Atemwegsprobleme bei Schweinen: Pflanzen als Retter in der Not!

*Von **Dr. Inge Heinzl**, Editor, EW Nutrition*

Die heutige intensive Tierhaltung mit hohen Besatzdichten verursacht Stress bei den Tieren und beeinträchtigt das Immunsystem[9, 13]. Die Zunahme von Atemwegserkrankungen mit den damit verbundenen Verlusten und Kosten ist nur eine der Folgen. Wegen zunehmender Resistenzbildung gegen antimikrobielle Mittel sollten Antibiotika nur in kritischen Fällen eingesetzt werden, daher brauchen wir effektive Alternativen um die Tiere zu unterstützen.

Atemwegsprobleme sind ein Zusammenspiel mehrerer Faktoren

Er hat bereits einen Namen: Der „Porcine Respiratory Disease Complex“ oder PRDC beschreibt das Zusammenwirken von Viren, Bakterien und nicht-infektiösen Faktoren wie Umweltbedingungen (z. B. schlechte Belüftung), Besatzdichte, Management (z. B. All-in-All-Out nur für Buchten und nicht für den gesamten Stall) und schweinespezifischen Faktoren wie Alter und Genetik, die alle zusammen Atemwegsprobleme bei Schweinen verursachen. Nicht infektiöse Faktoren wie hohe Ammoniakwerte schwächen das Immunsystem und legen den Grundstein für z. B. Mykoplasmen, die die erste Verteidigungslinie, die Flimmerepithelzellen, in den oberen Atemwegen schädigen und den Weg für PRRS-

Viren ebnen. Diese gelangen ihrerseits, eingebettet im eingeatmeten Staub, in die Atemwege. Dort schädigen sie die Makrophagen und durchbrechen die nächste Abwehrbarriere. Eine weitere Ursache ist das Porzine Circovirus 2 (PCV2), das spezifische Immunzellen zerstört und zu einer allgemein höheren Anfälligkeit für Infektionen führt.

Im weiteren Verlauf können Bakterien wie *Pasteurella multocida* oder *Streptococcus suis* Sekundärinfektionen verursachen[7, 20, 22]. Auch die Kombination von *Mycoplasma hyopneumoniae* und dem porcinen Circovirus, beides typischerweise nur gering-pathogene Organismen, führt zu schweren Atemwegserkrankungen[15].

Eingeschränkte Atmungsfunktion beeinträchtigt das Wachstum

Die Hauptaufgaben der Atemwege sind die Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft und die Abgabe von CO_2, das beim Abbau von Gewebe entsteht. Da Schweine keine Schweißdrüsen haben, ist bei ihnen der Atemtrakt jedoch auch für die Wärmeregulierung zuständig. Die Tiere müssen die überschüssige Wärme durch schnelles Atmen loswerden. Ist die Atmungsfunktion krankheitsbedingt beeinträchtigt, ist die Fähigkeit zur Wärmeregulierung reduziert. Die daraus resultierende geringere Futteraufnahme führt zu einer schlechteren Wachstumsleistung und einer geringeren Wirtschaftlichkeit[17].

Eine der ersten Studien zu diesem Thema wurde von Straw et al. durchgeführt. (1989)[21]. Sie stellten fest, dass pro 10 % mehr betroffenem Lungengewebe die tägliche Zunahme um etwa 37 g abnahm. Diese negative Korrelation zwischen infiziertem Lungengewebe und Gewichtszunahme konnte von Paz-Sánchez et al. bestätigt werden (2021)[18]. Sie sahen, dass Tiere, bei denen mehr als 10% des Lungenparenchyms von cranioventraler Bronchopneumonie (CBP) befallen waren, eine längere Zeit bis zur Vermarktung benötigten (208,8 Tage vs. 200,8 Tage bei der Kontrolle), ein geringeres Schlachtgewicht aufwiesen (74,1 kg vs. 77,7 kg in der Kontrollgruppe) und damit auch eine geringere Tageszunahme (500,8 g/Tag im Vergleich zu 567,2 g/Tag). In einer anderen Studie untersuchten Pagot und Mitarbeiter (2007)[16] 7000 Schweine aus 14 französischen Betrieben. Sie stellten eine signifikant negative Korrelation ($p<0{,}001$) zwischen dem Vorkommen von Lungenentzündungen und dem Wachstum fest, und sahen eine Gewichtsreduktion von 0.7 mit jedem Punkt stärkerer Pneumonie.

Pflanzenextrakte unterstützen Schweine über verschiedene Wirkmechanismen

Schon immer haben Menschen pflanzliche Stoffe zur Heilung von Krankheiten eingesetzt, sei es Weidenrinde gegen Schmerzen, Kamille gegen Entzündungen oder Magenverstimmungen. Spitzwegerich und Thymian werden als Hustenstiller verwendet, und Eukalyptus und Menthol helfen beim Durchatmen. Was für Menschen gut ist, kann auch für Schweine verwendet werden. Um Pflanzenextrakte effektiv einsetzen zu können, ist es wichtig, ihre spezifischen Wirkungsweisen zu kennen. Dank ihrer flüchtigen Natur können ätherische Öle durch Inhalation direkt an den Zielort, die Atemwege, gelangen.[1]

1. Pflanzenextrakte können antimikrobiell wirken

Viele ätherische Öle zeigen ein gewisses Maß an antimikrobieller Aktivität. So sind die Öle von z. B. Oregano, Teebaum, Zitronengras, Zitronenmyrte und Nelke wirksam gegen eine Vielzahl von grampositiven und gramnegativen Bakterien. LeBel et al. (2019)[12] testeten neun verschiedene Öle gegen

Mikroorganismen, die bei Schweinen Atemwegsprobleme verursachen. Sie stellten für die Öle von Zimt, Thymian und Winterbohnenkraut die höchste Wirksamkeit gegen *Streptococcus suis*, *Actinobacillus pleuropneumoniae*, *Actinobacillus suis*, *Bordetella bronchiseptica*, *Haemophilus parasuis* und *Pasteurella multocida* fest, mit minimalen Hemm- (MHKs) und minimalen bakteriziden Konzentrationen (MBKs) von 0,01 bis 0,156 %.

Aber, es kommt nicht nur auf die direkte bakterizide Wirkung an. 1,8-Cineol, z.B., hat nur eine geringe oder keine antimikrobielle Wirkung[10], macht aber die Bakterienmembranen[2] durchlässig und ermöglicht so das Eindringen anderer schädlicher Stoffe in die Bakterienzelle. Jedoch verfügt Cineol über bemerkenswerte antivirale Eigenschaften.

2. Pflanzenextrakte können schleimlösend, spasmolytisch oder hustenstillend wirken

Bei Erkrankungen der Atemwege sorgen die schleimlösenden und krampflösenden Eigenschaften von Phytomolekülen für eine gute Atmung. Mukolytische Substanzen lösen den Schleim, machen ihn flüssiger und erleichtern den Abtransport aus den Atemwegen durch das Flimmerepithel. Da die Verflüssigung des Schleims durch ätherische Öle oder Phytomoleküle mit lokalen Reizungen verbunden ist, sind Dosierung und Anwendungsform von höchster Bedeutung.[5]

Diese “Säuberung” der Atemwege wird als mukoziliäre Clearance bezeichnet. Es gibt auch Substanzen, die den Schleim nicht auflösen, sondern den mukoziliären Transportmechanismus stimulieren und die Transportgeschwindigkeit erhöhen[1].

Eine spasmolytische Wirkung auf die glatte Muskulatur der Atemwege haben beispielsweise Menthol[8] oder das ätherische Öl von Eukalyptus tereticornis[4]. Menthol zeigt eine hustenstillende Wirkung[11].

3. Pflanzenextrakte können immunmodulatorisch und entzündungshemmend wirken

Wenn Tiere an einer Atemwegserkrankung leiden oder Gefahr laufen, sich anzustecken, ist es hilfreich, das Immunsystem zu unterstützen. Zum einen verbessert es die Wirkung von Impfungen. Mieres-Castro et al. (2021)[14] verglichen die kombinierte Verabreichung von einem Grippeimpfstoff mit Cineol bei Mäusen mit einer Impfung ohne Cineol. Die Kombination führte zu längerer Überlebenszeit, weniger Entzündungen, geringerem Gewichtsverlust, einer niedrigeren Sterblichkeitsrate, weniger Lungenödemen und niedrigeren Titern, wenn die Tiere sieben Tage nach der Impfung mit dem Virus infiziert wurden.

Sind die Tiere andererseits bereits krank, ist eine Stärkung der Immunabwehr unerlässlich. Li et al. (2012)[13] zeigten, dass im Plasma von Schweinen die Interleukin-6-Konzentration niedriger ($p<0,05$) und der Tumor-Nekrose-Faktor-α-Spiegel höher ($p<0,05$) war, wenn die Tiere Futter mit 0,18 % Thymol und Zimtaldehyd erhielten. Außerdem vermehrten sich bei den mit Thymol und Zimtaldehyd gefütterten Schweinen die Lymphozyten, signifikant stärker als in der Negativkontrolle ($p<0,05$).

4. Pflanzenextrakte können als Antioxidantien wirken

Es gibt Erkrankungen der Atemwege, bei denen reaktive Sauerstoffspezies (ROS) eine wichtige Rolle spielen. In diesen Fällen ist die antioxidative Wirkung von Phytomolekülen von Interesse. Der Versuch von Li et al. (2012)[13] zeigte, dass eine Formulierung mit 0,18 % Thymol und Zimtaldehyd die antioxidative

Gesamtkapazität ($p<0,05$) bei Schweinen im Vergleich zu einer negativen Kontrollgruppe erhöhte.

Can Baser & Buchbauer (2010) beschrieben, dass Eukalyptusöl, das 1,8-Cineol, die Monoterpenkohlenwasserstoffe α-Pinen (10-12 %), p-Cymol und α-Terpinen sowie den Monoterpenalkohol Linalool enthält, zur Behandlung von Erkrankungen der Atemwege eingesetzt wird, bei denen ROS eine wichtige Rolle spielen.

5. Pflanzenextrakte reduzieren die Ammoniakproduktion

Eine hohe Ammoniakkonzentration im Schweinestall belastet die Atemwege der Schweine und macht sie anfällig für Krankheiten. Ammoniak entsteht, wenn sich Kot und Urin vermischen und das Enzym Urease für deren Abbau sorgt. Yucca-Extrakt mit einem hohen Anteil an Saponinen kann die Ammoniakemissionen in den Ställen verringern. Ehrlinger (2007)[5] vermutet, dass die Glykokomponenten von Saponinen Ammoniak und andere schädliche Gase binden. Eine andere Erklärung kann die in einem Versuch mit Ratten[19] nachgewiesene verringerte Aktivität der Urease oder die Verringerung des Gesamtstickstoffs, des Harnstoffstickstoffs und des Ammoniakstickstoffs im Sauenmist[3] sein.

6. Pflanzenextrakte zeigen oft unterschiedliche Wirkungen bei Atemwegserkrankungen

Aufgrund ihrer natürlichen Aufgabe – dem Schutz der Pflanze – zeigen ätherische Öle in der Regel nicht nur eine für uns vorteilhafte Wirkung. Camphen, zum Beispiel in Thymus vulgaris, hat schleimlösende, krampflösende und antimikrobielle Eigenschaften und wird zur Behandlung von Atemwegsinfektionen eingesetzt. Aufgrund seines bronchodilatatorischen Effekts, seiner Wechselwirkung mit den Kälterezeptoren und der Aktivierung der Atmung kann Menthol wirksam bei Asthma eingesetzt werden. In niedriger Konzentration wirkt Menthol hustenstillend, erweckt den Eindruck der Abschwellung und reduziert damit Atemwegsbeschwerden und das Gefühl der Atemnot.

Cineol seinerseits wirkt antimikrobiell, hustenstillend, bronchienerweiternd, schleimlösend und entzündungshemmend. Es fördert den Ziliartransport und verbessert die Lungenfunktion[1, 6] . Thymol wird eine schleimlösende, antioxidative, antivirale und antibakterielle Wirkung zugeschrieben5.

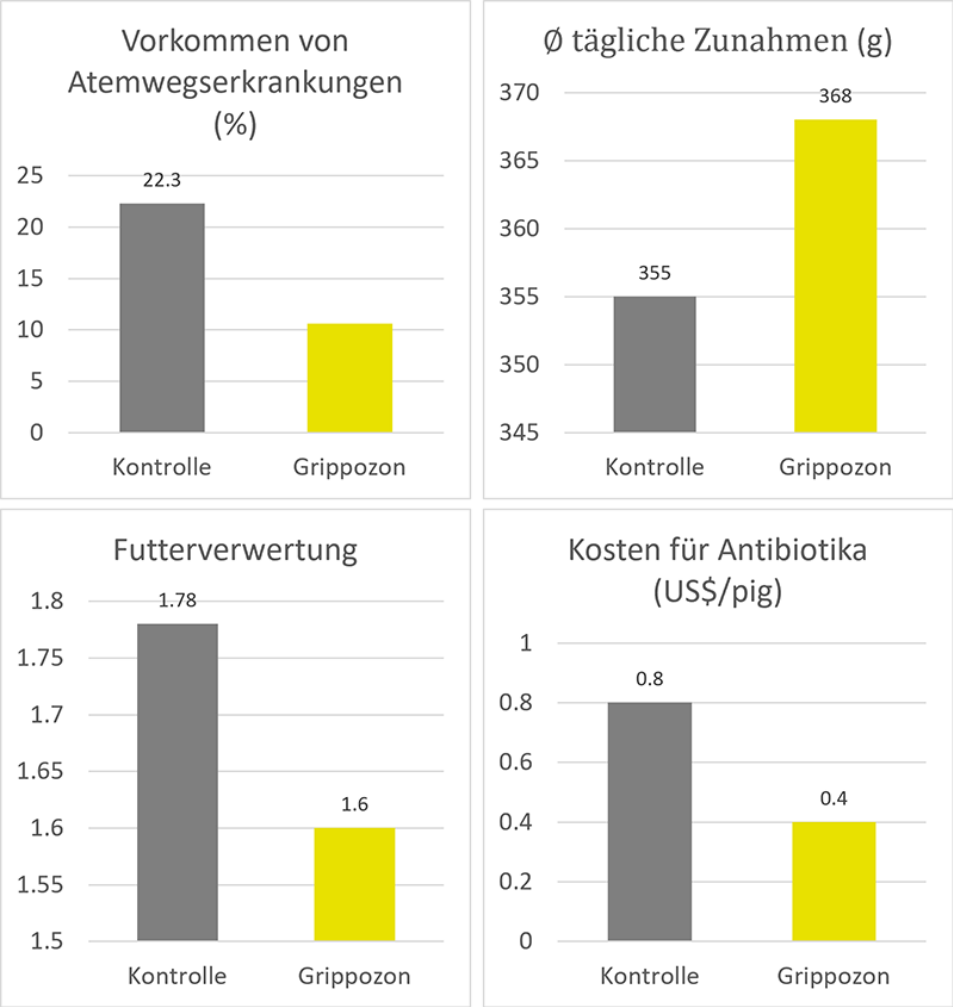
Studie zeigt: Phytomoleküle helfen, Atemwegserkrankungen in Schach zu halten

In einem philippinischen Ferkelzuchtbetrieb, in dem chronische Atemwegsprobleme während der Wachstumsphase mit einer Morbidität von etwa 10-15 % auftraten, wurde eine Feldstudie durchgeführt. Es wurde ein Flüssigprodukt mit Phytomolekülen, die die Tiere gegen Erkrankungen der Atemwege unterstützen (Grippozon), getestet. Für den Versuch wurden 360 zufällig ausgewählte 28 Tage alte Schweine (Durchschnittsgewicht: 6,64±0,44 kg) in zwei Gruppen mit 6 Wiederholungen pro Gruppe und 30 Ferkeln pro Wiederholung aufgeteilt. Alle Ferkel stammten von Sauen, die antibiotikafrei aufgezogen wurden. Die Ferkel erhielten auch nach dem Absetzen keine Antibiotika, es sei denn, es traten Symptome auf (bei Durchfall: Baytril-1 mL /Schwein; Atemwegserkrankungen: Excede – 1mL/Schwein). Alle Ferkel bekamen das gleiche Futter und eine regelmäßige Prophylaxe über die Tränke:

Woche 1 (1. Woche nach dem Absetzen):	• Multivitamine, Aminosäuren – 200-400 g/1000 L Wasser • Säuerungsmittel I (Zitronensäure + Enzym) für die Tränke – 2 L/1000 L
Woche 2-10:	• Säuerungsmittel II (Zitronensäure) für die Tränke – 300-400 mL/1000 L)

Kontrollgruppe: kein zusätzliches Flüssigprodukt zum Wasser
Grippozon-Gruppe: Zugabe von 250 mL Grippozon pro 1000 L Wasser

Beobachtete Parameter waren das Auftreten von Atemwegserkrankungen, Endgewicht, tägliche Zunahmen, Futterverwertung (FVW) und Kosten für Antibiotika.



