

Einblick in die Verdauungsphysiologie beim Geflügel

Ein gesunder Darm ist entscheidend!

Die effektive Umwandlung von pflanzlichen Nährstoffen in tierisches Eiweiss ist gerade beim Mastgeflügel stark von der Darmgesundheit abhängig. Über Jahrzehnte sind in der Forschung Informationen über die Zusammensetzung und die Wirkung der Bakterienflora im Darm der Vögel gesammelt worden. Diese Erkenntnisse helfen, die Fütterung und Haltung der Mastküken und Broiler optimal zu gestalten.

In der Tierwelt gibt es sehr unterschiedliche Strategien der Verdauung. So nutzen zum Beispiel Wiederkäuer oder Pferde Einzeller und Bakterien, um auch aus qualitativ minderwertigem Futter tierisches Eiweiss zu produzieren. Dies benötigt grosse Gärkammern im Verdauungssystem. Monogastrier, d.h. Tiere, die nur einen Magen haben, sind auf höherwertiges Futter angewiesen. Durch eine effektive Proteinverdauung im Magen werden die aufgespalteten Nährstoffe in relativ großen Dünndärmen resorbiert.

Im Vergleich zu den erwähnten Tierarten haben Vögel einen sehr kurzen Verdauungstrakt, um das Gewicht für das Fliegen zu optimieren. Als Kompromiss ist dieser kurze Verdauungstrakt auf qualitativ hochwertiges Futter angewiesen, das höchsten Ansprüchen an die Verdaulichkeit und Struktur genügt.

Anatomische und physiologische Voraussetzungen

Magen und Dünndarm

Da beim Vogel die Zähne fehlen, werden die Futterpartikel im Muskelmagen zusammen mit aufgenommenen Steinen

intensiv zermahlen. Der Muskelmagen befindet sich hinter dem Drüsenmagen, deshalb enthält der Futterbrei schon hier Salzsäure und Eiweiss verdauende Enzyme. Diese Enzyme benötigen einen tiefen pH-Wert, um Proteine in Aminosäuren aufspalten zu können. Dieser tiefe pH-Wert wird nachfolgend im Dünndarm abgepuffert und die Proteinverdauung abrupt unterbrochen. Somit ist eine angemessene Verweildauer im Muskelmagen unbedingte Voraussetzung für eine effektive und nahezu vollständige Proteinaufspaltung. Ein Mechanismus im Muskelmagen befördert die feinen Futterbestandteile in den Dünndarm und hält nur die groben Bestandteile zurück. Eine zu feine Futterstruktur führt deshalb zu einer kurzen Verweilzeit im Muskelmagen und in der Folge zu einer kürzeren Zeit für die Eiweissverdauung. Eine grobe Futterstruktur führt umgekehrt zu einer längeren Verweildauer und einer optimalen Wirkung der Enzyme. Dies lässt sich auch an den Organen erkennen: Zu feines Futter führt zu grossen Drüsenmägen und kleinen Muskelmägen, da dieser kaum arbeiten muss. Mit der optimalen Futterstruktur erhält man kleine Drüsenmägen

und grosse Muskelmägen. Futter, welches in einem Walzenstuhl gemahlen wurde, ist daher verträglicher ist als jenes, das von Hammermühlen zerkleinert wurde.

Im Dünndarm findet neben der Aufspaltung von Fetten und Kohlenhydraten der grösste Teil der Aufnahme der aufgespalteten Nährstoffe statt. Um eine möglichst grosse Aufnahme zu gewährleisten, ragen Darmzotten in den Darmraum hinein. Der Bürstensaum der Darmzotten führt noch einmal zu einer Vervielfachung der Oberfläche.

Dickdarm und Blinddärme

Gelangt der Darminhalt in den Dickdarm, enthält er noch unverdaute bzw. langkettige, für Vögel unverdauliche Stoffe sowie Wasser. Nach jüngsten Erkenntnissen verfügen Vögel über ein sogenanntes Refluxsystem (Zurückfliessen). Die Nährstoffe werden also nicht wie in einer Einbahnstrasse vom Schnabel in Richtung Kloake transportiert, sondern auch aktiv in die Gegenrichtung befördert. Sacranie et al., 2007 konnte dies mit radioaktiv markiertem Chrom nachweisen. Die Notwendigkeit dieses Rücktransportes ergibt sich unter anderem aus der ungenügenden Fähigkeit der Vögel, den Harn durch die Nieren zu konzentrieren. Um dies auszugleichen, wird der Harn aktiv über den Dickdarm in die Blinddärme zurücktransportiert. Ein Muskel am Übergang des Dickdarms zum Blinddarm sorgt dafür, dass nur Flüssigkeiten in die beiden Blinddärme gelangen. Dort befinden sich eine Vielzahl von verschiedenen Bakterien, die die verbleibenden Nährstoffe aufspalten, unter anderem auch Vitamine produzieren und ein Milieu zu schaffen, das hilft, Wasser zu resorbieren.

