Dazu wurde ein Experiment durchgeführt, in dem die Expression von Gen-Biomarkern für Tight Junctions, die eng mit der Darmintegrität zusammenhängen, bestimmt wurde.

Versuchsablauf:

Das Experiment wurde an Broilern durchgeführt. Sie erhielten 100 g Ventar D pro Tonne Futter. Nach 35 Tagen wurde die Genexpression von Claudin und Occludin gemessen (je höher die Genexpression, desto höher die Schädigung der Darmbarriere).

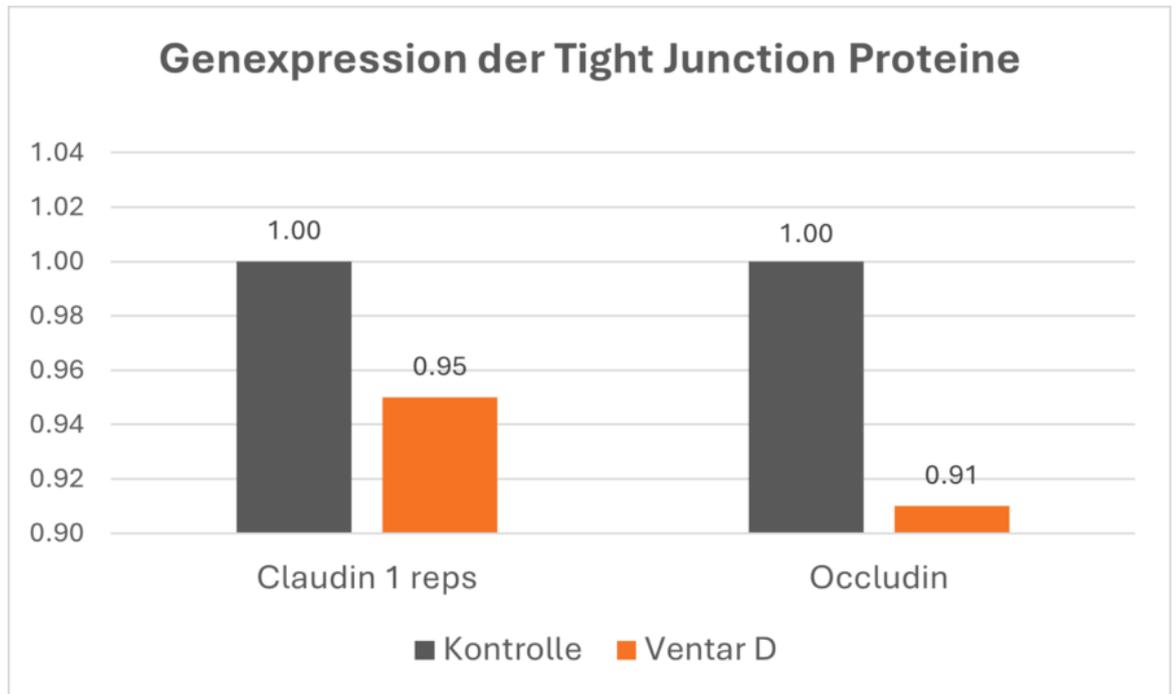


Abbildung 3: Auswirkungen von Ventar D auf die Funktion der Darmbarriere

## Ergebnisse

Die niedrigeren Werte der Tight-Junction-Genexpression (Claudin und Occludin) bei den mit Ventar D gefütterten Tieren deuten auf einen geringeren Schädigungsgrad und eine robustere Darmbarriere hin (Abbildung 3).

## 3. 3. Phytomoleküle wirken antioxidativ

Wie bereits erwähnt, kann oxidativer Stress die Darmbarrierefunktion stören und sich negativ auf die Gesundheit von Sauen und Ferkeln auswirken. Daher ist es wichtig, reaktive Sauerstoffspezies (ROS) abzufangen, um Schäden an Enterozyten und Tight Junctions zu verringern.

### Nachweis der antioxidativen Wirkung von Ventar D

Zur Demonstration der antioxidativen Wirkung von Ventar D wurde in diesem Fall ein in vitro Versuch durchgeführt.

#### Versuchsablauf

Die antioxidative Aktivität von Ventar D wurde mit dem ORAC-Test (Oxygen Radical Absorbent Capacity) gemessen. Der ORAC-Test bestimmt die antioxidative Aktivität einer Verbindung im Vergleich zum Vitamin-E-Analogon Trolox.

#### Ergebnis

Die Bestandteile von Ventar D zeigten eine stärkere antioxidative Wirkung als das Vitamin-E-Analogon Trolox (siehe Abbildung 4).

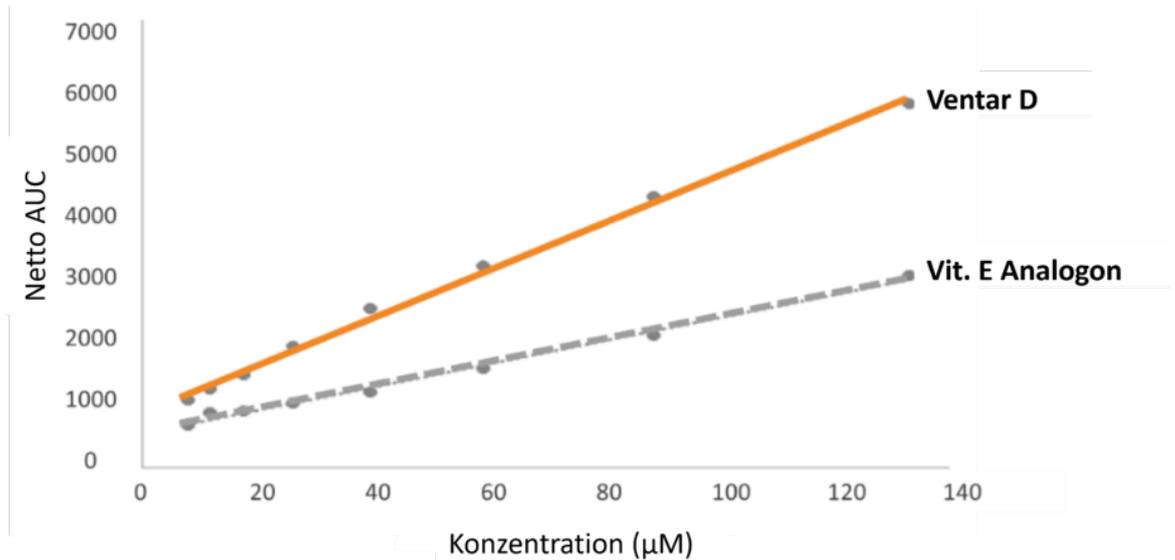


Abbildung 4: Antioxidative Kapazität von Ventar D verglichen mit Vit. E Analogon (AUC - Area under the curve; Netto AUC=tatsächliche antioxidative Wirkung nach Abzug des Blindwerts)

## 4. Phytomoleküle mindern Entzündungen

Bei intensiver Tierhaltung sind Tiere täglich Entzündungen ausgesetzt, die durch verschiedene Stressoren verursacht werden, darunter Darmprobleme und Darmdysbiose, Verletzungen an Knochen, Muskeln oder Haut durch Rangkämpfe, Traumata an den Reproduktionsorganen durch Geburt und Laktation und diverse andere Krankheiten.

Bei Tieren mit hoher Leistungserwartung wie tragende oder laktierende Sauen werden Nährstoffe, bedingt durch Entzündungen, oft zum Immunsystem umgeleitet. Um übermäßige Entzündungsprozesse zu mindern, können Phytomoleküle mit entzündungshemmender Wirkung eingesetzt werden.

### Nachweis der entzündungshemmenden Wirkung von Ventar D im *in vitro* Versuch

Die entzündungshemmende Wirkung von Ventar D konnte in einem *in vitro* Versuch, der in den Niederlanden durchgeführt wurde, gezeigt werden.