Die Zugabe von Grippozon verringerte das Auftreten von Atemwegserkrankungen um 52 %, was als Folge zu einer Senkung der Kosten für Antibiotikabehandlungen um 53 % führte. Die Tiere zeigten zudem eine bessere Wachstumsleistung (600 g höheres Durchschnittsgewicht und 13 g höhere durchschnittliche Tageszunahme). Dies führte insgesamt zu einem zusätzlichen Ertrag von 1,76 US$ pro Schwein. Grippozon unterstützt die Schweine gegen Atemwegserkrankungen, reduziert Krankheitsfälle und damit den Einsatz von Medikamenten. Die gesünderen Schweine aus der mit Grippozon versorgten Gruppe können eine höhere Leistung und damit einen höheren Betriebsertrag erbringen.

Wir haben die Mittel, um den Einsatz von Antibiotika zu reduzieren

Atemwegserkrankungen sind ein großes Problem bei Schweinen. Da Resistenzen gegen antimikrobielle Mittel nach wie vor stark verbreitet sind, muss der Einsatz von Antibiotika so weit wie möglich reduziert

werden. Phytomoleküle bieten die Möglichkeit, die Gesundheit der Tiere zu stärken, so dass sie weniger anfällig für Krankheiten sind, oder sie zu unterstützen, wenn sie bereits infiziert sind. Mit Hilfe von Phytomolekülen können wir Antibiotikabehandlungen reduzieren und dazu beitragen, dass diese Medikamente wirksam sind, wenn ihr Einsatz unerlässlich ist.

Referenzen

1. Can Baser , K. Hüsnü, and Gerhard Buchbauer. *Handbook of Essential Oils: Science, Technology, and Applications*. Boca Raton, FL: Taylor & Francis distributor, 2010.
2. Carson, Christine F., Brian J. Mee, and Thomas V. Riley. “Mechanism of Action of *Melaleuca Alternifolia* (Tea Tree) Oil on *Staphylococcus Aureus* Determined by Time-Kill, Lysis, Leakage, and Salt Tolerance Assays and Electron Microscopy.” *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* 46, no. 6 (2002): 1914–20. https://doi.org/10.1128/aac.46.6.1914-1920.2002.
3. Chen, Fang, Yantao Lv, Pengwei Zhu, Chang Cui, Caichi Wu, Jun Chen, Shihai Zhang, and Wutai Guan. “Dietary Yucca Schidigera Extract Supplementation during Late Gestating and Lactating Sows Improves Animal Performance, Nutrient Digestibility, and Manure Ammonia Emission.” *Frontiers in Veterinary Science* 8 (2021). https://doi.org/10.3389/fvets.2021.676324.
4. Coelho-de-Souza, Lívia Noronha, José Henrique Leal-Cardoso, Francisco José de Abreu Matos, Saad Lahlou, and Pedro Jorge Magalhães. “Relaxant Effects of the Essential Oil of *Eucalyptus Tereticornis*and Its Main Constituent 1,8-Cineole on Guinea-Pig Tracheal Smooth Muscle.” *Planta Medica* 71, no. 12 (2005): 1173–75. https://doi.org/10.1055/s-2005-873173.
5. Ehrlinger, Miriam. “Phytogene Zusatzstoffe in der Tierernährung.” Dissertation, Tierärztliche Fakultät LMU, 2007.
6. Gelbe Liste Online. “Gelbe Liste Pharmindex Online.” Gelbe Liste. Accessed January 20, 2023. https://www.gelbe-liste.de/.
7. Hennig-Pauka, Isabell. “Atemwegserkrankungen: Schutz fängt schon bei Ferkeln an.” Der Hoftierarzt, January 13, 2021. https://derhoftierarzt.de/2021/01/atemwegserkrankungen-schutz-faengt-schon-bei-ferkeln-an/.
8. Ito, Satoru, Hiroaki Kume, Akira Shiraki, Masashi Kondo, Yasushi Makino, Kaichiro Kamiya, and Yoshinori Hasegawa. “Inhibition by the Cold Receptor Agonists Menthol and ICILIN of Airway Smooth Muscle Contraction.” *Pulmonary Pharmacology & Therapeutics* 21, no. 5 (2008): 812–17. https://doi.org/10.1016/j.pupt.2008.07.001.
9. Kim, K.H., E.S. Cho, K.S. Kim, J.E. Kim, K.H. Seol, S.J. Sa, Y.M. Kim, and Y.H. Kim. “Effects of Stocking Density on Growth Performance, Carcass Grade and Immunity of Pigs Housed in Sawdust Fermentative Pigsties.” *South African Journal of Animal Science* 46, no. 3 (2016): 294–301. https://doi.org/10.4314/sajas.v46i3.9.
10. Kotan, Recep, Saban Kordali, and Ahmet Cakir. “Screening of Antibacterial Activities of Twenty-One Oxygenated Monoterpenes.” *Zeitschrift für Naturforschung C* 62, no. 7-8 (2007): 507–13. https://doi.org/10.1515/znc-2007-7-808.
11. Laude, E.A., A.H. Morice, and T.J. Grattan. “The Antitussive Effects of Menthol, Camphor, and Cineole in Conscious Guinea-Pigs.” *Pulmonary Pharmacology* 7, no. 3 (1994): 179–84. https://doi.org/10.1006/pulp.1994.1021.
12. LeBel, Geneviève, Katy Vaillancourt, Philippe Bercier, and Daniel Grenier. “Antibacterial Activity against Porcine Respiratory Bacterial Pathogens and in Vitro Biocompatibility of Essential Oils.” *Archives of Microbiology* 201, no. 6 (2019): 833–40. https://doi.org/10.1007/s00203-019-01655-7.
13. Li, Xue, Xia Xiong, Xin Wu, Gang Liu, Kai Zhou, and Yulong Yin. “Effects of Stocking Density on Growth Performance, Blood Parameters and Immunity of Growing Pigs.” *Animal Nutrition* 6, no. 4 (2020): 529–34. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.04.001.
14. Mieres-Castro, Daniel, Sunny Ahmar, Rubab Shabbir, and Freddy Mora-Poblete. “Antiviral Activities of Eucalyptus Essential Oils: Their Effectiveness as Therapeutic Targets against Human Viruses.” *Pharmaceuticals* 14, no. 12 (2021): 1210. https://doi.org/10.3390/ph14121210.
15. Opriessnig, T., L. G. Giménez-Lirola, and P. G. Halbur. “Polymicrobial Respiratory Disease in Pigs.” *Animal Health Research Reviews* 12, no. 2 (2011): 133–48. https://doi.org/10.1017/s1466252311000120.
16. Pagot, E., P. Keita, and A. Pommier. “Relationship between Growth during the Fattening Period and Lung Lesions at Slaughter in Swine.” *Revue Méd. Vét., , , 5, 253-259* 158, no. 5 (2007): 253–59.
17. Pallarés Martínez, Francisco José, Jaime Gómez Laguna, Inés Ruedas Torres, José María Sánchez Carvajal, Fernanda Isabel Larenas Muñoz, Irene Magdalena Rodríguez-Gómez, and Librado Carrasco Otero. “The Economic Impact of Pneumonia Processes in Pigs.” https://www.pig333.com. Pig333.com Professional Pig Community, December 14, 2020. https://www.pig333.com/articles/the-economic-impact-of-pneumonia-processes-in-pigs_16470/.
18. Paz-Sánchez, Yania, Pedro Herráez, Óscar Quesada-Canales, Carlos G. Poveda, Josué Díaz-Delgado,

María del Quintana-Montesdeoca, Elena Plamenova Stefanova, and Marisa Andrada. “Assessment of Lung Disease in Finishing Pigs at Slaughter: Pulmonary Lesions and Implications on Productivity Parameters.” *Animals* 11, no. 12 (2021): 3604. https://doi.org/10.3390/ani11123604.

19. Preston, R. L., S. J. Bartle, T. May, and S. R. Goodall. “Influence of Sarsaponin on Growth, Feed and Nitrogen Utilization in Growing Male Rats Fed Diets with Added Urea or Protein.” *Journal of Animal Science* 65, no. 2 (1987): 481–87. https://doi.org/10.2527/jas1987.652481x.
20. Ruggeri, Jessica, Cristian Salogni, Stefano Giovannini, Nicoletta Vitale, Maria Beatrice Boniotti, Attilio Corradi, Paolo Pozzi, Paolo Pasquali, and Giovanni Loris Alborali. “Association between Infectious Agents and Lesions in Post-Weaned Piglets and Fattening Heavy Pigs with Porcine Respiratory Disease Complex (PRDC).” *Frontiers in Veterinary Science* 7 (2020). https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00636.
21. Straw , B. E., V. K. Tuovinen, and M. Bigras-Poulin. “Estimation of the Cost of Pneumonia in Swine Herds.” *J Am Vet Med Assoc. 1989 Dec 15;195(12):1702-6.* 195, no. 12 (December 15, 1989): 1702–6.
22. White, Mark. “Porcine Respiratory Disease Complex (PRDC).” *Livestock* 16, no. 2 (2011): 40–42. https://doi.org/10.1111/j.2044-3870.2010.00025.x.

Herden”. *J Am Vet Med Assoc. 1989 Dec 15;195(12):1702-6.* 195, Nr. 12 (Dezember 15, 1989): 1702–6.

42. White, Mark. “Porcine Respiratory Disease Complex (PRDC)”. *Viehzucht* 16, Nr. 2 (2011): 40–42. https://doi.org/10.1111/j.2044-3870.2010.00025.x.

Antimikrobielle Resistenz mit Ei-Immunglobulinen bekämpfen

Von Lea Poppe, Regional Technical Manager On-Farm Solutions Europa, und Dr. Inge Heinzl, Editorin

Antibiotikaresistenz (AMR) ist eine der zehn globalen Bedrohungen der öffentlichen Gesundheit. Jim O'Neill (2016) prognostizierte, dass bis 2050 jährlich 10 Millionen Menschen an AMR sterben werden. Der folgende Artikel zeigt Ursachen der antimikrobiellen Resistenz und wie Antikörper aus dem Ei dazu beitragen könnten, dieses Problem einzudämmen.

Globales Problem: Antibiotikaresistenz durch unsachgemäßen Einsatz von antimikrobiellen Arzneimitteln

Antimikrobielle Substanzen werden zur Vorbeugung und Heilung von Krankheiten bei Menschen, Tieren und Pflanzen eingesetzt und umfassen Antibiotika, Virostatika, Antiparasitika und Antimykotika. Die Verwendung dieser Arzneimittel erfolgt nicht immer bewusst, teilweise aus Unwissenheit, teilweise auch aus wirtschaftlichen Gründen.

Eine falsche Therapie kann auf unterschiedliche

Weise erfolgen

1. Der Einsatz von Antibiotika gegen Krankheiten, die mit Hausmitteln geheilt werden können. Eine kürzlich veröffentlichte deutsche Studie (Merle et al., 2023) bestätigte den linearen Zusammenhang zwischen der Behandlungshäufigkeit und den Resistenzwerten bei Kälbern, die jünger als acht Monate sind.
2. Der Einsatz von Antibiotika gegen Viruserkrankungen: Antibiotika wirken nur gegen Bakterien, nicht gegen Viren. Grippe zum Beispiel wird durch Viren verursacht, aber Ärzte verschreiben oft ein Antibiotikum.
3. Die Verwendung von Breitspektrum-Antibiotika anstelle der Erstellung eines Antibiogramms und der Anwendung eines spezifischen
4. Eine zu lange Behandlung mit antimikrobiellen Mitteln gibt Mikroorganismen Zeit, sich anzupassen. Für eine lange Zeit war der einzige Fehler, den man machen konnte, eine Antibiotikatherapie zu früh zu beenden. Heute lautet die Devise “so kurz wie möglich”.

Nehmen wir das Beispiel Neugeborenendurchfall bei Kälbern, eine der häufigsten Krankheiten mit großen wirtschaftlichen Auswirkungen. Kälberdurchfall kann durch eine Vielzahl von Bakterien, Viren oder Parasiten verursacht werden. Die infektiöse Form kann eine Komplikation von nicht-infektiösem Durchfall sein, der durch ernährungsbedingten, psychologischen und umweltbedingten Stress verursacht wurde (Uetake, 2012). Die Erreger, die Durchfall bei Kälbern verursachen, können sich von Region zu Region unterscheiden. In der Schweiz und im Vereinigten Königreich sind z. B. Rotaviren und Kryptosporidien die häufigsten Erreger, während in Deutschland auch *E. coli* dazu gehört. Um das Auftreten von AMR zu minimieren, ist es entscheidend zu wissen, welcher Erreger hinter einer Krankheit steckt.

Der prophylaktische Einsatz von Antibiotika ist immer noch ein Problem

1. Der Einsatz von niedrig dosierten Antibiotika zur Wachstumsförderung. Diese Verwendung ist in der EU nun schon seit 17 Jahren verboten, in anderen Teilen der Welt ist sie jedoch immer noch üblich. Vor allem in Ländern mit niedrigen Hygienestandards weisen Antibiotika eine hohe Wirksamkeit auf.
2. Der präventive Einsatz von Antibiotika, um z. B. Ferkeln die Absetzphase zu erleichtern oder zugekaufte Tiere in ihrer neuen Umgebung gegen die neuen Keime zu unterstützen. Antibiotika reduzieren den Erregerdruck, verringern das Auftreten von Durchfallerkrankungen und sorgen dafür, dass die Tiere weiterhin gut wachsen.
3. Im Rahmen des prophylaktischen Einsatzes von antimikrobiellen Mitteln ist auch die Gruppenbehandlung zu erwähnen. In der Kälbermast sind Gruppenbehandlungen weitaus häufiger als Einzelbehandlungen (97,9 % aller Behandlungen), wie aus einer Studie, die die Medikation in der Kälberproduktion in Belgien und den Niederlanden dokumentiert, hervorgeht. Behandlungsindikationen waren dabei Atemwegserkrankungen (53 %), Einstallprophylaxe (13 %) und Durchfallerkrankungen (12 %). Darüber hinaus ergab die Studie, dass fast die Hälfte der antimikrobiellen Gruppenbehandlungen unterdosiert (43,7 %) und ein großer Teil (37,1 %) überdosiert war.