Die überwiegende Anzahl der Bakterien im Blinddarm sind Clostridien, da diese fähig sind, totes organisches Material aufzuspalten. Im Blinddarm können diese auch Nährstoffe verwerten, die für den Vogel unverdaulich sind. Dies ist auch an der Veränderung des Blinddarminhaltes im Laufe eines Broilerlebens gut nachvollziehbar. Anfangs sind die Küken nicht in der Lage, Nicht-Stärke-Polysaccharide (NSP, langkettige Zuckerverbindungen) zu

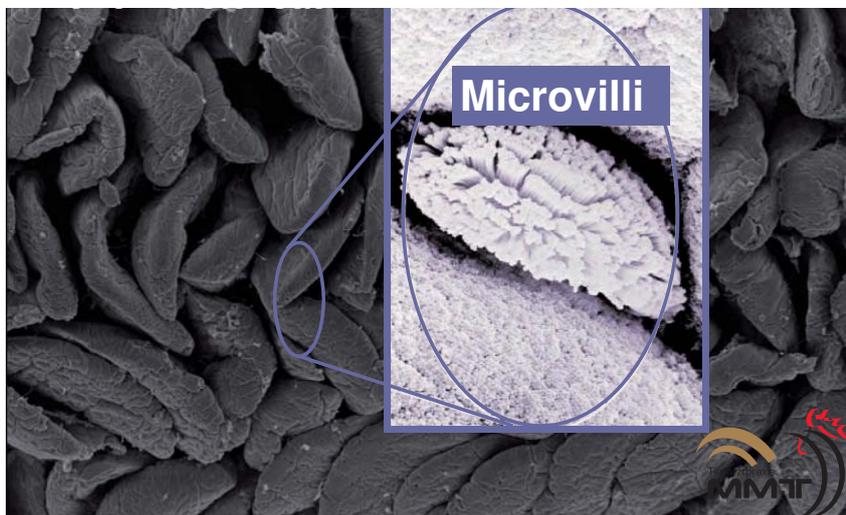


Bild 1: Die Auskleidung der Darmwand mit Zotten und Bürstensaum unter dem Mikroskop

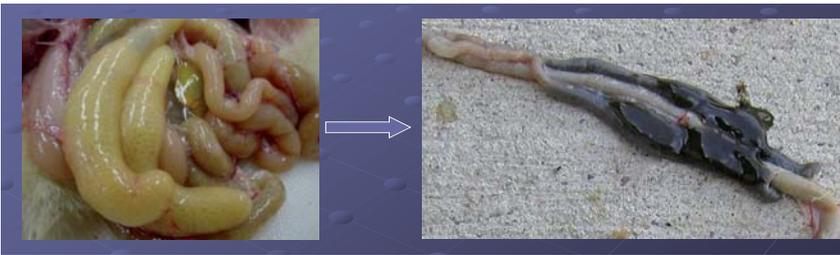


Bild 2: Farbe und Konsistenz des Blinddarminhalts verändern sich im Laufe der Entwicklung des Verdauungssystems

verdauen. Diese gelangen in den Blinddarm und werden dort durch Bakterien zu flüchtigen Fettsäuren und Gas aufgespalten. Dies erkennt man an Gasblasen im Blinddarm. Mit der Entwicklung des Darmsystems werden die Tiere zunehmend fähig, diese NSP's selbst aufzuspalten, und die Gasblasen im Blinddarm verschwinden. Die enzymatische Aufspaltung ist energetisch günstiger und die Verdauung wird nicht durch freie Fettsäuren gestört. Am Ende dieses Prozesses befindet sich nur noch eine pastöse, schwarzbraune Masse ohne Gasblasen im Blinddarm. Die beschriebene Umstellung dauert etwa 2 bis 3 Wochen. Wenn die Tiere auf alter Einstreu vom Vordurchgang (wie z.B. in den USA) gehalten werden, ist die Umstellung schneller, da die Küken früh mit einer an das Geflügel angepassten Keimflora in Kontakt kommen.