#### Versuchsablauf

Mauszellen (Murine Makrophagen, RAW264.7) wurden mit Lipopolysacchariden (LPS, Endotoxin) von *E. coli* O111:B4 (0,25 µg/ml) belastet, um eine Immunreaktion hervorzurufen. Zur Bewertung der Wirkung von Ventar D wurden zwei Konzentrationen (50 und 200 ppm) getestet, und die Konzentrationen von NF-κB, IL-6 und IL-10 bestimmt. IL-6 und IL-10 wurden direkt mit spezifischen ELISA-Kits gemessen, während die NF-κB-Aktivität über das von NF-κB induzierte Enzym SEAP (sekretierte embryonale alkalische Phosphatase) bestimmt wurde. Der Versuch war folgendermaßen aufgebaut (Abbildung 5):

# Versuchsdesign

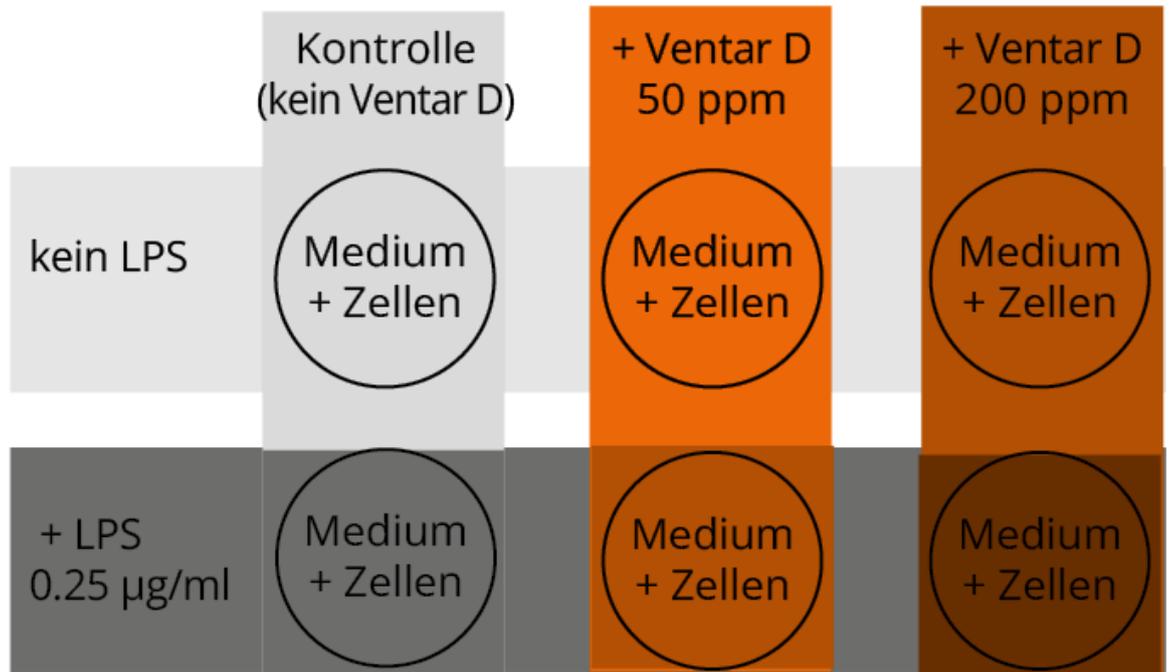


Abbildung 5: Versuchsaufbau

## Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen eine dosisabhängige Reduktion der NF-κB-Aktivität in LPS-stimulierten Mauseellen: um 11 % bei 50 ppm und um 54 % bei 200 ppm Ventar D. Das proinflammatorische Zytokin IL-6 wurde herunterreguliert, während das antiinflammatorische IL-10 um 84 % bzw. 20 % erhöht wurde, was zu einer Verringerung des IL-6-/IL-10-Verhältnisses führte. Dieses Verhältnis ist entscheidend für das Gleichgewicht zwischen pro- und anti-inflammatorischen Effekten der zellulären Signalgebung.

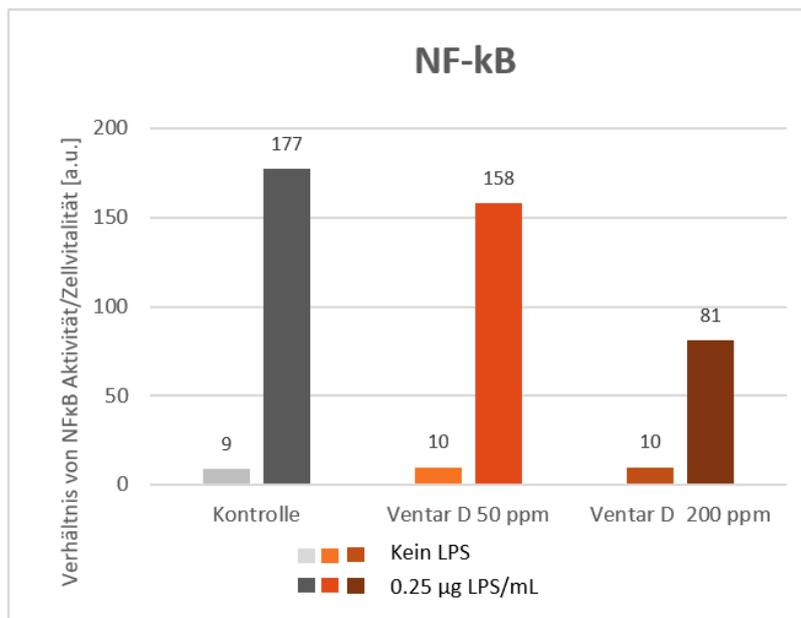


Abbildung 6: NF-κB Konzentrationen

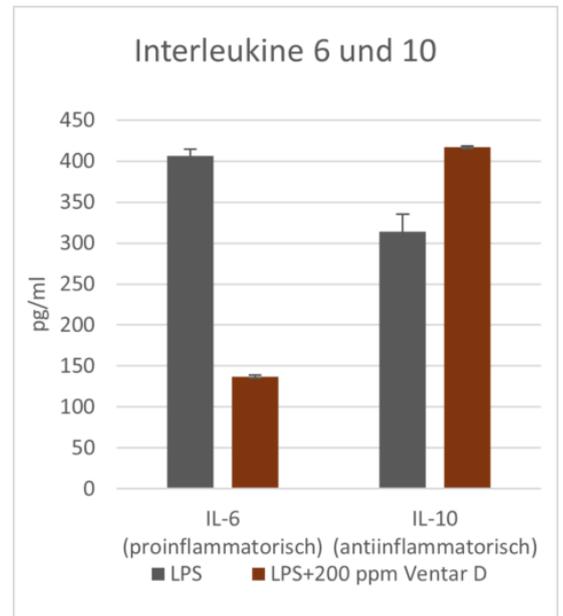


Abbildung 7: IL-6/IL-10-Verhältnis

## 5. Phytomoleküle verbessern Leistung und Effizienz

Die heutigen intensiven Produktionssysteme bringen viele Stressfaktoren mit sich. Phytomoleküle mit den unter 1. bis 4. genannten positiven Eigenschaften führen zu einer besseren Leistung der Tiere. Bei Schweinen, die unter suboptimalen Bedingungen gehalten werden, ist der antimikrobielle Effekt der Phytomoleküle am wichtigsten. Bei stark wachsenden Tieren in einer Haltung unter optimalen Bedingungen sind antioxidative und entzündungshemmende Wirkungen entscheidend. Anabole Prozesse bei starkem Wachstum erhöhen oxidativen Stress, während zusätzlich nicht-infektiöse Entzündungen das Immunsystem belasten.

### Nachweis der leistungsfördernden Wirkung von Ventar D bei Schweinen

Zur Bewertung der wachstumsfördernden Wirkung bei Schweinen wurde eine Studie auf einer kommerziellen Farm in den USA durchgeführt.