In mehreren Ländern fordern die Verbraucher mittlerweile jedoch einen reduzierten oder gar keinen Einsatz von Antibiotika (“No Antibiotics Ever” – NAE), und die Tierhalter müssen darauf reagieren.

Heutige Mobilität ermöglicht die weltweite Ausbreitung von AMR

Bakterien, Viren, Parasiten und Pilze, die nicht mehr auf eine antimikrobielle Therapie ansprechen, werden als resistent eingestuft. Medikamente wirken nicht mehr und damit wird die Behandlung der Krankheit schwierig oder sogar unmöglich. Alle vorher genannten unterschiedlichen Anwendungen bieten die Möglichkeit, dass resistente Bakterien/Mikroorganismen entstehen und sich vermehren. Aufgrund des globalen Handels und der Mobilität der Menschen verbreiten sich arzneimittelresistente Erreger rasch in der ganzen Welt, und gängige Krankheiten können mit vorhandenen antimikrobiellen Medikamenten wie

Antibiotika nicht mehr behandelt werden. Standardoperationen können zu einem Risiko werden, und im schlimmsten Fall sterben Menschen an Krankheiten, die einst als behandelbar galten. Wenn neue Antibiotika entwickelt werden, hängt ihre langfristige Wirksamkeit wieder von ihrem korrekten und begrenzten Einsatz ab.

Zur Bekämpfung von AMR werden verschiedene Ansätze verfolgt

Es gibt bereits verschiedene Ansätze zur Bekämpfung von AMR. Als Beispiele können der jährlich in den Niederlanden veröffentlichte MARAN-Report, das EU-Verbot von antibiotischen Wachstumsförderern im Jahr 2006, "No antibiotics ever (NAE) programs" in den USA oder der jährlich veröffentlichte "Report on the Antimicrobial resistance surveillance in Europe" genannt werden. Einer der jüngsten Ansätze ist ein beratendes „One Health High Level Expert Panel" (OHHLEP), das von der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO), der Weltorganisation für Tiergesundheit (OIE), dem Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) und der Weltgesundheitsorganisation (WHO) im Mai 2021 gegründet wurde. Da AMR viele Ursachen hat und folglich viele Akteure an ihrer Reduzierung beteiligt sind, möchte das OHHLEP die Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen allen Sektoren und Interessengruppen verbessern. Ziel ist es, Programme, Strategien, Gesetze und Forschungsarbeiten zur Verbesserung der Gesundheit von Menschen, Tieren und Umwelt, die eng miteinander verbunden sind, zu entwickeln und umzusetzen. Ansätze wie die genannten tragen dazu bei, die Ausbreitung resistenter Erreger einzudämmen und damit weiterhin fähig zu sein, Krankheiten bei Menschen, Tieren und Pflanzen zu behandeln.

Zusätzlich zu den reinen Vorteilen für die Gesundheit verbessert die Reduktion von AMR die Lebensmittelsicherheit und trägt zur Erreichung der Ziele für nachhaltige Entwicklung bei (z. B. kein Hunger, gute Gesundheit und Wohlbefinden sowie sauberes Wasser).

Vorbeugung ist besser als Behandlung

Jungtiere wie Kälber, Lämmer und Ferkel erhalten im Mutterleib keine immunologische Grundausstattung und brauchen deshalb einen passiven Immuntransfer durch das mütterliche Kolostrum. Dementsprechend ist ein optimales Kolostrummanagement der erste Weg, um neugeborene Tiere vor Infektionen zu schützen, was durch die allgemeine Diskussion über den unzureichenden passiven Transfer bestätigt wird: Verschiedene Studien deuten darauf hin, dass Kälber mit einer schlechten Versorgung an Immunglobulinen häufiger an Durchfall erkranken als Kälber mit ausreichender Versorgung.

Vor allem während der immunologisch defizitären Phase, wenn die mütterlichen Immunglobuline abnehmen und das eigene Immunsystem noch nicht voll entwickelt ist, ist es entschei-dend, Aufstallung, Stressauslöser, Biosicherheit und Fütterung zu überprüfen, um das Risiko von Infektionskrankheiten und damit die Notwendigkeit von Behandlungen zu verringern.

Immunglobuline aus dem Ei bieten Jungtieren zusätzlichen Schutz

Auch wenn neugeborene Tiere rechtzeitig ausreichend Kolostrum erhalten und alles optimal verläuft, durchlaufen die Tiere zwei Immunitätslücken: Die erste tritt kurz nach der Geburt vor der ersten Aufnahme von Kolostrum auf, die zweite, wenn die mütterlichen Antikörper abnehmen und das Immunsystem des Jungtiers noch nicht vollständig aktiviert ist. Diese Immunitätslücken werfen die Frage auf, ob etwas anderes getan werden kann, um Neugeborene in ihren ersten Lebenstagen und -wochen zu unterstützen.

Die Antwort lieferte Felix Klemperer (1893), ein deutscher Internist, der über Immunität forschte. Er fand heraus, dass Hennen, die mit Krankheitserregern in Kontakt kommen, Antikörper gegen diese Erreger bilden und auf das Ei übertragen. Dabei ist es unerheblich, ob die Erreger für Hühner oder andere Tiere

relevant sind. Diese Ei-Immunglobuline sind ein immunologisches Starterpaket für die Küken.

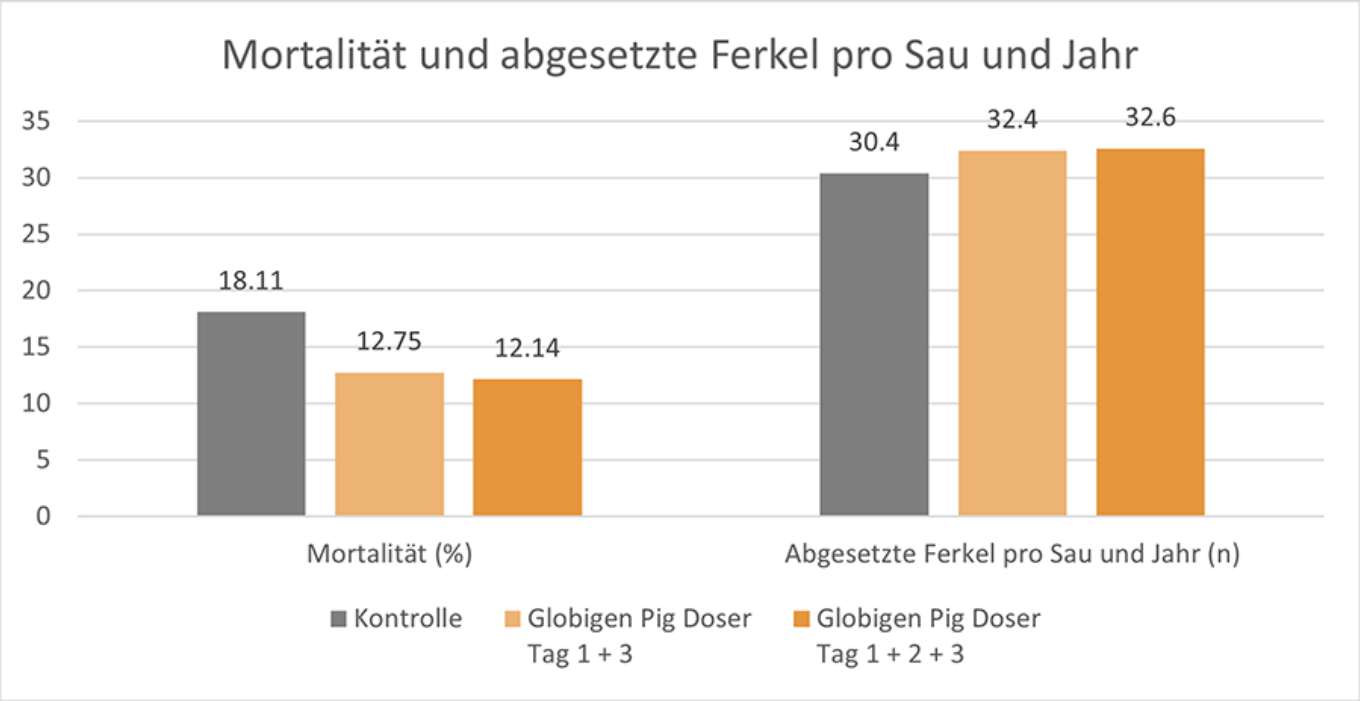
Neue Technologien ermöglichen es uns heute, hochwertige Produkte auf Basis von Eipulver herzustellen, die natürliche Ei-Immunglobuline (IgY – englisch→ **i**mmuno**g**lobulins of the **y**olk) enthalten. Diese Ei-Antikörper agieren hauptsächlich im Darm. Dort erkennen und binden sie beispielsweise Durchfallerreger und machen sie auf diese Weise unwirksam.

Die Wirksamkeit der Ei-Antikörper wurde in verschiedenen Studien (Kellner et al., 1994; Erhard et al., 1996; Ikemori et al., 1997; Yokoyama et al., 1992; Marquart, 1999; Yokoyama et al., 1997) bei Ferkeln und Kälbern nachgewiesen.

Studie belegt hohe Wirksamkeit von Ei-Immunoglobulinen bei Ferkeln

Ein in Deutschland durchgeführter Versuch zeigte vielversprechende Ergebnisse hinsichtlich der Sterblichkeitsminderung in der Abferkelbucht. Für den Versuch wurden 96 Sauen und ihre Würfe in drei Gruppen mit jeweils 32 Sauen aufgeteilt. Zwei der Gruppen bekamen das Ei-Immunglobuline enthaltende Produkt Globigen Pig Doser oral verabreicht: eine Gruppe an den Tagen 1 und 3 und die andere Gruppe an den ersten drei Lebenstagen. Die dritte Gruppe diente als Kontrollgruppe und bekam kein Ergänzungsfuttermittel.

Unabhängig von der Häufigkeit der Anwendung unterstützte Globigen Pig Doser die Ferkel sehr gut und verringerte die Sterblichkeit im Vergleich zur Kontrollgruppe erheblich. Die Maßnahme führte dazu, dass pro Jahr 2 Ferkel mehr abgesetzt werden könnten als in der Kontrollgruppe.

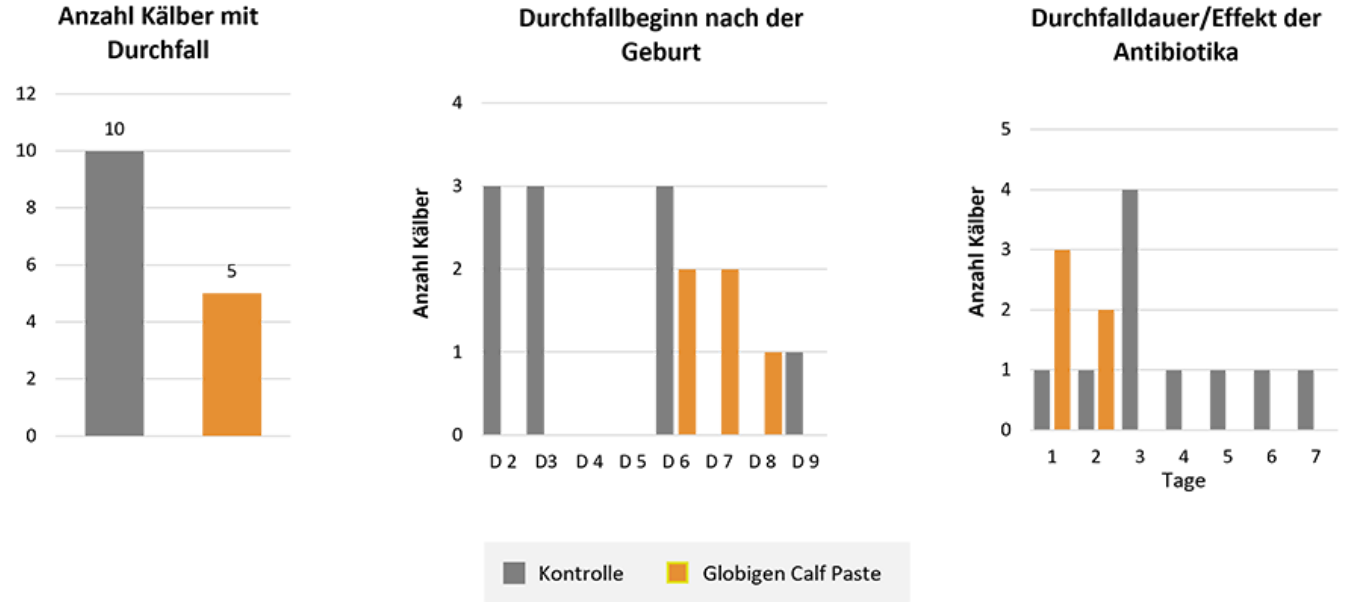


Ei-Immunglobuline unterstützen junge Kälber

Um den Effekt von IgY-basierten Produkten auch an Kälbern zu testen, wurde ein Feldversuch auf einem portugiesischen Milchviehbetrieb durchgeführt. Es wurden zwei Gruppen mit je 12 Kälbern verglichen. Eine Gruppe erhielt oral ein IgY-haltiges Ergänzungsfuttermittel in Form einer Paste am Tag der Geburt und an den zwei darauffolgenden Tagen, die andere Gruppe bekam kein Produkt und diente als Kontrolle. Hauptsächliche, während eines zweiwöchigen Versuchszeitraums beobachtete Parameter waren das Auftreten von Durchfall, dessen Beginn und Dauer sowie die Antibiotikabehandlung, die auf dem Versuchsbetrieb im Falle von Durchfall standardmäßig durchgeführt wurde. Die Ermittlung des

Durchfallerregers gehörte nicht zum Standardprogramm des Betriebs.

In diesem Versuch erkrankten in der Kontrollgruppe zehn von zwölf Kälbern an Durchfall, in der Versuchsgruppe leidglich fünf. Die Durchfalldauer bzw. Dauer der Antibiotikabehandlung betrug in der Kontrollgruppe insgesamt 37 Tage (durchschnittlich 3,08 Tage/Tier), in der Versuchsgruppe dagegen nur 7 Tage (durchschnittlich 0,58 Tage/Tier). Außerdem setzte der Durchfall bei den Kälbern der Globigen Calf Paste-Gruppe später ein, so dass die Tiere bereits die Chance hatten, ein zumindest minimal funktionierendes Immunsystem zu entwickeln.



Das Ergänzungsfuttermittel diente als wirksame Maßnahme, die Kälber während ihrer ersten Lebenstage immunologisch zu unterstützen und die Antibiotikabehandlungen damit drastisch zu reduzieren.