Zusammenspiel von Darmsystem und Darmflora

Entwicklung des Verdauungssystems beim Küken

Eintagesküken schlüpfen nicht mit einem voll ausgebildeten Verdauungssystem. Sie haben noch einen sehr kurzen Darm mit sehr kleinen Zotten. Durch die Aufnahme von Futter und Wasser wird der Körper stimuliert, den Darm fertig auszubilden. Deshalb ist es immens wichtig, alle Voraussetzungen zu schaffen, damit die Küken aktiv Wasser und Futter aufnehmen: Dazu gehören eine ausreichende Bodenplattentemperatur sowie eine vernünftige Lüftung und Beleuchtung. Tiere, die zu wenig Futter oder Wasser aufgenommen haben, werden keinen grossen, optimal ausgebildeten Darm entwickeln und können dies auch später nicht mehr kompensieren.

Neben dem Längenwachstum des Darmes verlängern sich auch die Darmzotten um das 10-fache. Bestimmte Bak-

terien geben im Darm Buttersäure ab, welche dann die Zotten zum Wachstum anregen. Die Anzahl der Keime pro Volumeneinheit ver Hundertfacht sich etwa in der ersten Woche. In der ursprünglichen Keimflora des Kükens befindet sich bereits eine Vielzahl verschiedener Bakterienarten. Auch *Clostridium perfringens* ist darunter. Durch das beginnende Wachstum der Darmzotten und die Entwicklung des Enzymsystems werden Bedingungen geschaffen, die für die «guten» Bakterien günstiger sind als für die weniger erwünschten.

Das Verdauungssystem des Kükens entwickelt sich also im Zusammenspiel mit der Futter- und Wasseraufnahme sowie der Etablierung einer Darmflora. Diese Entwicklung dauert je nach Haltungsbedingungen 2 bis 3 Wochen. In dieser Zeit wird der Grundstein einer optimalen Futtermittelveerdauung gelegt. Den grössten Einfluss auf die Darmgesundheit hat die erste Lebenswoche.

Zusammensetzung der Darmflora sowie Einflussfaktoren

Die Entwicklung neuer molekularbiologischer Methoden hat es ermöglicht,

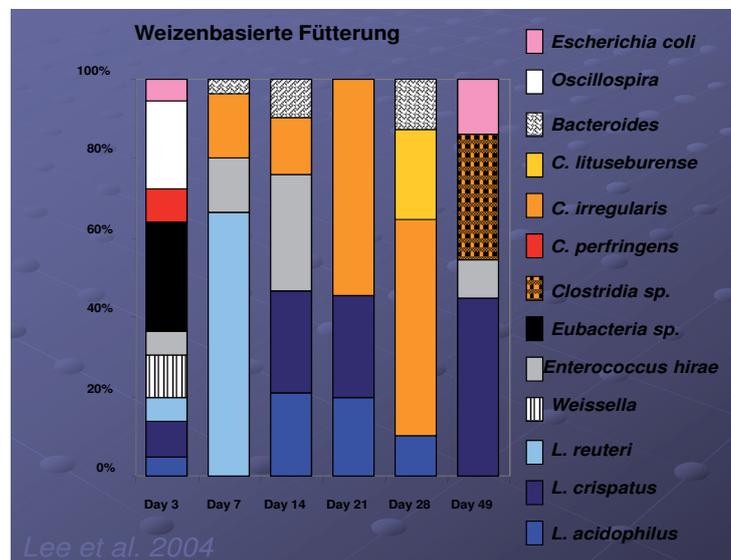
viel mehr Bakterien in der Darmflora nachzuweisen, als dies bisher mit der Anzucht auf Nährmedien möglich war. Das bedeutet, dass unsere derzeitigen Erkenntnisse über die Darmflora auf nur 1 % der beteiligten Mikroben basieren. Die Erforschung der restlichen 99 % könnte noch die eine oder andere Überraschung bereithalten.

Eine Pionierin im Bereich dieser neuen Nachweismethode ist Margie Mc Lee (University of Georgia). Sie untersuchte die Veränderung der Bakterienzusammensetzung im Darm unterschiedlich gefütterter Broiler.