#### Versuchsablauf

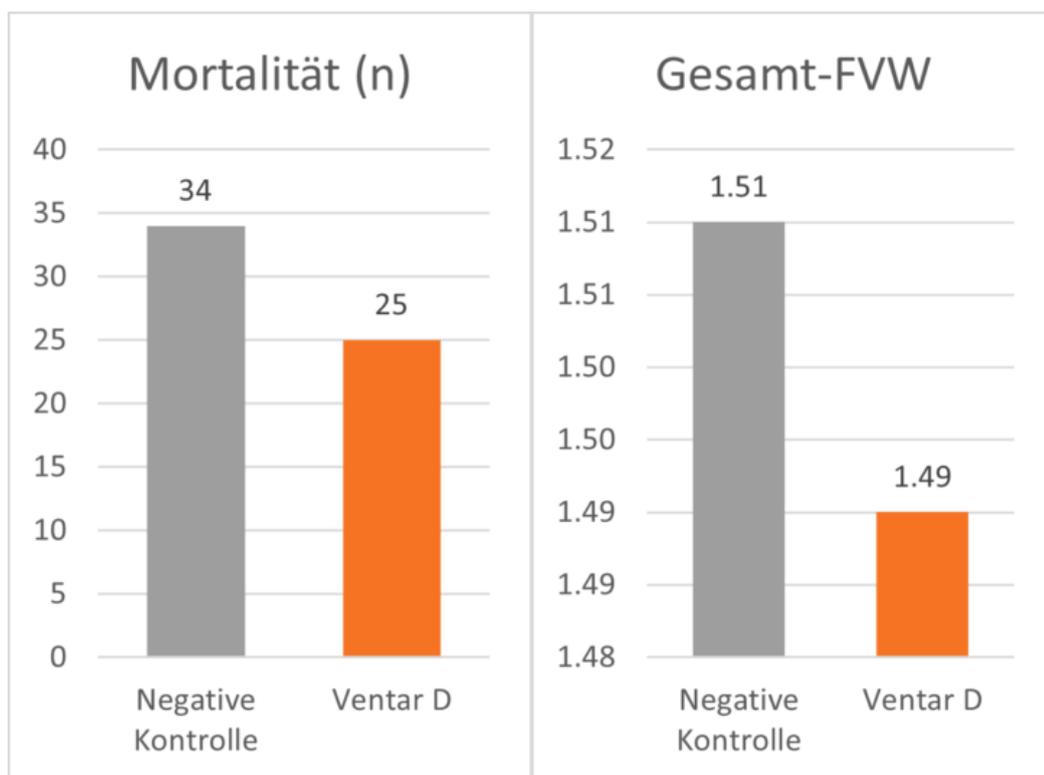
Insgesamt 532 ca. 24 Tage alte abgesetzte Ferkel (unkastrierte Eber oder Jungsau) wurden in 28 Buchten mit je 19 Tieren gehalten. Die Zuweisung der Ferkel in die Gruppen erfolgte nach Gewicht. Für das Drei-Phasen-Fütterungsprogramm (Phase 1 und 2: Pellets; Phase 3: Mehlfutter) wurde dem auf Mais und Sojabohnen basierendem Futter in Phase 1 und 2 jeweils ein Konzentrat mit Sojaproteinkonzentrat, Molkenpermeat und Fischmehl zugegeben (50 % der Gesamtfuttermenge in Phase 1, 25 % in Phase 2). Dem Futter wurden keine Medikamente zugesetzt.

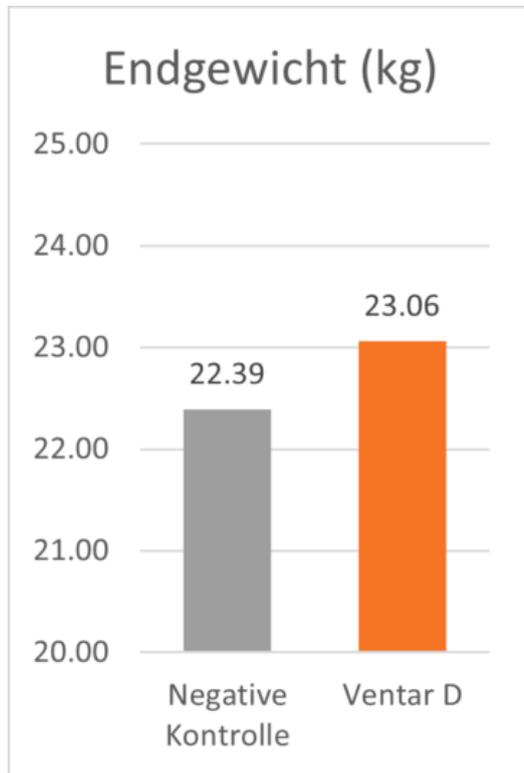
Tabelle 1: Fütterungsschema und Produktdosierung

Versuchsgruppen	Fütterungsphase 1 (Tag 1 - Tag 14)	Fütterungsphase 2 (Tag 15 - Tag 24)	Fütterungsphase 3
Kontrolle	Kein Additive	Kein Additive	Kein Additive
Ventar D	Ventar D 200 g/MT	Ventar D 200 g/MT	Ventar D 200 g/MT

## Ergebnisse

Die Zugabe von Ventar D führte zu höherem Endgewicht und verbesserter Futtermittelverwertung (FVW). Außerdem konnte eine niedrigere Mortalität beobachtet werden.





Abbildungen 8-10: Leistung von mit Ventar D gefütterten Ferkeln im Vergleich zu negativer Kontrolle

## Phytomoleküle helfen, Sauen gesund und leistungsfähig zu halten

Die intensive Tierhaltung stellt eine erhebliche Belastung für die Tiere dar. Hohe Besatzdichten gehen oft mit einem hohen Infektionsdruck und Stress einher, und eine hohe Wachstumsleistung führt zu erhöhtem oxidativem Stress und Entzündungen. Es ist schwierig, all diese Herausforderungen zu kontrollieren. Phytomoleküle können jedoch eine Lösung sein, da ihre Wirkungsmechanismen mehrere relevante Bereiche abdecken.

### Quellen

Durmic, Z., and D. Blache. "Bioactive Plants and Plant Products: Effects on Animal Function, Health and Welfare." *Animal Feed Science and Technology* 176, no. 1-4 (September 2012): 150-62. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.07.018>.

Ehrlinger, Miriam. "Phytogene Zusatzstoffe in der Tierernährung." 2007. [https://edoc.ub.uni-muenchen.de/6824/1/Ehrlinger\\_Miriam.pdf](https://edoc.ub.uni-muenchen.de/6824/1/Ehrlinger_Miriam.pdf)

Farmer, Chantal. "Nutritional Impact on Mammary Development in Pigs: A Review." *Journal of Animal Science* 96, no. 9 (June 15, 2018): 3748-56. <https://doi.org/10.1093/jas/sky243>.

Omonijo, Faith A., Liju Ni, Joshua Gong, Qi Wang, Ludovic Lahaye, and Chengbo Yang. "Essential Oils as Alternatives to Antibiotics in Swine Production." *Animal Nutrition* 4, no. 2 (June 2018): 126-36. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2017.09.001>.

Rutherford, S. T., and B. L. Bassler. "Bacterial Quorum Sensing: Its Role in Virulence and Possibilities for Its Control." *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine* 2, no. 11 (November 1, 2012). <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a012427>.

Val-Laillet, David, J Stephen Elmore, David Baines, Peter Naylor, and Robert Naylor. "Long-Term Exposure to Sensory Feed Additives during the Gestational and Postnatal Periods Affects Sows' Colostrum and Milk

Sensory Profiles, Piglets' Growth, and Feed Intake<sup>1</sup>." *Journal of Animal Science*, June 29, 2018.  
<https://doi.org/10.1093/jas/sky171>.

Zhao, Bi-Chen, Tian-Hao Wang, Jian Chen, Bai-Hao Qiu, Ya-Ru Xu, Qing Zhang, Jian-Jie Li, Chun-Jiang Wang, Qiu-Feng Nie, and Jin-Long Li. "Effects of Dietary Supplementation with a Carvacrol-Cinnamaldehyde-Thymol Blend on Growth Performance and Intestinal Health of Nursery Pigs." *Porcine Health Management* 9, no. 24 (May 23, 2023). <https://doi.org/10.1186/s40813-023-00317-x>.