Schlussfolgerung

Die Reduzierung des Einsatzes antimikrobieller Substanzen ist eine der größten Aufgaben der Tierproduktion weltweit. Diese Reduzierung darf nicht zu einer Beeinträchtigung der Tiergesundheit und von Parametern wie Wachstumsleistung und allgemeiner Wirtschaftlichkeit erfolgen. Dieser allgemeinen Forderung kann durch einen ganzheitlichen Ansatz, der Biosicherheit, Stressreduzierung und Ernährungsunterstützung beinhaltet, Rechnung getragen werden. Ergänzungsfuttermittel wie Ei-Immunglobuline sind kommerzielle Optionen, die großartige Ergebnisse und Vorteile auf diesem Gebiet zeigen und die weltweite Tierproduktion in die richtige Richtung lenken werden.

Referenzen auf Anfrage.

Darmgesundheitsmanagement:

eine enorme Herausforderung in antibiotikafreier Hähnchenmast

*Von **Dr. Ajay Bhoyar**, 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 Futterverwertung, 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 Futterverwertung 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.

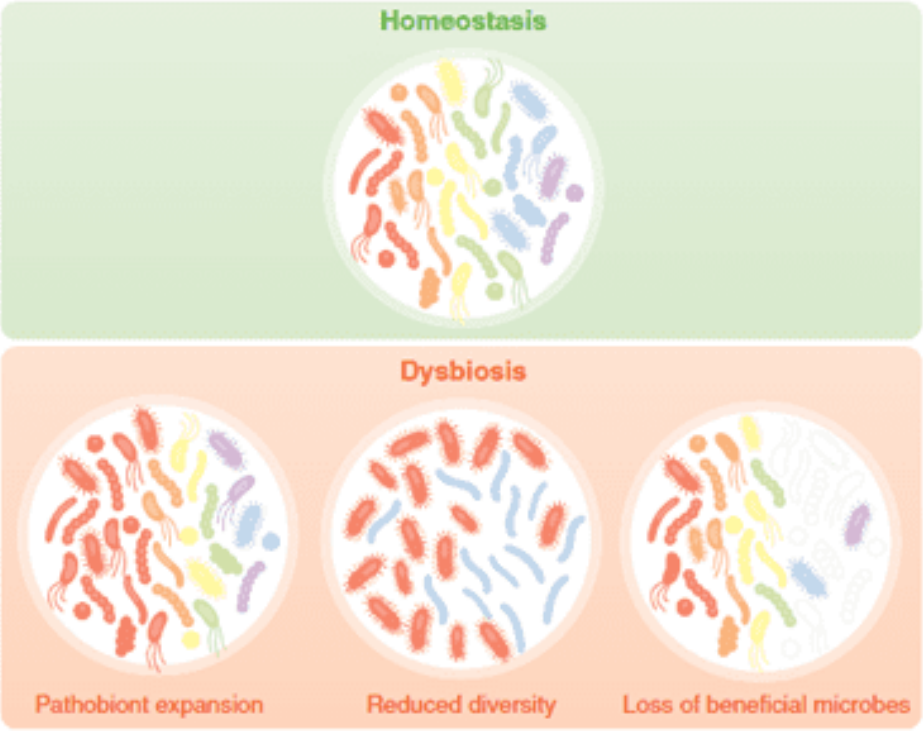


Fig.1: Dysbiose – das Ergebnis einer Belastung des Mikrobioms der Tiere. Quelle: Charisse Petersen und June L. Round. 2014

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 Tränkewasser- 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 phytogenen Futtermittelzusätze (PFZ) haben mit bereits vielfach nachgewiesener Wirkung auf die Darmgesundheit von Masthühnern an Interesse gewonnen.

Sekundäre Pflanzenstoffe und ätherische Öle (oft auch als Phytogene, Phytochemikalien oder Phytomoleküle bezeichnet) sind biologisch aktive Verbindungen, die in jüngster Zeit als Futtermittelzusätze in der Geflügelproduktion Interesse wecken. Sie verbessern die Futterverwertung 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

Phytogene 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).

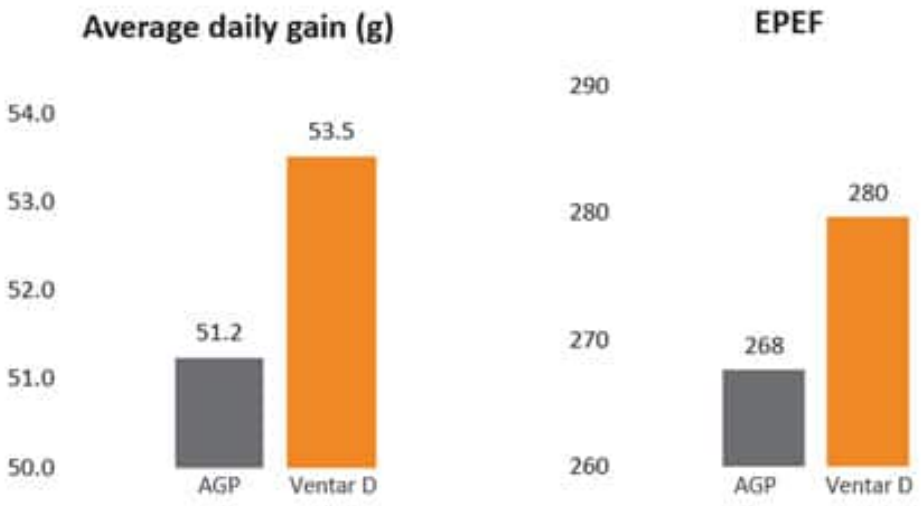


Fig. 3: Futtermittelzusatz auf Phytomolekülbasis übertrifft AGPs durch verbesserte Leistung bei Masthähnchen (42-tägige Feldstudie)

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	*Clostridium perfringens*	*Enterococcus cecorum*	*Enterococcus hirae*	*Escherichia coli*	*Salmonella typhimurium*	*Staphylococcus aureus*
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-kB), 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).

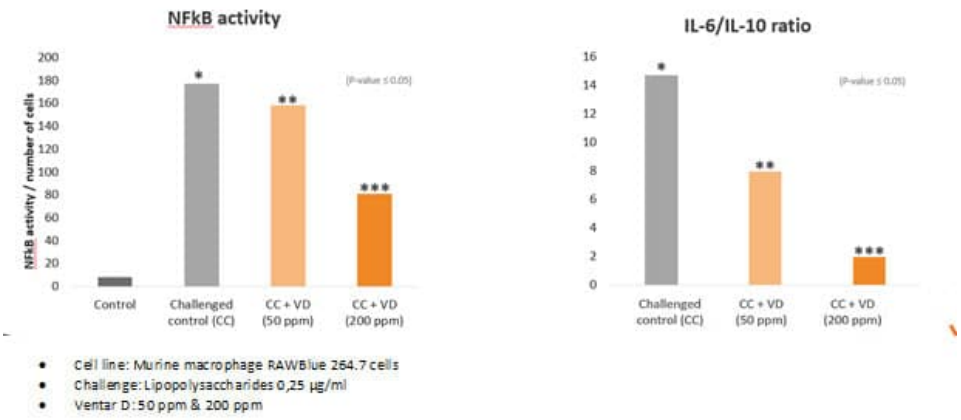


Fig. 5: Entzündungshemmende Eigenschaft eines Futtermittelzusatzes auf Phytomolekülbasis (Ventar D) – verringerte Aktivität entzündlicher Zytokine

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 abzuzielen (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.

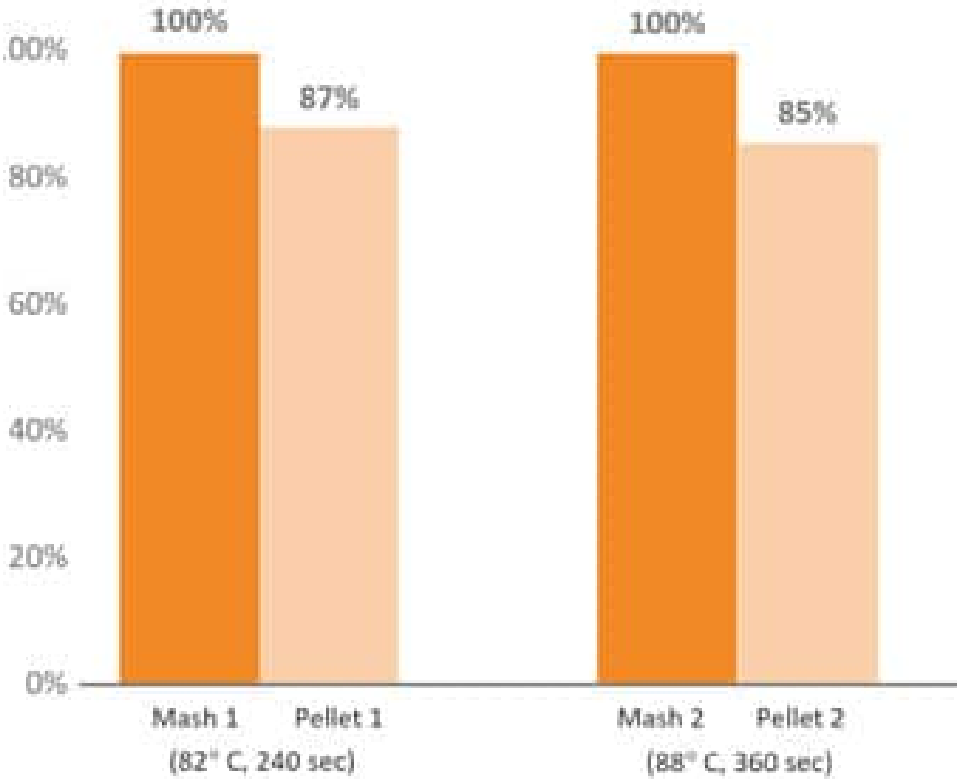


Fig. 6: Stabilität von einem auf Phytomolekülen basierenden Futtermittelzusatz (Ventar D) bei der Pelletierung mit hohen Temperaturen und längeren Konditionierungszeiten

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 Futterverwertung bei Geflügel in positiver Weise (Khattak et al. 2014, Zhang et el. 2009).

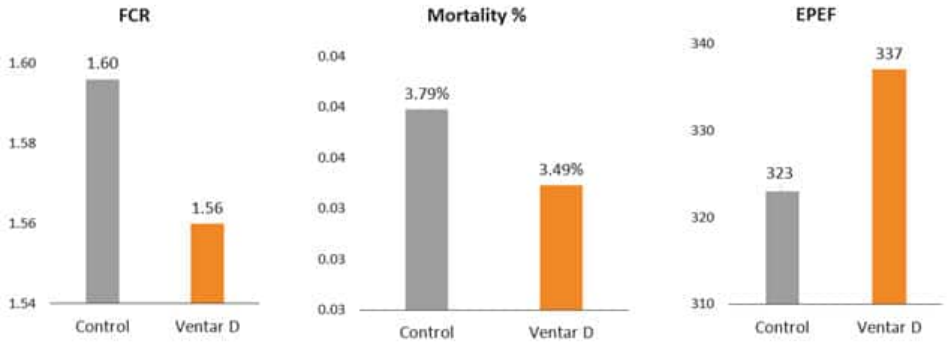


Fig. 7: Futtermittelzusatz auf Basis von Phytomolekülen verbessert im Feldversuch bei Masthähnchen die Futterverwertung und senkt die Mortalität

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. Phytogenic 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 phytogenic 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., Fidder 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 Zimpernik, 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 phytogenic 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 Kluenter. “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.

Was Sie schon immer über die nekrotisierende Enteritis beim Geflügel wissen wollten. Ein Überblick

*by **Inge Heinzl, Marisabel Caballero, Ajay Bhoyar**, EW Nutrition*

Die Eliminierung von nekrotisierender Enteritis (NE) aus Ihrem Bestand beginnt damit, die Krankheit zu verstehen, zu wissen, wie man sie verhindern kann und ob/wie es möglich ist, Auswirkungen von NE auf den Bestand zu mildern.

Nekrotisierende Enteritis ist eine Geflügelkrankheit, die durch ein übermäßiges Wachstum von *Clostridium perfringens* Typ A und in geringerem Maße Typ C im Dünndarm verursacht wird. Die Toxine dieser Bakterien schädigen die Darmwand. Im Allgemeinen tritt nekrotisierende Enteritis bei Masthähnchen im Alter von 2-6 Wochen auf. Subklinische Formen sind gekennzeichnet durch eine beeinträchtigte Futterverwertung. Klinische Formen führen zu schweren Problemen und einer erhöhten Bestandssterblichkeit in sehr kurzer Zeit.

Nekrotisierende Enteritis ist die Ursache für jährliche Verluste in Höhe von 6 Milliarden US-Dollar weltweit in der Geflügelproduktion – und diese vormals kontrollierbare Krankheit nimmt zu. Ein Grund dafür ist der freiwillige oder gesetzlich vorgeschriebene reduzierte Einsatz von Antibiotika in der Tierproduktion. Dieser Trend ergibt sich aus einem steigenden Auftreten antimikrobieller Resistenzen und aus den Anforderungen der Verbraucher. Ein weiterer Grund für das wieder verstärkte Auftreten von NE ist die Reduktion von Ionophoren, die neben ihrer Aktivität gegen Kokzidien auch Wirksamkeit gegen Clostridien zeigen. Wenn Lebendimpfstoffe gegen Kokzidien verwendet werden, ist die Anwendung dieser Ionophore nicht möglich und Clostridien / nekrotisierende Enteritis nehmen zu (Williams, 2005).

Nekrotisierende Enteritis und Kokzidiose sind weit verbreitet bei allen Geflügelarten, für Masthähnchen im Besonderen stellt diese Krankheit jedoch ein schwerwiegendes Gesundheitsproblem dar.

Die klinische und subklinische Form von NE

Die klinische Form

(c) Rob Moore

… ist gekennzeichnet durch akuten, dunklen Durchfall, der zu nasser Eintreu führt. Die Herdensterblichkeit steigt plötzlich um bis zu 1% pro Tag nach Auftreten der ersten klinischen Symptome (Ducatelle und Van Immerseel, 2010) und summiert sich teilweise auf bis zu 50% (Van der Sluis, 2013). Die Tiere haben zerzauste Federn, sind lethargisch und zeigen keinen Appetit.

Bei der Nekropsie fallen typischerweise aufgeblähte Gedärme mit einer aufgerauten Schleimhautoberfläche, Läsionen und bräunlichen (diphtherischen) Pseudomembranen auf. Größere Mengen an wässriger, brauner, blutdurchsetzter Flüssigkeit sind zu sehen und das Tier verströmt einen üblen Geruch. Die Leber ist dunkel, geschwollen und fest, die Gallenblase ist aufgetrieben (Hofacre et al., 2018).

Bei **perakuter** nekrotisierender Enteritis können die Tiere ohne vorherige Anzeichen sterben.

Die subklinische Form

Wenn die Tiere unter der subklinischen Form leiden, führen chronische Schäden an der Darmschleimhaut und eine erhöhte Schleimmenge im Dünndarm zu einer Beeinträchtigung der Verdauung. Eine deshalb geringere Absorption von Nährstoffen hat eine schlechtere FCR und damit eine geringere Wachstumsleistung zur Folge, was sich um Tag 35 bemerkbar macht.

Da Futtermittel etwa 65-75% der Produktionskosten bei Masthähnchen ausmachen, erhöht eine schlechte Futterverwertung die Produktionskosten und beeinflusst damit die Rentabilität erheblich. Aus Mangel an klaren Symptomen bleibt diese subklinische Form der Krankheit oft unbehandelt und wirkt sich dauerhaft auf die Produktionseffizienz aus.