# Darmgesundheitsmanagement: eine enorme Herausforderung in antibiotikafreier Hähnchenmast



Von **Dr. Ajay Bhojar**, Global Technical Manager Poultry, EW Nutrition

Die Darmgesundheit ist speziell in der antibiotikafreien (ABF) Produktion essenziell, da sie eine entscheidende Rolle für die allgemeine Gesundheit und das Wohlbefinden der Tiere spielt. Antibiotika werden seit langem zur Vorbeugung und Behandlung von Tierkrankheiten eingesetzt, aber ihr übermäßiger Einsatz hat zur Entwicklung von antibiotikaresistenten Bakterien geführt. Viele Landwirte und Erzeuger stellen daher auf antibiotikafreie Produktionsmethoden um. Diese Umstellung stellt eine große Herausforderung dar, da die Erhaltung der Darmgesundheit ohne Antibiotika schwierig sein kann. Es ist jedoch nicht unmöglich.

Eine der schwierigsten Aufgaben in der antibiotikafreien Produktion ist die Verhinderung von bakteriellen Infektionen im Darm. Das Darmmikrobiom spielt eine ausschlaggebende Rolle für das Immunsystem und das Allgemeinbefinden der Tiere. Wenn das Gleichgewicht der Mikroben im Darm gestört ist (Dysbiose), kann dies zu einer schlechten Nährstoffaufnahme führen, die folglich die Leistung der Tiere wie

Futterverwertung und Gewichtszunahme beeinträchtigt. Wenn Landwirte und Erzeuger keine Antibiotika verwenden wollen, müssen sie auf andere Methoden zurückgreifen, um ein gesundes Darmmikrobiom zu erhalten.



## Reduzierung von Antibiotika - ein wichtiger globaler Trend

In den letzten Jahren tendieren Geflügelproduzenten immer mehr dazu, den Einsatz von Antibiotika zu reduzieren, um die Gesundheit von Mensch und Tier zu fördern und die Nachhaltigkeit ihrer Betriebe zu verbessern. Ausschlaggebend dafür ist die Besorgnis über die Entwicklung antibiotikaresistenter Bakterien, die möglichen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Nachfrage der Verbraucher nach Fleisch, das ohne Antibiotika erzeugt wurde. In vielen Ländern gibt es inzwischen Vorschriften, die den Einsatz von Antibiotika in der Lebensmittel- und Tierproduktion begrenzen.

## Herausforderungen für die antibiotikafreie Geflügelproduktion (ABF)

1. **Krankheitsbekämpfung.** In der antibiotikafreien Geflügelproduktion müssen Landwirte auf alternative Methoden zur Bekämpfung und Vorbeugung von Krankheiten zurückgreifen, z. B. verstärkte Biosicherheitsmaßnahmen. Dies kann arbeitsintensiv und kostspielig sein.

1. **Höhere Sterblichkeitsraten.** Ohne Antibiotika kann es in Geflügelbeständen zu höheren Sterblichkeitsraten aufgrund von Krankheitsausbrüchen und anderen Gesundheitsproblemen kommen. Dies kann zu finanziellen Verlusten für die Landwirte und zu einem geringeren Angebot an Geflügelprodukten für die Verbraucher führen.
1. **Fütterung.** Antibiotische Wachstumsförderer (AGPs – aus dem Englischen: Antibiotic Growth Promoters) werden häufig bei Geflügel zur Wachstumsförderung und zur Verhinderung von Darmerkrankungen eingesetzt. Ohne AGPs müssen Geflügelproduzenten alternative Wege finden, um die erwartete Produktionsleistung zu erreichen.
1. **Erhöhte Kosten.** Die antibiotikafreie Geflügelproduktion kann teurer sein als konventionelle Produktionsmethoden, da die Landwirte in zusätzliche Ställe, Ausrüstung, Arbeitskräfte usw. investieren müssen.

Wenn AGPs nicht mehr eingesetzt werden, wird es wahrscheinlich zu Veränderungen der mikrobiellen Zusammensetzung im Darm kommen. Es besteht die Hoffnung, dass Strategien wie Programme zur Vorbeugung von Infektionskrankheiten und die Verwendung von nicht antibiotischen Alternativen die möglichen negativen Folgen des Antibiotikaentzugs auf den Geflügelbestand minimieren (Yegani und Korver, 2008).

## Darmgesundheit - der Schlüssel zu allgemeiner Gesundheit

Ein gesunder Magen-Darm-Trakt ist wichtig für die Erfüllung des maximalen Produktionspotenzials. Darmgesundheit bei Geflügel beschreibt den Allgemeinzustand und die Funktion des Magen-Darm-Trakts und umfasst das Gleichgewicht der nützlichen Bakterien, die Integrität der Darmschleimhaut und die Fähigkeit, Nährstoffe zu verdauen und aufzunehmen. Darmgesundheit ist wichtig, um die Gesundheit insgesamt und das Wohlbefinden der Tiere aufrecht zu erhalten. Ein gesunder Darm trägt zur Verbesserung der Futtermittelverwertung, der Nährstoffaufnahme und der generellen Immunität der Tiere bei.

Der Darm beherbergt mehr als 640 verschiedene Arten von Bakterien und über 20 verschiedene Hormone. Er verdaut und absorbiert den Großteil der Nährstoffe und benötigt dafür fast ein Viertel des Energieverbrauchs des Körpers. Er ist auch das größte Immunorgan des Körpers (Kraehenbuhl und Neutra, 1992). Der Begriff "Darmgesundheit" ist daher sehr komplex und umfasst die makro- und mikrostrukturelle Integrität des Darms, das Gleichgewicht der Mikroflora und den Zustand des Immunsystems (Chot, 2009).

## Immunität bei Geflügel kommt vom Darm

Der Darm ist ein wichtiger Bestandteil des Immunsystems, denn er ist die erste Verteidigungslinie gegen Krankheitserreger, die über das Verdauungssystem in den Körper gelangen. Hühner verfügen über ein spezialisiertes Immunsystem im Darm, das so genannte darmassoziierte lymphatische Gewebe (GALT – gut-associated lymphoid tissue), das dazu beiträgt, potenzielle Krankheitserreger zu erkennen und auf sie zu reagieren. Zum GALT gehören die Peyer'schen Plaques (Gruppen von Immunzellen, die sich in der Darmwand befinden) sowie die Darm-assoziierten Lymphozyten (GAL – gut associated lymphocytes), die im gesamten Darm zu finden sind. Diese Immunzellen sind dafür verantwortlich, Krankheitserreger, die in den Darm eindringen, zu erkennen und zu bekämpfen.

Die darmvermittelte Immunreaktion bei Hühnern umfasst mehrere Mechanismen, darunter die Aktivierung von Immunzellen, die Produktion von Antikörpern und die Freisetzung von Entzündungsmediatoren. Das GALT und die GALs spielen bei dieser Reaktion eine entscheidende Rolle, indem sie Krankheitserreger identifizieren, auf sie reagieren und weitere Immunzellen zur Bekämpfung der Infektion aktivieren.

Auch das Darmmikrobiom spielt bei der darmvermittelten Immunität von Hühnern eine entscheidende Rolle. Es besteht aus einer äußerst vielfältigen Gemeinschaft von Mikroorganismen, die einen bedeutenden Einfluss auf die Immunantwort haben können. So können bestimmte nützliche Bakterien dazu beitragen,

die Immunreaktion zu stimulieren und den Darm vor Krankheitserregern zu schützen.

Insgesamt arbeiten Darmmikrobiom, GALT und GALS zusammen, um eine für Krankheitserreger feindliche Umgebung zu schaffen, die aber gleichzeitig das Wachstum und die Gesundheit nützlicher Mikroorganismen fördert.

## Dysbiose/Dysbakteriose beeinträchtigt die Leistung

Bei einer Dysbiose handelt es sich um ein Ungleichgewicht in der Darmmikrobiota aufgrund einer Belastung des Darms. Dieses Ungleichgewicht kann zu nasser und verkrusteter Einstreu führen und, bei längerem Kontakt der Tiere damit, Pododermatitis (Geschwüren an den Füßen) und Verbrennungen an den Sprunggelenken verursachen. Tierschutzprobleme und eine Abwertung des Schlachtkörpers können die Folge sein (Bailey, 2010). Abgesehen von diesen Auswirkungen ergeben sich die größten wirtschaftlichen Verluste aus den verringerten Wachstumsraten, der schlechteren Futtermittelverwertung und den erhöhten Kosten für tierärztliche Behandlungen. Durch eine Dysbiose können Kokzidiose-Infektionen und andere Darmerkrankungen verschlimmert werden. Tiere mit einer Dysbiose weisen im Allgemeinen hohe Konzentrationen an *Clostridien* auf, die noch mehr Toxine erzeugen und zu einer nekrotischen Enteritis führen können.

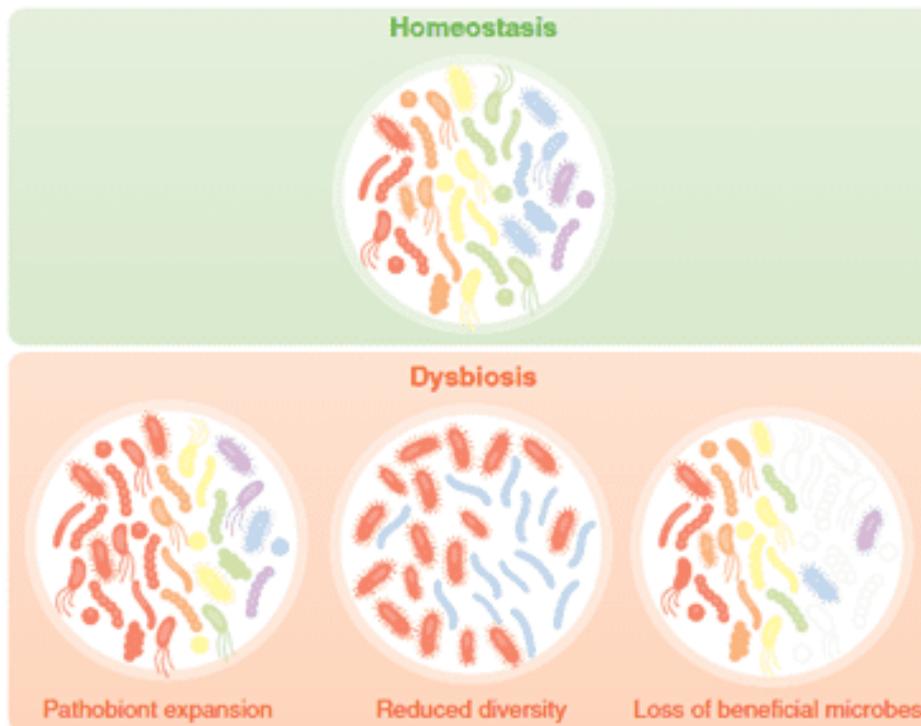


Fig.1: Dysbiose – das Ergebnis einer Belastung des Mikrobioms der Tiere. Quelle: Charisse Petersen und June L. Round. 2014

Es wird angenommen, dass sowohl nicht-infektiöse als auch infektiöse Faktoren bei der Dysbakteriose eine Rolle spielen können (DeGussem, 2007). Jede Veränderung der Futtermittel und Futtermittelrohstoffe sowie deren physikalische Qualität hat Einfluss auf das Gleichgewicht der Darmmikrobiota. In der Geflügelproduktion gibt es problematische Phasen, in denen die Tiere besonderen Belastungen ausgesetzt sind, z. B. bei Futterwechsel, Impfungen, Behandlungen, Transport usw. Während dieser Zeiten kann sich das Darmmikrobiom verändern, und in einigen Fällen kann es bei suboptimalem Management zu einer Dysbakteriose kommen.

Zu den infektiösen Erregern, die möglicherweise eine Rolle bei Dysbakteriose spielen, gehören Mykotoxine, *Eimeria* spp, *Clostridium perfringens* und andere Bakterien, die toxische Stoffwechselprodukte produzieren.

# Faktoren, die die Darmgesundheit beeinträchtigen

Die Faktoren, die die Darmgesundheit von Masthähnchen beeinflussen, lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. **Futter- und Wasserqualität:** Form, Art und Qualität des Futters, das Masthähnchen verfüttert wird, können sich erheblich auf die Darmgesundheit auswirken. Die ständige Verfügbarkeit von kühlem und sauberem Trinkwasser ist entscheidend für eine optimale Produktionsleistung.
1. **Stress:** Stressige Bedingungen, wie hohe Umgebungstemperaturen oder schlechte Belüftung, können zu einem Ungleichgewicht im Darmmikrobiom und einem erhöhten Krankheitsrisiko führen.
1. **Mikrobielle Belastung:** Eine Störung des Mikrobioms und Probleme mit der Darmgesundheit können auftreten, wenn die Tiere Krankheitserregern oder anderen schädlichen Bakterien ausgesetzt sind.
1. **Immunsystem:** Ein robustes Immunsystem ist wichtig für die Gesunderhaltung des Darms, da es dazu beiträgt, unmäßiges Wachstum schädlicher Bakterien zu verhindern und die Vermehrung nützlicher Bakterien zu fördern.
1. **Hygiene:** Eine saubere und von Krankheitserregern freie Umgebung ist für die Erhaltung der Darmgesundheit von Masthähnchen von entscheidender Bedeutung, da sich Bakterien und andere Krankheitserreger leicht ausbreiten und das Darmmikrobiom stören können.
1. **Management-Praktiken:** Richtige Haltungspraktiken wie passendes Fütterungs- und Tränkwasser- sowie ein funktionierendes Einstreu-Management können dazu beitragen, die Darmgesundheit zu erhalten und Darmprobleme zu vermeiden.



Fig. 2. Schlüsselfaktoren, die die Darmgesundheit von Masthähnchen beeinflussen

## Zentrale Ansätze für ein

# Darmgesundheitsmanagement ohne Antibiotika

Zwei Ansätze für das antibiotikafreie Management der Darmgesundheit bei Geflügel sind außerordentlich erfolgreich.

## Geeignete Fütterungs- und Managementpraktiken

Für die ABF-Geflügelproduktion ist es wichtig, dass die Tiere Zugang zu sauberem Wasser und hochwertigem Futter haben und in einer stressfreien Umgebung sind. Eine ausgewogene Ration in Bezug auf Eiweiß, Energie sowie essenzielle Vitamine und Mineralien ist für die Erhaltung der Darmgesundheit unerlässlich.

Die Umgebung, in der das Geflügel gehalten wird, spielt eine wichtige Rolle bei der Erhaltung der Darmgesundheit. Angemessene Hygiene und Belüftung sowie die richtige Temperatur und Luftfeuchtigkeit sind entscheidend, um die Ausbreitung von Krankheiten und Infektionen einzudämmen. Außerdem ist eine strikte Umsetzung strenger Biosicherheitsmaßnahmen alternativlos.

Durch die frühzeitige Erkennung und Behandlung von Krankheiten kann verhindert werden, dass diese sich zu ernsthaften Problemen entwickeln und damit die Rentabilität der ABF-Produktion beeinträchtigen. Es ist wichtig, sich die Tiere immer wieder genau hinsichtlich Krankheitsanzeichen wie Durchfall, verminderte Wasser- und Futteraufnahme anzusehen.

## Darmgesundheitsfördernde Futtermittelzusätze

Ein weiteres Vorgehen zum Erhalt der Darmgesundheit in einer antibiotikafreien Geflügelproduktion ist die Verwendung von Futtermittelzusätzen, die die Darmgesundheit unterstützen. In der Tierproduktion wird eine Vielzahl von Futtermittelzusätzen zur Förderung der Darmgesundheit eingesetzt, darunter sekundäre Pflanzenstoffe/ätherische Öle, organische Säuren, Probiotika, Präbiotika, exogene Enzyme usw., sowohl einzeln als auch in Kombination. Insbesondere die kosteneffizienten phyto-genen Futtermittelzusätze (PFZ) haben mit bereits vielfach nachgewiesener Wirkung auf die Darmgesundheit von Masthühnern an Interesse gewonnen.