Krankheitserreger

Verantwortlich für die nekrotisierende Enteritis sind grampositive, anaerobe Bakterien. Dabei handelt es sich um spezifische Stämme von *Clostridium perfringens* Typ A und, in geringerem Maße, Typ C (Keyburn et al., 2008).

Clostridien kommen in erster Linie im Boden vor, wo organische Substanzen abgebaut werden, außerdem im Abwasser und im Magen-Darm-Trakt von Tieren und Menschen. Sie produzieren Sporen, die extrem widerstandsfähig gegen Umwelteinflüsse (Wärme, Bestrahlung, Austrocknung) sowie auch einige Desinfektionsmittel sind und mehrere Jahre überleben können. Unter geeigneten Bedingungen können sich diese Bakterien über *Sporen* im Futter oder in der Einstreu sogar vermehren.

Clostridium perfringens Bakterien sind natürliche Bewohner des Hühnerdarms. In gesunden Tieren findet man normalerweise eine Mischung aus verschiedenen Stämmen in Konzentrationen von 10^2-10^4 KBE/g Darminhalt (McDevitt et al., 2006). Die Krankheit beginnt, wenn *C. perfringens* sich im Dünndarm vermehrt. In der Regel geschieht dies aufgrund einer Kombination verschiedener Faktoren wie z.B hohe Mengen an Protein im Futter, geringe Immunität und ein Ungleichgewicht in der Darmflora. Dann steigt die Zahl auf 10^7-10^9 KBE/g Darminhalt (Dahiya et al., 2005).

NetB, ein wichtiger Virulenzfaktor für NE

Um sich in einem Wirt anzusiedeln sind C*lostridium* Spp. und andere Krankheitserreger auf Virulenzfaktoren angewiesen (siehe Infobox). Zu diesen Virulenzfaktoren gehören beispielsweise die *Voraussetzungen*, um sich im Wirt festzusetzen, dem Immunsystem zu entgehen oder es zu unterdrücken, um an Nährstoffe zu gelangen und um sich in die Darmzellen einzuschleusen. Jahrelang wurde angenommen, dass das von *C. perfringens* produzierte α-Toxin an der Entwicklung der Krankheit beteiligt und ein wichtiger Virulenzfaktor ist. Im Jahr 2008 fanden Keyburn und Mitarbeiter jedoch einen weiteren wichtigen Virulenzfaktor. Sie verwendeten für *ihren Versuch eine Mutante von C. perfringens.* Diese Mutante ist nicht in der Lage, α-Toxin zu produzieren, verursacht aber dennoch nekrotisierende Enteritis.

Der Versuch identifizierte ein weiteres Toxin, das nur bei Hühnern zu finden ist, die an nekrotisierender Enteritis leiden: *Das von Clostridium perfringens* produzierte NetB *(*necrotic enteritis B-like toxin). NetB ist ein porenbildendes Toxin. Porenbildende Toxine sind Exotoxine, die in der Regel von pathogenen Bakterien produziert werden, es gibt jedoch auch andere Mikroorganismen, die dazu in der Lage sind. Diese Toxine zerstören die Membranintegrität von Darmwandzellen. Ausfließende Zellinhalte können von den Bakterien als Nährstoffe genutzt werden. Wenn Immunzellen auf diese Weise zerstört werden, könnte das eine Beeinträchtigung der Immunreaktion zur Folge haben (Los et al., 2013).

Darüber hinaus produzieren pathogene Stämme von *C. perfringens* Bakteriozine, um die Vermehrung harmloser *Clostridium* Spp.-Stämme zu hemmen und die normale Darmflora von Hühnern zu verdrängen (Riaz et al., 2017). Das wichtigste davon ist Perfrin (Timbermont et al., 2014).

Beispiele für Virulenzfaktoren

1. **Adhäsine**
   Ermöglichen es dem Erreger, sich im Wirt festzusetzen, sich anzuheften, z. B. über Fimbrien. Pili ermöglichen den Austausch von RNA oder DNA zwischen Krankheitserregern.
2. **Invasionsfaktoren**
   Erleichtern dem Erreger das Eindringen und die Verbreitung (Invasions- und Verbreitungsenzyme). Beispiele: Hyaluronidase, die die Hyaluronsäure des Bindegewebes angreift oder Geißeln zur Fortbewegung der Erreger.
3. **Giftstoffe**
   Beeinträchtigen die Funktion der Wirtszellen oder zerstören sie; z.B. Endotoxine (Lipopolysaccharide), Exotoxine
4. **Maßnahmen zur Umgehung der Immunabwehr**
   Ermöglichen es dem Erreger, die Abwehrstrategien des Wirtes zu unterlaufen (z. B. Antiphagozytosefaktoren bieten Schutz vor einem Angriff durch Phagozyten; Inaktivierung spezifischer Antikörper durch Enzyme).

Ein Huhn mit einer **optimalen Darmgesundheit** ist **weniger anfällig für NE**.

Zusätzliche **prädisponierende Faktoren** sind notwendig: Nährstoffe müssen bereitgestellt und die Darmumgebung entsprechend vorbereitet werden, um eine Verbreitung dieser Krankheitserreger und damit den Ausbruch der Krankheit zu ermöglichen (Van Immerseel et al., 2008; Williams, 2005).

Prädisponierende Faktoren

Futter: Zusammensetzung und Partikelgröße

Die Rolle der Futtermittel bei der Entwicklung von nekrotisierender Enteritis sollte nicht unterschätzt werden. Hier sind Stoffe zu nennen, die eine für *C. perfringens* günstige Darmumgebung schaffen.

NSPs

Nicht-Stärke-Polysaccharide

Wirkungsweise:
- erhöhen die Viskosität
- verringern die Passagerate
- verringern die Verdaulichkeit anderer Nährstoffe
- dienen als Nährstoff

mehr Nährstoffe für *C. perfringens* verfügbar

- stimulieren die Schleimproduktion

anaerobe Umgebung

Van der Sluis, 2013
Kalldhusdal und Skjerve (1996); Annett et al. (2002)

Eiweiß und Fett

Übermäßiger Proteingehalt
Schlecht verdauliches Protein
vor allem Eiweiß (Fischmehl) mit hohen Konzentrationen von Zink / Glycin
Wirkungsweise:
- hohe Proteinkonzentrationen im GIT
- dienen als Substrat für Bakterien

Verschiebung des Gleichgewichts der Darmflora
(Antonissen et al., 2016)

Tierisches Fett
Wirkungsweise :
Höherer pH-Wert und höhere Konzentration an Gallensalz

erhöhtes Wachstum von *C. perfringens*
(Knarreborg et al., 2002)

Partikelgröße

Keine einheitliche Partikelgröße	erhöhtes Auftreten von NE [Branton et al. 1987]
Fein gemahlen **Wirkungsweise:** - Aktivität des Muskelmagens ↓ - pH ↑, GIT-Passagezeit ↓	Vermehrung pathogener Mikroben (*Salmonellen, Campylobacter , Clostridium* ...) ↓ (im Vergleich zu grobem Mais) [Rougière und Carré, 2010; Santos et al., 2008; Singh et al., 2014]

Mykotoxinkontamination

Mykotoxine schädigen die Darmintegrität und schaffen ideale Bedingungen für die Proliferation von *Clostridium perfringens*.

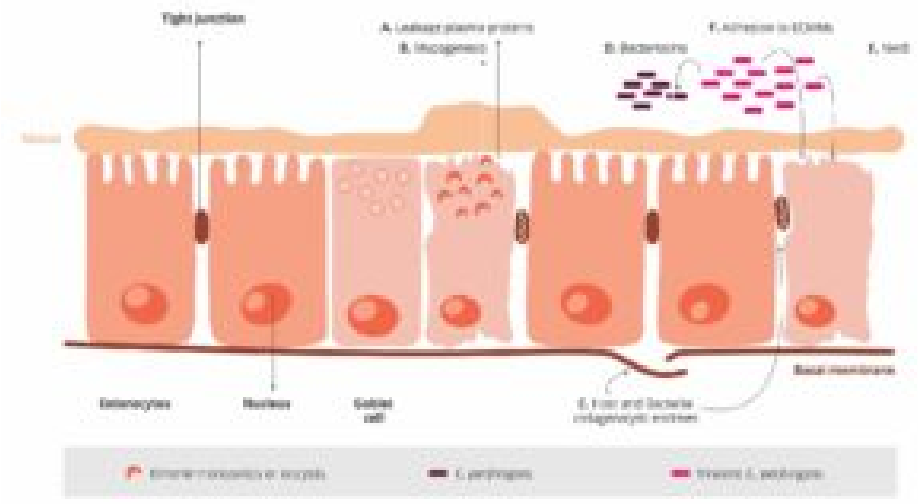
Mykotoxine haben keine direkte Wirkung auf die Verbreitung von *C. Perfringens,* die Toxinproduktion oder die NetB-Transkription. Mykotoxine beeinträchtigen jedoch die Darmgesundheit und schaffen eine günstige Umgebung für den Erreger. Beispiele:

1. Durch Angriff der Darmbarriere und die Beschädigung des Epithels schafft DON gute Bedingungen für die Proliferation von C. *Perfringens*. Die dadurch möglicherweise resultierende Durchlässigkeit des Epithels und eine verminderte Absorption von Proteinen aus dem Futter können zu einer höheren Restmenge an Proteinen im Dünndarm führen. Diese Proteine können als Nährstoffe für den Erreger dienen (Antonissen et al., 2014).
2. Fusariumtoxine verringern außerdem die Anzahl an Milchsäure produzierenden Bakterien, was zu einer Verschiebung des mikrobiellen Gleichgewichts führt (Antonissen et al., 2016.).

Eimeria ssp.

Ein intaktes Darmepithel ist die beste Abwehr gegen potenzielle Krankheitserreger wie *C. perfringens*. Hier kommen Kokzidien ins Spiel. Moore (2016) zeigte, dass Eimeria-Arten durch Schädigung des Darmepithels *C. perfringens* einen Zugang zu den Darmbasaldomänen des Schleimhautepithels liefern. Dort findet dann die erste Phase des pathologischen Prozesses statt. *C. perfringens* dringt in die Lamina propria ein und schädigt das Darmepithel (Olkowski et al., 2008). Die austretenden Plasmaproteine und der produzierte Schleim, sind reichhaltige Nährstoffquellen (Van Immerseel et al., 2004; Collier et al., 2008). Zusätzlich bewirkt die Kokzidiose eine Verschiebung des mikrobiellen Gleichgewichts im Darm. Die Anzahl von z.B. *Candidatus savagella* wird verringert, was eine Aktivierung der angeborenen Immunabwehr zur Folge hat.

.



1. *A. Eimeria* verursachen den Austritt von Plasmaproteinen durch Zerstörung von Epithelzellen
2. B. Sie erhöhen die Schleimproduktion im Darm

A+B führen zu einer Erhöhung der verfügbaren Nährstoffe und schaffen ein günstiges Umfeld für die Proliferation von *C. perfringens*

Nicht nur *Eimeria s*pp., auch andere Krankheitserreger (z.B. *Salmonella* Spp., Ascaris- Larven, Viren) und die schon erwähnten Mykotoxine, die die Darmschleimhaut schädigen, können den Weg für eine *C. perfringens-Infektion* ebnen. Prädisponierende Faktoren wie nasse Einstreu, deren Feuchtigkeit für die Sporulation von *Eimeria* Spp. Oozysten wichtig ist, müssen auch als fördernd für nekrotisierende Enteritis betrachtet werden (Williams, 2005).

Immunsuppressive Faktoren

Neben den bereits beschriebenen Einflussfaktoren Futter, Mykotoxine und Kokzidien müssen noch andere erwähnt werden. Im Allgemeinen kann man sagen, dass alles, was Stress bei den Tieren auslöst, das Gleichgewicht der Darmflora stört. Die daraus resultierende Unterdrückung des Immunsystems erhöht das Risiko einer nekrotisierenden Enteritis (Tsiouris, 2016). Zu diesen Faktoren gehören:

Bakterien: Shivaramaiah und Mitarbeiter (2011) ermittelten eine *Salmonella* Typhimurium-Infektion bei frisch geschlüpften Küken als potentiellen prädisponierenden Faktor für NE. Die frühe Infektion verursacht erhebliche Schäden am Darm (Porter et al., 1998). Weiterhin zeigten Hassan et al. (1994), dass eine Infektion mit Salmonella typhimurium die Entwicklung der Lymphozyten negativ beeinflusst, was sich zusätzlich fördernd auf eine Kolonisierung mit *Clostridium perfringens* auswirken könnte.

Viren: Infektiöse Bursitis ist dafür bekannt, die Schwere von Infektionen mit Salmonellen, Staphylokokken, aber auch Clostridien zu erhöhen. Auch die Marek-Krankheit gilt als eine Clostridien fördernde Viruserkrankung.

Stress: Der Darmtrakt reagiert besonders empfindlich auf jede Art von Stress. Stress wird z.B. verursacht durch zu hohe Temperaturen, hohe Besatzdichten oder einen abrupten Futterwechsel.

Behandlung

In akuten Fällen sollte der Landwirt auf jeden Fall einen Tierarzt konsultieren und seine Tiere behandeln.

Da eine Behandlung in diesem Fall immer über Futter oder Wasser erfolgt, können dementsprechend nur Tiere behandelt werden, die noch Wasser oder Futter aufnehmen.

Antibiotika

Zur Behandlung von akuter NE werden normalerweise Antibiotika, die sich gegen grampositive Bakterien richteten, verwendet. Die Wahl des Antibiotikums sollte dabei dem Tierarzt überlassen werden. Er kennt den Wirkmechanismus und kann eventuelle Resistenzprobleme auf dem Betrieb / im Bestand berücksichtigen.

Ein prophylaktischer Einsatz von Antibiotika wird nicht empfohlen. In vielen Ländern ist dieser Einsatz bereits verboten, um **Antimikrobielle Resistenz** (AMR) zu reduzieren.

Antimikrobielle Resistenz (AMR)

Einige Bakterien reagieren aufgrund genetischer Mutationen weniger empfindlich auf bestimmte Antibiotika. Sie sind in der Lage:

- die Produktion von Enzymen stimulieren, die Antibiotika abbauen oder modifizieren und damit inaktivieren (1).
- die Eintrittspforten von Antibiotika zu beseitigen oder die Entwicklung von Pumpen zu fördern, die das Antibiotikum ausschleusen bevor es wirken kann (2).
- Moleküle, an die das Antibiotikum bindet (die “Zielobjekte“) zu verändern oder zu beseitigen.

Das bedeutet, dass bei Verwendung eines bestimmten Antibiotikums Bakterien, die gegen dieses Antibiotikum resistent sind, überleben. Da sie jetzt keine Konkurrenten mehr haben, können sie sich bestens vermehren.
Leider kann diese Resistenz mit Hilfe von “Resistenzgenen” übertragen werden

- an Tochterzellen
- über deren Aufnahme von abgestorbenen Bakterien (3)
- durch Gentransfer von Bakterium zu Bakterium (4)
- durch Viren (5)

Jede Anwendung von Antibiotika fördert die Entwicklung von Resistenzen (Robert Koch Institut, 2019). Eine kurze Anwendung oder eine Anwendung mit niedriger Dosierung gibt den Bakterien die Möglichkeit, sich anzupassen.