Sekundäre Pflanzenstoffe und ätherische Öle (oft auch als Phyto-gene, Phytochemikalien oder Phytomoleküle bezeichnet) sind biologisch aktive Verbindungen, die in jüngster Zeit als Futtermittelzusätze in der Geflügelproduktion Interesse wecken. Sie verbessern die Futtermittelverwertung durch Förderung der Produktion von Verdauungssekreten und der Nährstoffaufnahme. Dies trägt dazu bei, die Belastung des Darms mit Pathogenen und Radikalen sowie die mikrobielle Belastung des Immunsystems der Tiere zu reduzieren (Abdelli et al. 2021).

## Pflanzenextrakte - Ätherische Öle / Phytomoleküle

Phyto-gene Stoffe sind natürliche, in Pflanzen vorkommende Verbindungen. Viele dieser Stoffe haben nachweislich antimikrobielle Eigenschaften, d. h. sie können das Wachstum von Mikroorganismen wie Bakterien, Viren und Pilzen hemmen oder diese abtöten. Beispiele für sekundäre Pflanzenstoffe mit antimikrobiellen Eigenschaften sind Verbindungen, die in Knoblauch, Thymian und Teebaumöl vorkommen. Ätherische Öle sind rohe Pflanzenextrakte (Blüten, Blätter, Wurzeln, Früchte usw.), während Phytomoleküle die aktiven Inhaltsstoffe von ätherischen Ölen oder anderen Pflanzenmaterialien sind und eindeutig als Wirkstoffe definiert sind. Ätherische Öle sind wichtige aromatische Bestandteile von Kräutern und Gewürzen und werden als natürliche Alternativen zum Ersatz von antibiotischen Wachstumsförderern (AGP - englisch: antibiotic growth promoters) im Geflügelfutter verwendet. Zu den besonderen Wirkungen von ätherischen Ölen gehören die Appetitanregung, Förderung der Enzymsekretion bei der Verdauung und die Aktivierung der Immunantwort (Krishan und Narang, 2014).

Eine Vielzahl von Kräutern und Gewürzen (u. a. Thymian, Oregano, Zimt, Rosmarin, Majoran, Schafgarbe, Knoblauch, Ingwer, grüner Tee, Schwarzkümmel und Koriander) sowie ätherischen Ölen (aus Thymian, Oregano, Zimt, Knoblauch, Anis, Rosmarin, Zitrusfrüchten, Nelken und Ingwer) wurden einzeln oder in Kombination als potenzielle AGP-Alternativen für Geflügel verwendet (Gadde et al., 2017).

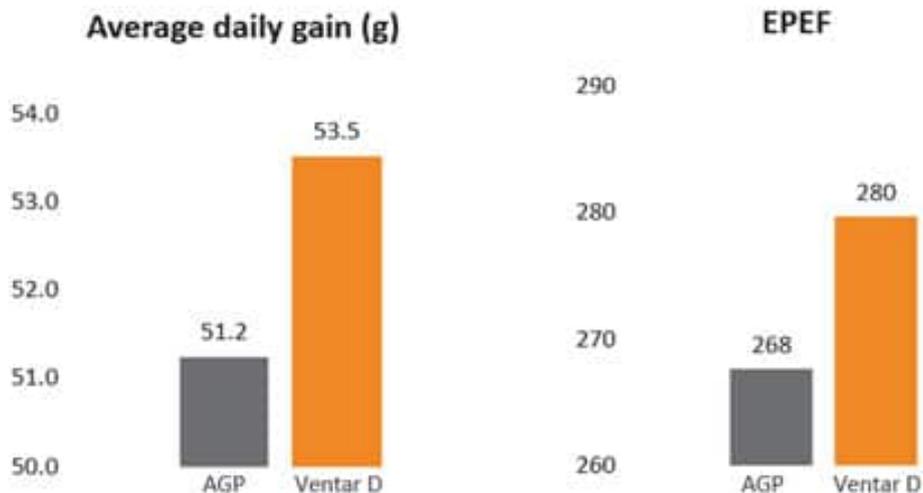


Fig. 3: Futtermittelzusatz auf Phytomolekülbasis übertrifft AGPs durch verbesserte Leistung bei Masthähnchen (42-tägige Feldstudie)

Eine der vorrangigen Wirkweisen von ätherischen Ölen hängt mit ihren antimikrobiellen Eigenschaften zusammen, die die Bekämpfung potenzieller Krankheitserreger ermöglichen (Mohammadi und Kim, 2018).

Phytomolekül-Mischung	<i>Clostridium perfringens</i>	<i>Enterococcus cecorum</i>	<i>Enterococcus hirae</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Salmonella typhimurium</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
Ventar D	1250	2500	5000	2500	5000	2500

Abb. 4: Aktivität eines Futtermittelzusatzes auf Phytomolekülbasis (Ventar D) gegen enteropathogene Bakterien (MHK-Wert - minimale Hemmkonzentration - in ppm)

Phytomoleküle wie z.B. Flavonoide, Polyphenole, Carotinoide und Terpene haben nachweislich entzündungshemmende Eigenschaften. Sie werden unter anderem durch Hemmung der Aktivität von entzündungsfördernden Enzymen und Molekülen hervorgerufen. So blockieren Polyphenole nachweislich die Aktivität des Nuklearfaktors Kappa B (NF-κB), eines Transkriptionsfaktors, der eine Schlüsselrolle bei der Regulierung von Entzündungen spielt.

Phytomoleküle haben auch antioxidative Eigenschaften, die helfen können, Zellen vor Schäden durch reaktive Sauerstoffspezies (ROS) und andere reaktive Moleküle zu schützen, die zu Entzündungen beitragen können. Es wird dementsprechend vorgeschlagen, Pflanzenextrakte als Antioxidantien in Tierfutter zu verwenden, um die Tiere vor oxidativen, durch freie Radikale verursachten, Schäden zu schützen. Phenolische OH-Gruppen in Thymol, Carvacrol und anderen Pflanzenextrakten wirken als Wasserstoffdonator für Peroxyradikale, die während des ersten Schritts der Lipidoxidation entstehen, und verzögern so die Bildung von Hydroxylperoxid (Farag et al., 1989, Djeridane et al., 2006). Thymol und Carvacrol haben eine stark-antioxidative Wirkung (Yanishlieva et al., 1999) und unterdrücken Berichten zufolge die Lipidperoxidation (Hashemipour et.al. 2013).

Insgesamt geht man davon aus, dass die entzündungshemmenden Wirkungen von Phytomolekülen auf die Kombination aus ihrer Fähigkeit, die Aktivität entzündungsfördernder Enzyme und Moleküle zu hemmen und das Immunsystem zu modulieren sowie ihren antioxidativen Eigenschaften zurückzuführen sind. Pflanzenextrakte (z. B. Carvacrol, Zimtaldehyd, Eugenol usw.) hemmen die Produktion von pro-inflammatorischen Zytokinen und Chemokinen aus Endotoxin-stimulierten Immun- und Epithelzellen (Lang et al., 2004, Lee et al., 2005, Liu et al., 2020). Es gibt Hinweise darauf, dass die entzündungshemmende Wirkung teilweise durch die Blockierung des NF-κB-Aktivierungswegs vermittelt wird (Lee et al., 2005).