Bakteriophagen

Experimente mit Phagen zeigten ein langsameres Fortschreiten der Krankheit und eine verminderte Ausprägung der Symptome von nekrotisierender Enteritis (Miller et al., 2010). Durch die orale Anwendung eines Bakteriophagencocktails konnten Miller et al. die Sterblichkeit bei *C. perfringens* im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle um 92 % senken.

Wirkungsweise: Mit Hilfe von hochentwickelten Enzymen, den Endolysinen, sind Bakteriophagen in der Lage, die bakterielle Zellwand zu verdauen, und ihre Nachkommen in die Wirtszelle einzuschleusen (Fischetti, 2010). Eine Genehmigung für die Anwendung von Phagen seitens der EFSA steht noch aus.

Prävention

Eine Krankheit zu verhindern ist immer besser – und kostengünstiger – als sie zu behandeln.

Aber wie?

Am besten senkt man die Wahrscheinlichkeit für NE, indem man alle Faktoren, die die Vermehrung von *Clostridium perfringens* begünstigen und die Immunantwort der Tiere beeinträchtigen, möglichst eliminiert.

Neben der Elimination dieser prädisponierenden Faktoren liegt der Fokus auch auf:

- Balance der Darmflora
- Optimierung der Darmfunktion und Integrität
- Aufrechterhaltung der Immunität

Biosicherheit

Es gibt Hinweise darauf, dass die meisten Clostridium-Stämme, die von an nekrotisierender Enteritis leidenden Vögeln isoliert wurden, die Krankheit auch im Experiment auslösen können. Stämme, die von gesunden Vögeln isoliert wurden, sind dazu nicht in der Lage. Dies bestätigt, dass nur bestimmte Stämme problematisch sind (Ducatelle und Van Immerseel, 2010).

Daher ist es von höchster Bedeutung, die Einschleusung dieser pathogenen Stämme in den Betrieb auf jeden Fall zu vermeiden.

- Strenge Biosicherheitsmaßnahmen!
- Separate Kleidung / Stiefel und in jedem Geflügelstall die Möglichkeit, Hände zu waschen und zu desinfizieren
- Mindestens 14 Tage Leerstand bis zur Neubelegung der Ställe

Spezifische Maßnahmen gegen Kokzidiose

1. **Impfung**

Laut Parasitologen können 7 bis 9 Eimeria-Arten bei Hühnern nachgewiesen werden, eine Kreuzreaktivität besteht nicht. Eine wirksame Impfung muss dementsprechend sporulierte Oozysten der kritischsten pathogenen Eimeria-Arten enthalten (*E. acervulina, E. maxima,*E. tenella, E. necatrix und E. brunetti). Je mehr Arten im Impfstoff enthalten sind, desto besser. Durch eine inkorrekte Anwendung kann die Impfung jedoch unwirksam sein oder sogar Reaktionen bei den Tieren hervorrufen, die zu NE führen können

(Mitchell, 2017).

1. **Kokzidiostatika**

Bei der Anwendung von Kokzidiostatika ist es wichtig, zwischen chemischen (synthetischen Verbindungen) und ionophoren (Polyether-Antibiotika) Kokzidiostatika mit unterschiedlichen Wirkungsweisen abzuwechseln, um die Entwicklung von Resistenzen zu vermeiden.

Ionophore haben eine spezielle Wirkungsweise: sie töten die Oozysten ab, und verhindern damit eine infektion des Geflügels. Da sie sehr klein sind, können die Moleküle der Ionophoren aufgenommen und in die äußere Membran des Sporozoits diffundiert werden. Dort senken sie den Konzentrationsgradienten. Die folgende Ansammlung von Wasser führt zum Bersten des Sporozoits.

Fütterung

Den Einsatz von Nicht-Stärke-Polysacchariden (NSPs) aus Getreide minimieren

Um eine “Fütterung” von *Clostridium* perfringens zu verhindern, sollte ein hoher Gehalt an wasserlöslichen, aber unverdaulichen NSPs und damit an Weizen, Weizennebenprodukten und Gerste vermieden oder zumindest minimiert werden. Darüber hinaus ist es von Vorteil Xylanasen in die Futterformulierung einzubeziehen, um die schädlichen Auswirkungen der NSPs zu reduzieren und die Nutzung der Energie aus dem Futter zu verbessern. Anstelle der oben genannten Getreidearten könnte Mais im Futter verwendet werden. Mais gilt als eine perfekte Komponente für Masthähnchen-Rationen aufgrund seines hohen Energiegehalts und seiner hohen Nährstoffverfügbarkeit.

Formulierung von eiweißarmen Rationen/Rationen mit hochverdaulichen Aminosäuren

Zur Minderung des Risikos einer nekrotisierenden Enteritis könnte die Fütterung von proteinarmen Rationen, die mit kristallinen Aminosäuren ergänzt werden, vorteilhaft sein (Dahiya et al., 2007). Der Zusatz von Proteasen verbessert die Proteinverdaulichkeit und reduziert damit die Proliferation von *C. perfringens*.

Tierische Fette und Fette minderer Qualität im Futter vermeiden bzw. minimieren

Durch die Fütterung von tierischen Fetten und Fetten minderer Qualität erhöht sich oft die Anzahl von *Clostridium perfringens,* daher sollten sie, wenn möglich, durch pflanzliche bzw. hochwertigere Fette ersetzt werden.

Futterbeschaffenheit

In Bezug auf die Futterbeschaffenheit stellten Engberg et al. (2002) fest, dass Tiere mit Pelletfütterung eine geringere Anzahl von *Clostridium perfringens* im Zäkum und Rektum aufwiesen als mit Maischefütterung. Branton und Mitarbeiter (1987) berichteten von einer niedrigeren Mortalitätsrate durch die Fütterung von Futtermitteln aus der Walzenmühle (grob gemahlen) als aus der Hammermühle.

Zusatzstoffe

Additive können entweder verwendet werden, um direkt eine Vermehrung von *Clostridium perfringens* zu verhindern oder um die Umweltbedingungen für eine Vermehrung von *C. perfringens zu* verschlechtern.

Probiotika

Diese lebenden Mikroben werden eingesetzt, um eine neue Darmflora zu etablieren, eine bestehende zu erhalten oder die Darmflora wiederherzustellen.

Wirkungsweise:

- Probiotika konkurrieren mit pathogenen Bakterien um Substrate und Bindungsstellen
- sie produzieren antimikrobielle Substanzen, die das Wachstum pathogener Bakterien hemmen (Gillor et al., 2008)
- sie binden und neutralisieren Enterotoxine (Mathipa und Thantsha, 2017)
- sie fördern die Immunfunktion des Wirts (Yang et al., 2012)

Präbiotika

- Diese Futtermittelzusätze dienen als Substrate, um nützliche Bakterien im Darm zu fördern.

Wirkungsweise:

- D-Mannose oder Fruktose, Stärkearten, die von Vögeln nicht verdaut werden können, stimulieren selektiv das Wachstum und die Aktivität der “guten” Darmflora
- Fructooligosaccharide reduzieren *C. perfringens* und *E. coli* im Darm und erhöhen die Vielfalt von *Lactobacillus* Spp. (Kim et al., 2011)
- Galactooligosaccharide, in Kombination mit einem *B. lactis*-basierten Probiotikum, sollen nach Berichten von Jung et al. (2008), selektiv die Proliferation von *Bifidobacterium* spp. fördern.

Organische Säuren

Organische Säuren werden oft in Futterrationen verwendet, um die Darmgesundheit zu verbessern.

Wirkungsweise:

- niedriger pH-Wert fördert nützliche Bakterien
- Caprylsäure unterdrückt C. *perfringens*, aber auch *Salmonella* Spp. indem sie deren Nutzung von Glucose hemmt (Skrivanova et al., 2006)
- Lauric-, Zitronen-, Öl- und Linolsäure sowie mittelkettige Fettsäuren (C8-C14) behindern das Wachstum von C. *perfringens*

Phytomoleküle

Phytomoleküle , auch als sekundäre Pflanzenstoffe bekannt, werden seit Jahrhunderten gegen Krankheitserreger eingesetzt., Im Allgemeinen gelten zwei Untergruppen dieser Stoffe als wirksam gegen *Clostridium perfringens*:

Tannine

- Viele Studien haben die Wirksamkeit von Tanninen gegen verschiedene Krankheitserreger wie Helminthen, *Eimeria,*, Viren und Bakterien gezeigt
- Extrakte aus Kastanien- und Quebrachobäumen wirken nicht nur gegen C. *perfringens*, sondern auch gegen deren Toxine (Elizando et al., 2010)
- Tannine zeigen Wirkung gegen *Eimeria* (Cejas et al., 2011) und *Salmonella* Sp., zwei prädisponierende Faktoren für NE.

Ätherische Öle

- Da ätherische Öle hydrophob sind, können sie mit den Lipiden der Membran von *C. perfringens* interagieren.
- Sie können sich in die bakterielle Membran einlagern und ihre Integrität stören.
- Dies erhöht die Durchlässigkeit der Zellmembran für Ionen und andere kleine Moleküle wie ATP, was zur Abnahme des elektrochemischen Gradienten über der Zellmembran und zum Verlust von Energieäquivalenten führt.

Neben ihrer direkten Wirkung auf *Clostridium* Spp. verbessern viele Phytomoleküle **die Darmgesundheit** und helfen, eine Proliferation von *Clostridium* Spp. und damit nekrotisierende Enteritis zu verhindern.

Binder für Mykotoxine/bakterielle Toxine

Diese Binder wirken auf zweierlei Weise:

- Durch Bindung von Mykotoxinen können Schäden am Darmepithel – eine Voraussetzung für die Vermehrung von Clostridien – reduziert oder sogar verhindert werden.
- Durch Bindung der von *Clostridium perfringens* produzierten Toxine können Auftreten oder Schweregrad von Läsionen vermindert werden:

Alpha-Toxin (Phospholipase C) hydrolysiert Membranphospholipide, schädigt damit Erythrozyten, Leukozyten, Myozyten und Endothelzellen und verursacht ihre Zerstörung (Songer, 1996). Dies führt zu Nekrose und Gewebeschäden.

- Auch die Bindung NetB Toxin, dem wichtigsten Virulenzfaktor, könnte die Schwere der nekrotisierenden Enteritis reduzieren.

Schlussfolgerung

Der ständig wachsende Trend, den Einsatz von Antibiotika und Ionophoren in der Geflügelproduktion zu reduzieren, trägt zu einem erhöhten Auftreten von nekrotisierender Enteritis bei.

Die subklinische Form der nekrotisierenden Enteritis bleibt in der Regel unbemerkt. Die resultierende schlechtere Futterverwertung ist eine der Hauptursachen der finanziellen Verluste in der Geflügelproduktion.

Um nekrotisierende Enteritis zu verhindern, ist die Aufrechterhaltung einer optimalen Darmgesundheit unumgänglich. Im Zeitalter einer antibiotikafreien Geflügelproduktion müssen Alternativen zur Bekämpfung dieses pathogenen Bakteriums und seiner prädisponierenden Faktoren in Betracht gezogen werden, um diese verheerende Krankheit wieder unter Kontrolle zu bekommen.

References

Annett, C.B., J. R. Viste, M. Chirino-Trejo, H. L. Classen, D. M. Middleton, and E. Simko. “Necrotic enteritis: effect of barley, wheat and corn diets on proliferation of Clostridium perfringens type A.” *Avian Pathology* 31 (2002): 599– 602. https://doi.org/10.1080/0307945021000024544

Antonissen G, F. Van Immerseel, F. Pasmans, R. Ducatelle, F. Haesebrouck, L. Timbermont, M. Verlinden, G.P.J. Janssens, V. Eeckhaut, M. Eeckhout, S. De Saeger, S. Hessenberger, A. Martel, and S. Croubels. “The mycotoxin deoxynivalenol predisposes for the development of Clostridium perfringens-Induced necrotic enteritis in broiler chickens. *PLoS ONE* 9 no. 9 (2014): e108775. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0108775

Antonissen, G., V. Eeckhaut, K. Van Driessche, L. Onrust , F. Haesebrouck, R. Ducatelle, R.J. Moore, and F. Van Immerseel. “Microbial Shifts Associated With Necrotic enteritis.” *Avian Pathol.* 45 no. 3 (2016): 308-312. https://doi.org/10.1080/03079457.2016.1152625

Branton, S.L., F.N. Reece, and W.M. Hagler. “Influence of a wheat diet on mortality of broiler chickens associated with necrotic enteritis.” Poultry Sci. 66 (1987): 1326-1330. https://doi.org/10.3382/ps.0661326

Cejas, E., S. Pinto, F. Prosdócimo, M. Batalle, H. Barrios, G. Tellez, and M. De Franceschi. “Evaluation of quebracho red wood (Schinopsis lorentzii) polyphenols vegetable extract for the reduction of coccidiosis in broiler chicks.” *International Journal of Poultry Science* 10 no. 5 (2011): 344–349. https://doi.org/10.3923/ijps.2011.344.349

Collier, C.T., C.L. Hofacre, A.M. Payne, D.B. Anderson, P. Kaiser, R.I. Mackie, and H.R. Gaskins. “Coccidia-induced mucogenesis promotes the onset of necrotic enteritis by supporting Clostridium perfringens growth.” *Veterinary Immunology and Immunopathology* 122 (2008):104–115.

https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2007.10.014

https://www.academia.edu/12692646/Coccidia-induced_mucogenesis_promotes_the_onset_of_necrotic_enteritis_by_supporting_Clostridium_perfringens_growth

Dahiya, J.P., D. Hoehler, A.G. Van Kessel, and M.D. Drew. “Effect of different dietary methionine sources on intestinal microbial populations in broiler chickens.” *Poultry Science* 86 (2007)*:*2358–2366

https://doi.org/10.3382/ps.2007-00133

Dahiya, J.P., D. Hoehler, D.C. Wilkie, A.G. van Kessel, and M.D. Drew. “Dietary glycine concentration affects intestinal Clostridium perfringens and Lactobacilli populations in broiler chickens.” *Poultry Science* 84 no.12 (2005):1875-85. https://doi.org/10.1093/ps/84.12.1875

Diaz Carrasco, J.M., L.M. Redondo, E.A. Redondo, J.E. Dominguez, A.P. Chacana, and M.E. Fernandez Miyakawa. “Use of plant extracts as an effective manner to control Clostridium perfringens induced necrotic enteritis in poultry.” *BioMed Research International* (2016): Article ID 3278359. https://dx.doi.org/10.1155/2016/3278359

Ducatelle, R. and F. van Immerseel. “Necrotic enteritis: emerging problem in broilers.” *WATTAgNet.com – Poultry Health and Disease* (April 9, 2010).

https://www.wattagnet.com/articles/5523-necrotic-enteritis-emerging-problem-in-broilers

Elizondo, A.M., E.C. Mercado, B.C. Rabinovitz, and M.E. Fernandez-Miyakawa. “Effect of tannins on the in vitro growth of Clostridium perfringens.” *Veterinary Microbiology* 145 no. 3-4 (2010): 308–314. https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2010.04.003

Engberg, R.M., M.S. Hedemann, and B.B. Jensen. “The influence of grinding and pelleting of feed on the microbial composition and activity in the digestive tract of broiler chickens.” · *British Poultry Science* 43 no. 4 (2002):569-579. https://doi.org/10.1080/0007166022000004480

Fischetti, V.A. “Bacteriophage endolysins: A novel anti-infective to control Gram-positive pathogens.” *J Med Microbiol.* 300 no. 6 (2010): 357–362. https://doi.org/10.1016/j.ijmm.2010.04.002

Gillor, O., A. Etzion and M.A. Riley. “The dual role of bacteriocins as anti- and probiotics.” *Appl Microbiol Biotechnol*. 81 no. 4 (2008): 591–606. https://doi.org/10.1007/s00253-008-1726-5

Hassan, J. O., and R. Curtiss III. “Virulent Salmonella typhimurium induced lymphocyte depletion and immunosuppression in chickens.” *Infect. Immun.* 62 (1994):2027–2036 https://doi.org/10.1128/IAI.62.5.2027-2036.1994

Hofacre, C.L., J.A. Smith, and G.F. Mathis. “Invited Review. An optimist’s view on limiting necrotic enteritis and maintaining broiler gut health and performance in today’s marketing, food safety, and regulatory climate.” *Poultry Science* 97 (2018):1929–1933. https://dx.doi.org/10.3382/ps/pey082

Jung, S.J., R. Houde, B. Baurhoo, X. Zhao, and B. H. Lee. “Effects of galacto-oligosaccharides and a bifidobacteria lactis-based probiotic strain on the growth performance and fecal microflora of broiler chickens.” *Poultry Science* 87 (2008):1694–1699. https://doi.org/10.3382/ps.2007-00489

Kaldhusdal and Skjerve. “Association between cereal contents in the diet and incidence of necrotic enteritis in broiler chickens in Norway.” *Preventive Veterinary Medicine* 28 (1996):1-16. https://doi.org/10.1016/0167-5877(96)01021-5

https://www.academia.edu/17521917/Association_between_cereal_contents_in_the_diet_and_incidence_of_necrotic_enteritis_in_broiler_chickens_in_Norway

Keyburn, A. L., S. A. Sheedy, M. E. Ford, M. M. Williamson, M. M. Awad, J. I. Rood, and R. J. Moore. “Alpha-toxin of Clostridium perfringens is not an essential virulence factor in necrotic enteritis in chickens*.” Infect. Immun.* 74 (2006): 6496–6500. https://doi.org/10.1128/IAI.00806-06

Keyburn, A.L., J.D. Boyce, P. Vaz, T.L. Bannam, M.E. Ford, D. Parker, A. Di Rubbo, J.I. Rood, and R.J. Moore. “NetB, a new toxin that is associated with avian necrotic enteritis caused by Clostridium perfringens.” *PLoS Pathog* 4 no. 2, e26 (2008): 0001-0011. https://doi.org/10.1371/journal.ppat.0040026

Kim, G.-B., Y. M. Seo , C. H. Kim , and I. K. Paik. “Effect of dietary prebiotic supplementation on the performance, intestinal microflora, and immune response of broilers.” *Poultry Science* 90 (2011):75–82. https://doi.org/10.3382/ps.2010-00732

Knap, I., B. Lund, A. B. Kehlet, C. Hofacre, and G. Mathis. “Bacillus licheniformis prevents necrotic enteritis in broiler chickens.” *Avian Diseases* 54 no. 2 *(2010)*:931-935. https://doi.org/10.1637/9106-101509-ResNote.1

Knarreborg, A., M.A. Simon, R.M. Engberg, B.B. Jensen, and G.W. Tannock. “Effects of Dietary Fat Source and Subtherapeutic Levels of Antibioticon the Bacterial Community in the Ileum of Broiler Chickensat Various Ages.” *Applied and Environmental Microbiology* 68 no. 12 (2002): 5918-5924. https://doi.org/0.1128/AEM.68.12.5918–5924.2002

Kocher, A. and M. Choct. “Improving broiler chicken performance. The efficacy of organic acids, prebiotics and enzymes in controlling necrotic enteritis.” *Australian Government-Rural Industries Research and Development Corporation*. Publ. no. 08/149 (2008).

https://www.agrifutures.com.au/wp-content/uploads/publications/08-149.pdf

Kondo, F. “In vitro lecithinase activity and sensitivity to 22 antimicrobial agents of Clostridium perfringens isolated from necrotic enteritis of broiler chickens.” *Research in veterinary Science* 45 (1988): 337-340. https://doi.org/10.1016/S0034-5288(18)30961-5

Kubena, L.F., J.A. Byrd, C.R. Young, and D.E. Corrier. “Effects of tannic acid on cecal volatile fatty acids and susceptibility to Salmonella typhimurium colonization in broiler chicks.” *Poultry Science* 80, no. 9 (2001): 1293–1298. https://doi.org/10.1093/ps/80.9.1293

Los, F.C.O., T.M. Randis, R.V. Aroian, and A.J. Ratner. “Role of pore-forming toxins in bacterial infectious diseases.” *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 77 (2013): 173-207 https://doi.org/10.1128/MMBR.00052-12

M’Sadeq S.A., Shubiao Wu, Robert A. Swick, Mingan Choct. “Towards the control of necrotic enteritis in broiler chickens with in-feed antibiotics phasing-out worldwide.” *Animal Nutrition* 1 (2015): 1-11. https://dx.doi.org/10.1016/j.aninu.2015.02.004

Mathipa, M.G. and M.S. Thantsha. “Probiotic engineering: towards development of robust probiotic strains with enhanced functional properties and for targeted control of enteric pathogens.” *Gut Pathog.* 9 no. 28 (2017). https://doi.org/10.1186/s13099-017-0178-9

McDevitt, R.M., J.D. Brooker, T. Acamovic, and N.H.C. Sparks. “Necrotic enteritis, a continuing challenge for the poultry industry.” *World’s Poultry Science Journal* 62; World’s Poultry Science Association (June 2006). https://doi.org/10.1079/WPS200593

Miller, R.W., J. Skinner, A. Sulakvelidze, G.F. Mathis, and C.L. Hofacre. “Bacteriophage therapy for control of necrotic enteritis of broiler chickens experimentally infected with Clostridium perfringens.” *Avian Diseases* 54 no. 1 (2010): 33-40. https://doi.org/10.1637/8953-060509-Reg.1

Mitsch, P., K. Zitterl-Eglseer, B. Köhler, C. Gabler, R. Losa, and I. Zimpernik. “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 (2004):669–675. https://doi.org/10.1093/ps/83.4.669

Mitchell, A. “Choosing the right coccidiosis vaccine for layer and breeder chickens.” *The Poultry Site* March 21 (2017). https://thepoultrysite.com/articles/choosing-the-right-coccidiosis-vaccine-for-layer-and-breeder-chickens

Olkowski, A.A., C. Wojnarowicz, M. Chirino-Trejo, B. Laarveld, and G. Sawicki. “Sub-clinical necrotic enteritis in broiler chickens: Novel etiological consideration based on ultra-structural and molecular changes in the intestinal tissue.” *Veterinary Science* 85 (2008): 543–553. https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2008.02.007

Pan, D. and Z. Yu. “Intestinal microbiome of poultry and its interaction with host and diet.” *Gut Microbes* 5 no. 1 (2014): 108–119. https://dx.doi.org/10.4161/gmic.26945

Porter, R., Jr. “Bacterial enteritides of poultry.” *Poult. Sci.* 77 (1998):1159–1165 https://doi.org/10.1093/ps/77.8.1159

Robert Koch Institut. “Grundwissen Antibiotikaresistenz“. https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Antibiotikaresistenz/Grundwissen/Grundwissen_inhalt.html#:~:text=Wenn%20ein%20neues%20Antibiotikum%20auf,%C3%BCberleben%20und%20vermehren%20sich%20weiter.

Rougière, N. and B. Carré. “Comparison of gastrointestinal transit times between chickens from D + and D- genetic lines selected for divergent digestion efficiency.” *Animal* 4 no. 11 (2010): 1861-1872.

https://doi.org/10.1017/S1751731110001266

Santos, F.B.O., B.W. Sheldon, A.A. Santos Jr., and P.R. Ferket. ”Influence of housing system, grain type, and particle size on Salmonella colonization and shedding of broilers fed triticale or corn-soybean meal diets.” *Poultry Science* 87 (2008): 405-420. https://dx.doi.org/10.3382/ps.2006-00417

Schiavone, A. , K. Guo, S. Tassone, L .Gasco, E. Hernandez, R. Denti, and I. Zoccarato. “Effects of a Natural Extract of Chestnut Wood on Digestibility, Performance Traits, and Nitrogen Balance of Broiler Chicks.” *Poult Sci.* 87 no. 3 (2008): 521-527. https://doi.org/10.3382/ps.2007-00113

Shivaramaiah, S., R. E. Wolfenden, J. R. Barta, M. J. Morgan, A. D. Wolfenden, B. M. Hargis, and G. Téllez. „The role of an early Salmonella typhimurium infection as a predisposing factor for necrotic enteritis in a laboratory challenge model.” *Avian Diseases* 55 (2011): 319-323. https://doi.org/10.1637/9604-112910-ResNote.1

Singh, Y., V. Ravindran, T.J. Wester, A.L. Molan, and G. Ravindran. “ Influence of feeding coarse corn on performance, nutrient utilization, digestive tract measurements, carcass characteristics, and cecal microflora counts of broilers.” *Poultry Science* 93 (2014): 607–616. https://dx.doi.org/10.3382/ps.2013-03542

Skrivanova, E., M. Marounek, V. Benda, and P. Brezina. “Susceptibility of Escherichia coli, Salmonella sp. and Clostridium perfringens to organic acids and monolaurin.” *Veterinarni Medicina* 51 no. 3 (2006): 81–88. https://doi.org/10.17221/5524-VETMED

Songer, J.G. “Clostridial Enteric Diseases of Domestic Animals.” *Clinical Microbiology Reviews* 9 no. 2 (1996): 216-234. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC172891/pdf/090216.pdf

Stanley D., Wu S.-B., Rodgers N., Swick R.A., and Moore R.J. “Differential Responses of Cecal Microbiota to Fishmeal, Eimeria and Clostridium perfringens in a Necrotic Enteritis Challenge Model in Chickens.” *PLoS ONE* 9 no. 8 (2014): e104739. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0104739

Tan, L., D. Rong, Y. Yang, and B. Zhang. “Effect of Oxidized Soybean Oils on Oxidative Status and Intestinal Barrier Function in Broiler Chickens.” *Brazilian Journal of Poultry Science* 18 no. 2 (2018): 333-342. http://dx.doi.org/10.1590/1806-9061-2017-0610

Tan, L., D. Rong, Y. Yang, and B. Zhang. “The Effect of Oxidized Fish Oils on Growth Performance, Oxidative Status, and Intestinal Barrier Function in Broiler Chickens.” *J. Appl. Poult. Res.* 28 (2019): 31-41. http://dx.doi.org/10.3382/japr/pfy013

ThePoultrySite. “Necrotic Enteritis. Disease Guide”. https://thepoultrysite.com/disease-guide/necrotic-enteritis

Timbermont L., A. Lanckriet, J. Dewulf, N. Nollet, K. Schwarzer, F. Haesebrouck, R. Ducatelle, and F. Van Immerseel. “Control of Clostridium perfringens-induced necrotic enteritis in broilers by target-released butyric acid, fatty acids and essential oils.” *Avian Pathol.* 39 no. 2 (2010): 117-21. https://doi.org/10.1080/03079451003610586

Tsiouris, V. “Poultry management: a useful tool for the control of necrotic enteritis in poultry.” *Avian Pathol.* 45 no. 3 (2016):323-325. https://doi.org/10.1080/03079457.2016.1154502

Van der Most, P.J., B. de Jong, H.K. Parmentier and S. Verhulst. “Trade-off between growth and immune function: a meta-analysis of selection experiments.” *Functional Ecology* 25 (2011): 74-80. https://doi.org/0.1111/j.1365-2435.2010.01800.x

Van der Sluis, W. “Clostridial enteritis is an often underestimated problem.” *Worlds Poult. Sci. J.* 16 (2000):42–43.

Van der Suis, W. “Necrotic enteritis kills birds and profits.” *Poultry World* Apr5 (2013). https://www.poultryworld.net/Health/Articles/2013/4/necrotic-enteritis-kills-birds-and-profits-1220877W/

Van Immerseel, F., J. De Buck, F. Pasmans, G. Huyghebaert, F. Haesebrouck, and R. Ducatelle. “Clostridium perfringens in poultry: an emerging threat of animal and public health.” *Avian Pathology* 33 (2004): 537-549. https://doi.org/10.1080/03079450400013162

Van Immerseel, F., J.I. Rood, R.J. Moore, and R.W. Titball. “Rethinking our understanding of the pathogenesis of necrotic enteritis in chickens.” *Trends in Microbiology* 17 no. 1 (2008):32-36. https://doi.org/10.1016/j.tim.2008.09.005

Wade, B., A. Keyburn. “The true cost of necrotic enteritis.” *World Poultry* 31 no. 7 (2015): 16–17. https://www.poultryworld.net/Meat/Articles/2015/10/The-true-cost-of-necrotic-enteritis-2699819W/

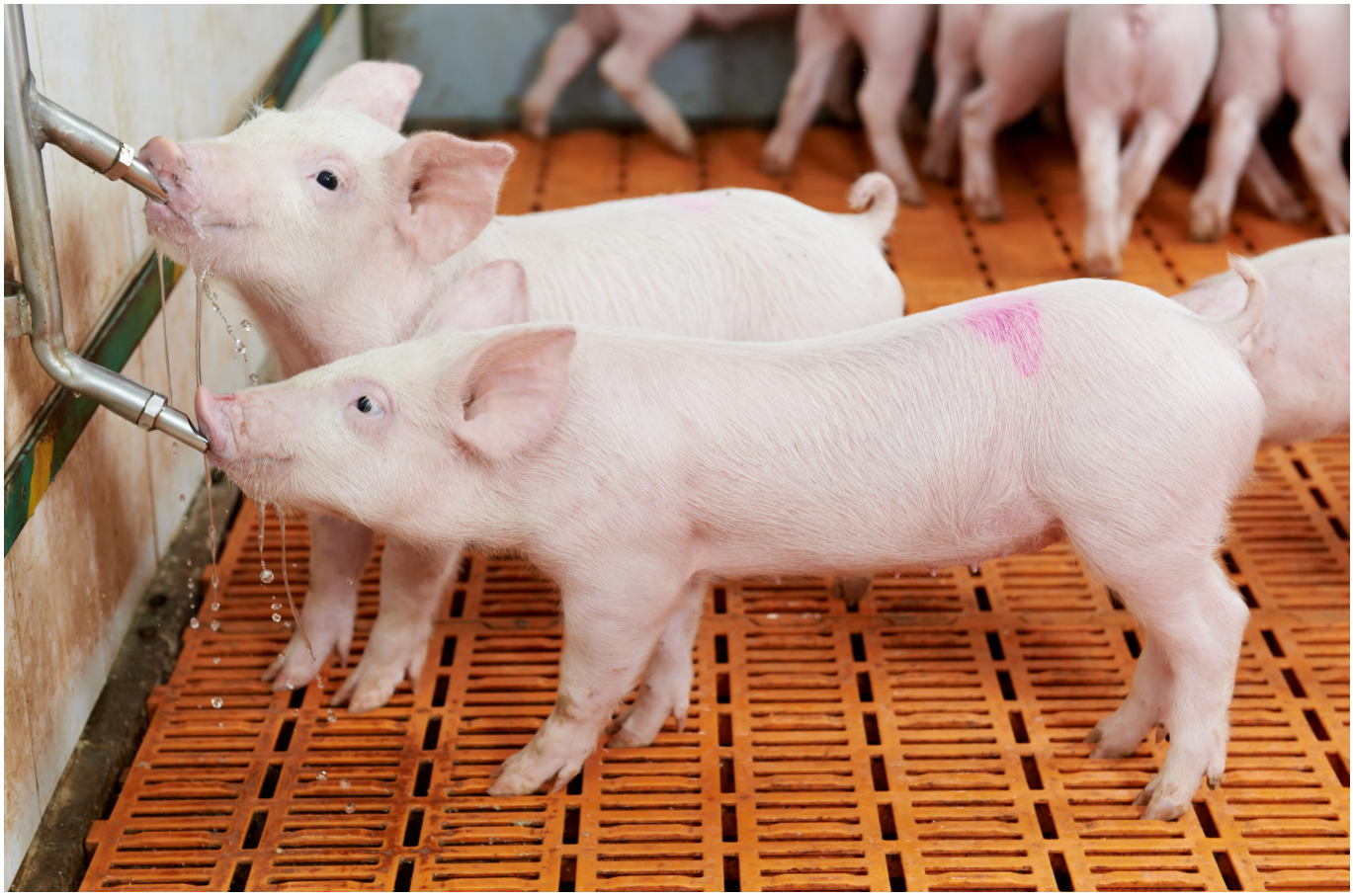
Wade, B., A.L. Keyburn, T. Seemann, J.I. Rood, and R.J. Moore. “Binding of Clostridium perfringens to collagen correlates with the ability to cause necrotic enteritis in chickens.” *Veterinary Microbiology* 180 no. 3–4 (2015): 299-303. https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2015.09.019