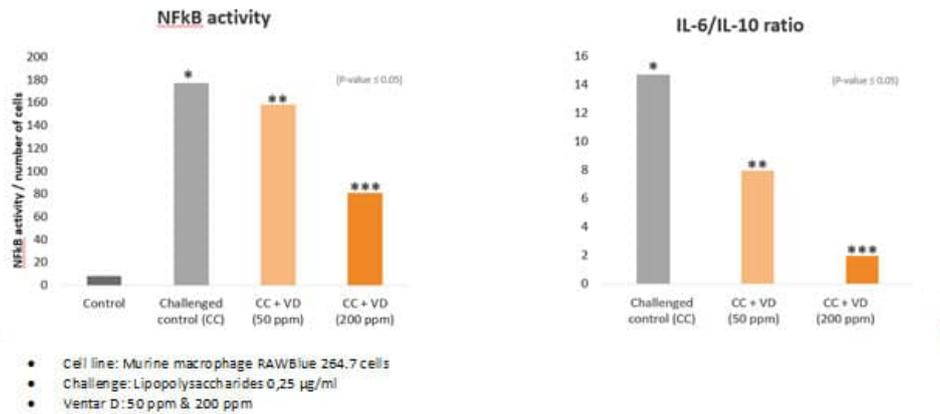


Fig. 5: Entzündungshemmende Eigenschaft eines Futtermittelzusatzes auf Phytomolekülbasis (Ventar D) - verringerte Aktivität entzündlicher Zytokine

## Angemessener Schutz der Phytomoleküle ist der Schlüssel zu optimalen Ergebnissen

Es hat sich gezeigt, dass etliche phytogene Verbindungen größtenteils im oberen Teil des Verdauungstrakts absorbiert werden, was bedeutet, dass die meisten von ihnen ohne angemessenen Schutz nicht im unteren Teil des Darms, wo sie ihre Hauptfunktionen ausüben sollten, ankommen würden (Abdelli et al. 2021). Der Zusatz einer Mischung aus enkapsulierten ätherischen Ölen zu Masthähnchenfutter brachte bessere Ergebnisse als der Zusatz der phytogenen Futterzusätze (PFZ) in pulverisierter, nicht geschützter Form (Hafeez et al. 2016). Neuartige Verabreichungstechnologien wurden entwickelt, um PFZs vor Abbau und Oxidation während der Futtermittelverarbeitung und Lagerung zu schützen, die Handhabung zu erleichtern, eine langsamere Freisetzung zu ermöglichen und auf den unteren Verdauungstrakt abzielen (Starčević et al. 2014). Die speziellen Schutztechniken, die bei der kommerziellen Herstellung einer Mischung aus ätherischen Ölen/Phytomolekülen eingesetzt werden, sind entscheidend, um die gesteckten Ziele mit bemerkenswerter Beständigkeit zu erreichen.

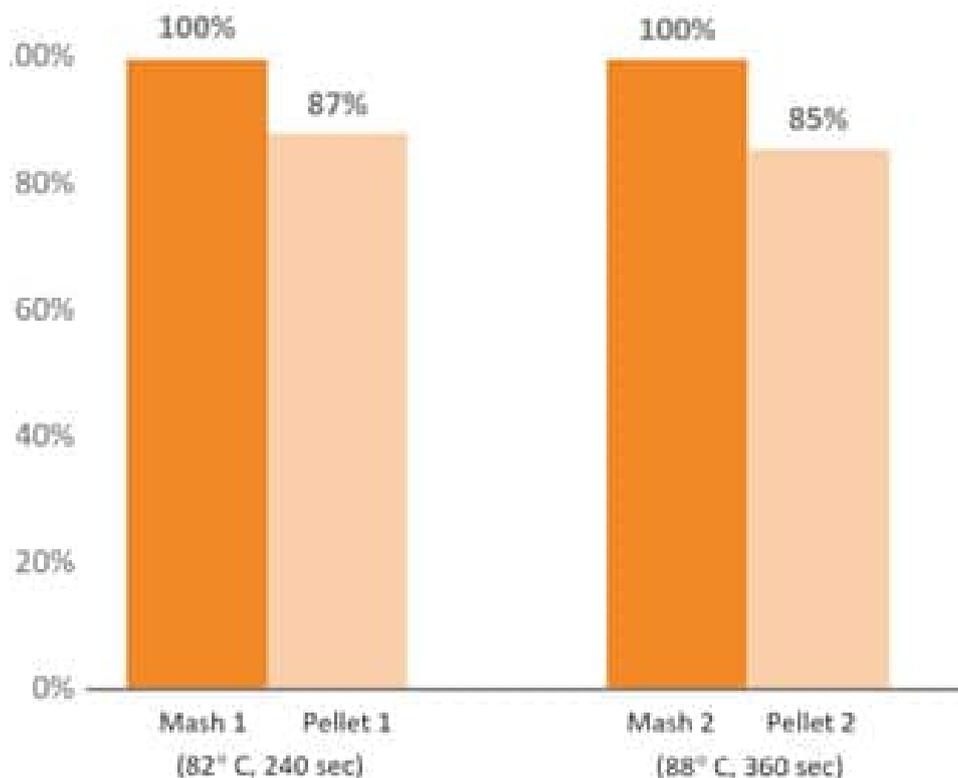


Fig. 6: Stabilität von einem auf Phytomolekülen basierendem Futtermittelzusatz (Ventar D) bei der Pelletierung mit hohen Temperaturen und längeren Konditionierungszeiten

## Mischung aus Phytomolekülen optimiert die Produktionsleistung

Der Verzicht auf Antibiotika in der Geflügelproduktion kann ein Problem für die Kontrolle der Mortalität und die Aufrechterhaltung der Produktionsleistung der Tiere darstellen. Es hat sich gezeigt, dass phytogene Futterzusätze aufgrund ihrer antimikrobiellen, entzündungshemmenden, antioxidativen und verdauungsfördernden Eigenschaften [die Produktionsleistung](#) von Geflügel [verbessern](#). Die verbesserte Nährstoffverdaulichkeit durch phytogene Futtermittelzusätze (PFZ) könnte auf deren Fähigkeit zurückzuführen zu sein, Appetit, Speichelsekretion, Darmschleimproduktion, Gallensäuresekretion und die Aktivität von Verdauungsenzymen wie Trypsin und Amylase zu stimulieren sowie die Darmmorphologie positiv zu beeinflussen (Oso et al. 2019). Ätherische Öle werden in der Geflügelproduktion als Wachstumsförderer angesehen und zeigen starke antimikrobielle und kokzidiostatische Aktivitäten (Zahi et al., 2018). PFZs beeinflussen Gewichtszunahme und Futtermittelverwertung bei Geflügel in positiver Weise (Khattak et al. 2014, Zhang et al. 2009).

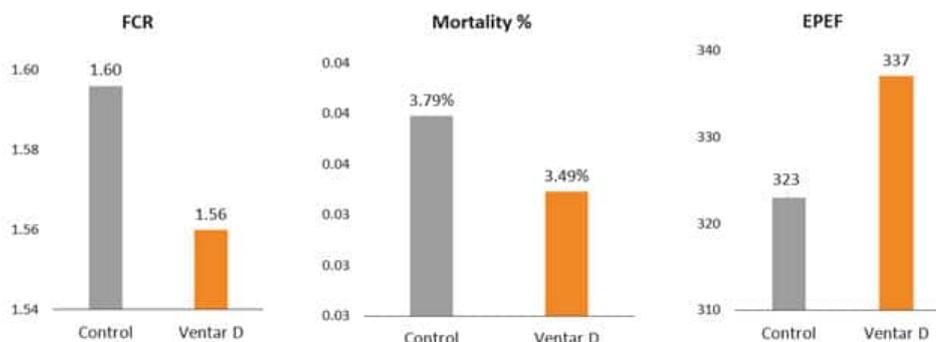


Fig. 7: Futtermittelzusatz auf Basis von Phytomolekülen verbessert im Feldversuch bei Masthähnchen die Futtermittelverwertung und senkt die Mortalität

## Schlussfolgerung

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Darmgesundheitsmanagement eine enorme Herausforderung in der ABF-Hähnchenproduktion darstellt. Dieser Herausforderung muss sich gestellt werden, um das Wohlbefinden der Tiere und damit eine optimale Leistung zu sichern. Der Einsatz von Antibiotika als Präventivmaßnahme in der Masthähnchenproduktion ist immer noch weit verbreitet, doch angesichts der steigenden Nachfrage nach antibiotikafreien Produkten müssen alternative Methoden zur Erhaltung der Darmgesundheit eingesetzt werden. Dazu gehören die Verwendung von Futtermittelzusätzen, die die Darmgesundheit fördern, und angemessene Managementpraktiken, wie die Umsetzung von Biosicherheitsmaßnahmen, die Aufrechterhaltung optimaler Umweltbedingungen, ausreichend Platz und angemessene Belüftung sowie die Reduzierung von Stress. Leider jedoch gibt es keine Einheitslösung für das Darmgesundheitsmanagement in der ABF-Hähnchenmast. Wichtig ist, die Darmgesundheit der Tiere kontinuierlich zu überwachen und einzuschätzen und gegebenenfalls Anpassungen vorzunehmen. Darüber hinaus sollten Forschung und Entwicklung in diesem Bereich gefördert werden, um neue und innovative Wege zur Erhaltung der Darmgesundheit in der ABF-Masthähnchenproduktion zu finden.