Williams, R.B. “Intercurrent coccidiosis and necrotic enteritis of chickens: rational, integrated disease management by maintenance of gut integrity.” *Avian Pathology* 34 no. 3 (2005):159-180. https://doi.org/10.1080/03079450500112195

Yang , C.M., G.T. Cao, P.R. Ferket, T.T. Liu, L. Zhou, L. Zhang, Y.P. Xiao, and A. G. Chen. “ Effects of probiotic, Clostridium butyricum, on growth performance, immune function, and cecal microflora in broiler chickens.” *Poultry Science* 91 (2012): 2121–2129. https://dx.doi.org/10.3382/ps.2011-02131

---

5 Fakten, die Schweineproduzenten über das ZnO-Verbot der EU wissen sollten



Wir alle kennen die Überschriften, „Europäische Kommission verabschiedet ZnO-Verbot“ oder „Zinkoxid-Einsatz soll auf EU-Ebene bis 2022 auslaufen“. Die EU-Gesetzgebung sieht offensichtlich weitreichende Änderungen für europäische Schweineproduzenten vor – aber im Dschungel der Abkürzungen und des juristischen Fachvokabulars ist nicht immer klar, welche Institution worüber entscheidet und warum. Hier sind fünf wichtige Fakten, die Schweineproduzenten dabei helfen, das Zinkoxidverbot der EU nachzuvollziehen.

1. Zinkoxid kann nur noch als Futtermittelzusatz in niedriger Dosierung verwendet werden

Da Schweine Zink benötigen, um verschiedene Stoffwechselfunktionen aufrechtzuerhalten, wird es ihrem Futter beigemischt. Diese Nutzung wird nicht verboten: ZnO ist nach wie vor als Zinkquelle in dem für die gesamte EU geltendem Gemeinschaftsregister der Futtermittelzusatzstoffe aufgeführt. Die Europäische Kommission entscheidet anhand der Stellungnahmen der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) – die die Kommission auch zu Themen wie Tierschutz und der Afrikanischen Schweinepest berät – welche Produkte in das Register aufgenommen werden. Die EFSA geht derzeit davon aus, dass ein Gesamtgehalt von 150ppm in der Ration den physiologischen Bedarf der Tiere an Zink deckt. Die Europäische Kommission hat aufgrund dieser Empfehlung 150ppm als gesetzliche Obergrenze für den Zinkgehalt in Ferkelfutter festgelegt.

2. Die EU legt gemeinschaftliche Regeln

für Tierarzneimittel fest

ZnO-basierte Produkte zur Behandlung von Absetzdurchfall bei Ferkeln enthalten dagegen pharmakologische Dosierungen von Zinkoxid. Üblich ist dabei eine Dosierung von 100mg pro kg Körpergewicht und Tag an 14 aufeinanderfolgenden Tagen, was 2500ppm Zink im Futter entspricht. Diese Produkte werden als Tierarzneimittel eingestuft und fallen daher unter die Richtlinie 2001/82/EG über Tierarzneimittel und unter die Verordnung (EG) Nr. 726/2004. Diese Rechtsakte enthalten die EU-Vorschriften für Herstellung, Vertrieb und Zulassung von Tierarzneimitteln und legen den Grundstein für die Europäische Arzneimittel-Agentur (EMA). Während die EFSA die Europäische Kommission in Bezug auf Futtermittelzusatzstoffe berät, wendet sich die Kommission, wenn es um Tierarzneimittel geht, an die EMA.

Was ist der Unterschied zwischen einer „Verordnung" und einer „Richtlinie"?

Verordnungen gelten automatisch für alle EU-Länder, ohne dass sie in nationales Recht umgesetzt werden müssen. Eine Richtlinie besagt, dass die EU-Mitglieder bestimmte Ziele erreichen und in nationales Recht umsetzen müssen. Sie können jedoch selbst entscheiden, wie dies geschehen soll, solange sie eine festgelegte Frist einhalten.

Zinkoxid: zwei unterschiedliche Anwendungen, zwei unterschiedliche Situationen

	ZnO als toevoegingsmiddel voor diervoeding	ZnO als geneesmiddel voor diergeneeskundig gebruik (VMP)
EU-Agentur	Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA)	Europäische Arzneimittel-Agentur (EMA)
Gesetzgebung	Verordnung (EG) Nr. 1831/2003 über Zusatzstoffe zur Verwendung in der Tierernährung	Richtlinie 2001/82/EG über Tierarzneimittel + Verordnung (EG) Nr. 726/2004 Anmerkung: Bis 2022 werden diese beiden durch die neue Verordnung (EU) 2019/6 ersetzt.
Dosierung	Maximal insgesamt 150ppm Zink (aus ZnO und anderen Quellen)	Normale Dosierung ca. 2500ppm
Verbot?	Nein! Derzeit deutet nichts darauf hin, dass Zinkoxid als Futtermittelzusatzstoff verboten wird.	Ja! Zulassungen für zinkoxidhaltige Tierarzneimittel werden EU-weit bis Juni 2022 widerrufen.

3. Produktlizenzen sind ein nationales Thema – unterliegen jedoch der EU-Kontrolle

Eines der Hauptthemen der EMA sind Genehmigungen für das Inverkehrbringen: Tierarzneimittel können in der EU nur verkauft und gehandelt werden, wenn für ihr Inverkehrbringen eine Genehmigung, eine spezielle Zulassung, vorliegt. Je nach Art des Tierarzneimittel und dem Zeitpunkt seiner erstmaligen Marktplatzierung wird die Genehmigung für das Inverkehrbringen entweder von der EMA oder von nationalen Behörden erteilt. Zinkoxidhaltige Tierarzneimittel fallen (bzw. fielen) in den Zuständigkeitsbereich der nationalen Zulassungsverfahren. Die nationalen Behörden sollen sich jedoch bei Problemen mit einem eingereichten Antrag an das EMA-Komitee für Tierarzneimittel (*Committee for*

Medicinal Products for Veterinary Use, CVMP) wenden. Bei Zinkoxid ist genau dieser Fall eingetreten.

4. Frankreich und die Niederlande leiteten Überprüfung von Zinkoxid ein

Ein europäisches Unternehmen der Futtermittelindustrie hatte in Großbritannien eine Genehmigung für das Inverkehrbringen seines auf ZnO basierenden Arzneifuttermittels für Ferkel beantragt – in der Hoffnung, dass ein sogenanntes dezentrales Zulassungsverfahren stattfinden würde. Dieses Verfahren würde bedeuten, dass die in Großbritannien erteilte Genehmigung für das Inverkehrbringen auch in anderen EU-Ländern gültig wäre. Frankreich und die Niederlande lehnten dies jedoch aus Umweltgründen ab. Anfänglich befand das CVMP, dass die Genehmigung für das Inverkehrbringen trotzdem erteilt werden könne, Frankreich und die Niederlande bestanden jedoch weiterhin auf ihrer Position. In einer zweiten Runde äußerten sie Zweifel an der Wirksamkeit von Risikominderungsmaßnahmen und betonten das zusätzliche Problem der Antibiotikaresistenz. Diesmal waren sie erfolgreich.

5. Fazit: ZnO-Produkte erhalten keine Genehmigung mehr für das Inverkehrbringen

Im März 2017 gelangte das CVMP zu dem Schluss, dass die Vorteile von Zinkoxid zur Vorbeugung von Absetzdurchfall die Risiken für die Umwelt nicht aufwiegen. Daher sprach das Komitee den nationalen Behörden die Empfehlung aus, bestehende Zulassungen für zinkoxidbasierte Tierarzneimittel zu widerrufen und keine neuen Zulassungen mehr zu erteilen. Kurz darauf, am 26. Juni 2017, verabschiedete die Europäische Kommission einen sogenannten Durchführungsbeschluss, was bedeutet, dass alle EU-Länder die Empfehlung des CVMP umsetzen müssen. Dieser Beschluss besagt auch, dass Länder den Widerruf von Zulassungen aufschieben können, wenn sie der Ansicht sind, dass der Mangel an Alternativen und die notwendigen Änderungen an landwirtschaftlichen Praktiken zu viel Druck auf die nationale Schweineproduktion ausüben. Der Aufschub ist allerdings auf fünf Jahre begrenzt, dementsprechend muss die Entscheidung spätestens bis zum 26. Juni 2022 umgesetzt werden.

Wie sagt man „ZnO-Verbot“ à la EU?

Die Versagung der Erteilung der Genehmigung für das Inverkehrbringen und der Widerruf der bestehenden Genehmigungen für das Inverkehrbringen von Zinkoxid enthaltenden Tierarzneimitteln zur oralen Verabreichung an Tierarten, die der Lebensmittelgewinnung dienen.

Die Hälfte der Zeit, bevor das Verbot von Zinkoxid als Tierarzneimittel in der gesamten EU Einzug hält, ist um. Daher wird mit Hochdruck nach wirksamen Strategien gesucht, um Absetzdurchfall zu bekämpfen: ohne Zink, aber durch kontinuierliche Verbesserungen im Management und in der Futterpraxis, sowie durch die Unterstützung funktionaler, innovativer Futtermittelzusätze.

Von Sabria Regragui Mazili – Content editor EW Nutrition
Artikel verfügbar in Englisch, Niederländisch und Spanisch.

Eine leistungsstarke Alternative zu Antibiotika in der Aquakultur

Global aquaculture has grown dramatically and shrimp cultivation areas in particular have expanded. Unfortunately the shrimp industry in particular faces major problems with bacterial diseases. One of the most important diseases in shrimp is vibriosis. Mortality rates of up to 100 % are possible, so economic losses can be devastating.

Characteristics of vibriosis
Vibriosis generally occurs in all life stages, but mainly in hatcheries. Vibrios are found as normal flora in the hepatopancreas of the healthy crustacean. They can turn from tolerated to pathogenic, if environmental conditions are compromised: e.g. over / underfeeding, overcrowding or decreased levels of oxygen.
The animals can be infected orally, through wounds in the exoskeleton or pores, the gills or the midgut. There are different expressions of the disease depending on which parts of the animal are affected (e.g. appendage and cuticular vibriosis).

Negative effects on the ecology
As antibiotics for shrimps are applied orally together with the feed, not all of them reach their target. An estimated 15-40 % are not ingested due to feed falling to the bottom. A fraction of the ingested antibiotics is also not absorbed in the body and is excreted. All of these antibiotics stay in the water or sink to the bottom. The amount of antibiotics that remain in the water or sediment varies from 1 % (chloramphenicol) up to 90 % (Oxytetracycline).
It is estimated that 70-90 % of antibiotics used in the therapy of farmed organisms end up in the environment and sediment and lead to the development of antibiotic resistance.

Secondary Plant Compounds (SPCs) – a good tool to reduce the use of antibiotics?
SPCs and their components are able to slow down or prevent the growth of moulds, viruses and bacteria . They impair them by acting at different parts / mechanisms of the cells (e.g. cell membrane, transport systems, cell contents, flagella development, quorum sensing…). The best explained mode of action is the one of thymol and carvacrol extracted from thyme and oregano. These substances are able to penetrate the bacterial membrane and disrupt its integrity causing loss of ions or energy equivalents.

Several trials conducted show a high efficacy of secondary plant compounds in aquaculture.

1. Scientific Trial (Kasetsart University, Thailand)

Design
a) 4 groups (6 replicates each) of White Leg Shrimp (L. vannamei) were housed in 100 L aquaria with 10 animals each.

Control: Standard feed, no additive
AB-Group: Standard feed + 10 ppm Enrofloxacin
Activo® Group 1: Standard feed + 100 g Activo®/t of feed
Activo® Group 2: Standard feed + 200 g Activo®/t of feed

Evaluation of mortality and specific growth

a) End of the feeding trial: stressing of the shrimp (high water temperature, 33°C for 1 hour), then challenge with Vibrio parahaemolyticus (7,6 x 106 cfu/ml) by subcutaneous injection.

Evaluation of mortality

a) Survival rates in the AB-Group (93,3 %) and in the Activo® Group 2 (90,0 %) were similar. Specific growth rate of the AB-Group (2,32 %/day) and the Activo® Group 2 (2,22 %/day) were higher than the control (1,94 %/day). The Activo® Group 1 (2,18 %/day) ranged performance-wise between the control and AB-Group.

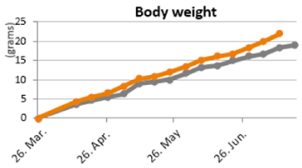
b) After the challenge, mortality in the control group (43,3%) was approximately twice as high as in the AB-Group (20 %) and in the two Activo® groups (both 23,3%).

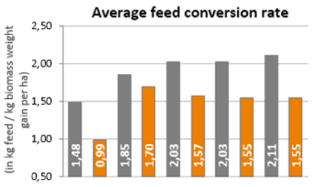
2. Field Trial (Shrimp farm Ecuador)

Design
Two ponds with 80.000 shrimps/ha
Control (3 ha): standard feed
Activo® Aqua Group (5 ha): standard feed + 2 kg Activo® Aqua (Activo® upgraded by immune system stimulating- mannan-oligosaccharides) /t of feed on top

Evaluation of average shrimp weight at regular intervals

Results
Activo® Aqua Group showed a consistently better development of body weight compared to the control, resulting in a shorter cultivation period until harvesting (112 compared to 123) and therefore a higher turnover of animals. Feed conversion in the Activo® Aqua group was better in every growth stage.





Both trials present secondary plant compounds as a good alternative to antibiotic growth promoters. In the case of disease they decrease mortality. Under standard conditions, the improved development shortens time to harvest and increases the turnover. The improved feed conversion lowers feeding costs.