Insgesamt ist das Darmgesundheitsmanagement eine erhebliche Herausforderung, die einen vielschichtigen Ansatz und kontinuierliche Überwachung und Management erfordert. Durch die Umsetzung geeigneter Strategien und den Einsatz neuer Technologien können Geflügelhalter Gesundheit und Wohlbefinden ihrer Tiere sicherstellen und gleichzeitig die wachsende Nachfrage nach antibiotikafreien Produkten nachhaltig befriedigen.

## Literatur:

- Abdelli N, Solà-Oriol D, Pérez JF. Phytogetic Feed Additives in Poultry: Achievements, Prospective and Challenges. *Animals (Basel)*. 2021 Dec 6;11(12):3471.
- Bailey R. A. 2010. Intestinal microbiota and the pathogenesis of dysbacteriosis in broiler chickens. PhD thesis submitted to the University of East Anglia. Institute of Food Research, United Kingdom
- Choct M. Managing gut health through nutrition. *British Poultry Science* Volume 50, Number 1 (January 2009), pp. 9–15.
- De Gussem M, "Coccidiosis in Poultry: Review on Diagnosis, Control, Prevention and Interaction with Overall Gut Health," Proceedings of the 16th European Symposium on Poultry Nutrition, Strasbourg, 26-30 August, 2007, pp. 253-261.
- Dorman, H.J. and S.G. Deans. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *J Appl Microbiol*, 88 (2000), pp. 308-316
- Djeridane A., M. Yousfi M, Nadjemi B, Boutassouna D., Stocker P., Vidal N. Antioxidant activity of some Algerian medicinal plant extracts containing phenolic compounds. *Food Chem*, 97 (2006), pp. 654-660
- Farag R. S., Daw Z.Y., Hewedi F.M., El-Baroty G.S.A. Antimicrobial activity of some Egyptian spice essential oils. *J Food Prot*, 52 (1989), pp. 665-667
- Gadde U., Kim W.H., Oh S.T., Lillehoj H.S. Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry: A review. *Anim. Health Res. Rev.* 2017; 18:26–45.
- Guo, F.C., Kwakkel, R.P., Williams, B.A., Li, W.K., Li, H.S., Luo, J.Y., Li, X.P., Wei, Y.X., Yan, Z.T. and Verstegen, M.W.A., 2004. Effects of mushroom and herb polysaccharides, as alternatives for an antibiotic, on growth performance of broilers. *British Poultry Science*, 45(5), pp.684-694.
- Hafeez A., Männer K., Schieder C., Zentek J. Effect of supplementation of phytogetic feed additives (powdered vs. encapsulated) on performance and nutrient digestibility in broiler chickens. *Poult. Sci.* 2016; 95: 622-629.
- Hammer K.A., Carson C.F., Riley T.V. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *J Appl Microbiol*, 86 (1999), pp. 985-990
- Hashemipour H, Kermanshahi H, Golian A, Veldkamp T. Effect of thymol and carvacrol feed supplementation on performance, antioxidant enzyme activities, fatty acid composition, digestive enzyme activities, and immune response in broiler chickens. *Poultry Science*. Volume 92. Issue 8. 2013, Pp 2059-2069
- Khattak F., Ronchi A., Castelli P., Sparks N. Effects of natural blend of essential oil on growth performance, blood biochemistry, cecal morphology, and carcass quality of broiler chickens. *Poult. Sci.* 2014; 93: 132-137
- Kraehenbuhl, J.P. & Neutra, M.R. (1992) Molecular and cellular basis of immune protection of mucosal surfaces. *Physiology Reviews*, 72: 853-879. Krishan and Narang J. *Adv. Vet. Anim. Res.*, 1(4): 156-162, December 2014
- Lang A., Lahav M., Sakhnini E, Barshack I., Fidler H. H., Avidan B. Allicin inhibits spontaneous and TNF- $\alpha$  induced secretion of proinflammatory cytokines and chemokines from intestinal epithelial cells. *Clin Nutr*, 23 (2004), pp. 1199-1208
- Lee S.H., Lee S.Y., Son D.J., Lee H., Yoo H.S., Song S. Inhibitory effect of 2'-hydroxycinnamaldehyde on nitric oxide production through inhibition of NF-kappa B activation in RAW 264.7 cells *Biochem Pharmacol*, 69 (2005), pp. 791-799
- Liu, S., Song, M., Yun, W., Lee, J., Kim, H. and Cho, J., 2020. Effect of carvacrol essential oils on growth performance and intestinal barrier function in broilers with lipopolysaccharide challenge. *Animal Production Science*, 60(4), pp.545-552.
- Mitsch, P., Zitterl-Eglseer, K., Köhler, B., Gabler, C., Losa, R. and Zimpf, I., 2004. The effect of two

different blends of essential oil components on the proliferation of *Clostridium perfringens* in the intestines of broiler chickens. *Poultry science*, 83(4), pp.669-675.

Mohammadi Gheisar M., Kim I.H. Phytobiotics in poultry and swine nutrition—A review. *Ital. J. Anim. Sci.* 2018; 17: 92-99.

Oso A.O., Suganthi R.U., Reddy G.B.M., Malik P.K., Thirumalaisamy G., Awachat V.B., Selvaraju S., Arangasamy A., Bhatta R. Effect of dietary supplementation with phytogetic blend on growth performance, apparent ileal digestibility of nutrients, intestinal morphology, and cecal microflora of broiler chickens. *Poult. Sci.* 2019; 98: 4755-4766

Oviedo-Rondón, Edgar O., et al. "Ileal and caecal microbial populations in broilers given specific essential oil blends and probiotics in two consecutive grow-outs." *Avian Biology Research* 3.4 (2010): 157-169.

Petersen C. and June L. Round. Defining dysbiosis and its influence on host immunity and disease. *Cellular Microbiology* (2014)16(7), 1024-1033

Starčević K., Krstulović L., Brozić D., Maurić M., Stojević Z., Mikulec Ž., Bajić M., Mašek T. Production performance, meat composition and oxidative susceptibility in broiler chicken fed with different phenolic compounds. *J. Sci. Food Agric.* 2014; 95: 1172-1178.

Yanishlieva, N.V., Marinova, E.M., Gordon, M.H. and Raneva, V.G., 1999. Antioxidant activity and mechanism of action of thymol and carvacrol in two lipid systems. *Food Chemistry*, 64(1), pp.59-66.

Yegani, M. and Korver, D.R., 2008. Factors affecting intestinal health in poultry. *Poultry science*, 87(10), pp.2052-2063.

Zhai, H., H. Liu, Shikui Wang, Jinlong Wu and Anna-Maria Klünter. "Potential of essential oils for poultry and pigs." *Animal Nutrition* 4 (2018): 179 - 186.

Zhang G.F., Yang Z.B., Wang Y., Yang W.R., Jiang S.Z., Gai G.S. Effects of ginger root (*Zingiber officinale*) processed to different particle sizes on growth performance, antioxidant status, and serum metabolites of broiler chickens. *Poult. Sci.* 2009; 88: 2159-2166.