In einem Versuch fütterte sie Broiler mit einer weizenbasierten Ration, einer maisbasierten Ration sowie Rationen mit Monensin, mit einem antibiotischem Wachstumsförderer (AGP) und einem Probiotikum. In der mit Mais gefütterten Gruppe überwog der Anteil von Milchsäurebakterien. In der mit Weizen gefütterten Gruppe waren die Anteile etwas in Richtung Clostridien verschoben. Die Gruppen mit Monensin oder AGP hatten einen deutlich geringeren Anteil an Milchsäurebakterien aber dafür deutlich höherer Clostridienanteile. Die Probiotika-Gruppe nahm eine Zwischenstellung ein.

Das bessere Wachstum der AGP- und Monensin-Gruppe bei gleichzeitig höherem Anteil an Clostridien zeigt einen Widerspruch zu unserem bisherigem Wissen: Milchsäurebakterien waren bisher unsere «Freunde», Clostridien unsere «Feinde». Anschliessende Untersuchungen der Clostridien deuten jedoch darauf hin, dass es verschiedene Gruppen

Grafik: Entwicklung der Zusammensetzung der Darmflora im Verlaufe des Lebens beim Broiler (Lee et al. 2004)



gibt. Auf Grund unterschiedlicher Molekulargewichte im Erbgut spricht man in diesem Zusammenhang von «leichten» und «schweren» Clostridienarten.

In einem weiteren Versuch ist die Veränderung der Darmflora über den Verlauf einer Mastperiode untersucht worden. Dabei stellte sich heraus, dass die junge, unreife Ausgangsflora der Küken sehr vielfältig ist. Mit zunehmendem Alter (bis etwa 3 Wochen) nimmt die Anzahl verschiedener Bakteriengruppen ab; aus anfänglich neun Arten werden deren drei. Im Anschluss nimmt die Anzahl der Bakterienarten wieder zu. Aus der Erfahrung, dass Broilerherden zwischen der zweiten und dritten Lebenswoche besonders empfindlich für Darmerkrankungen sind, lässt sich schliessen, dass diese Vielfalt zur Darmstabilität beiträgt. Alle Maßnahmen, die diese Vielfalt stören, müssen demnach unbedingt vermieden werden.

Störungen im Gleichgewicht der Bakterienflora

Im Kükenalter muss wegen der noch nicht ausreichend entwickelten Enzymproduktion das Starterfutter hoch verdaulich sein: Keine NSP's, niedriger Fettgehalt und hohe Proteinverdaulichkeit. Ist dies nicht gegeben, kommen zu viele unverdaute Nährstoffe im Dickdarm an und «füttern» dort die vorhandenen Bakterien. Diese werden sich explosionsartig vermehren und die erwünschten Bakteriengruppen verdrängen. Dabei spielen zwei Dinge eine herausragende Rolle:

a) Es kommen vorwiegend unverdaute Proteine an, was besonders das Wachstum der Clostridien begünstigt.

b) Clostridien teilen sich etwa alle 10 Minuten. Das Wachstumspotential ist dadurch deutlich höher als das von anderen Arten. Ein *E. coli* benötigt zum Beispiel etwa 20 Minuten.

Durch die Anwesenheit von Clostridium perfringens, das als Erreger der nekrotisierenden Enteritis bekanntlich zu den primär pathogenen Keimen gehört, kann unter diesen ungünstigen Umständen eine Verdauungsstörung entstehen.

Auch später können über den gleichen Mechanismus Darmkrankheiten entstehen. Eine Überfütterung der Tiere mit einem zu intensiven Futter führt dazu, dass das Verdauungssystem überlastet wird und zu viele übrig gebliebene Nährstoffe die Bakterien im Dickdarm füttern.

Eine schlechte Futterverdaulichkeit kann zu einer ähnlichen Situation führen: Die körpereigenen Enzyme sind nicht in der Lage, die Nährstoffe im Dünndarm aufzuspalten. Die Bakterien im Dickdarm hingegen können dank ihrer Enzyme diese Nährstoffe verwenden und überwuchern die vorhandene Darmflora – mit der Folge eines Ungleichgewichts der Bakterienflora. Wenn schliesslich das Potential zur Nährstoffaufnahme durch ein schlechtes Management in der ersten Woche nicht richtig ausgebildet wurde, gelangen die durch die körpereigenen Enzyme gespaltenen Nährstoffe in den Dickdarm und führen auch so zu einer Störung der Darmgesundheit.

Schlussfolgerung

Der Grundstein einer effektiven Umwandlung von pflanzlicher Nahrung in tierisches Eiweiss wird in der ersten Lebensphase gelegt. Optimale Umweltbedingungen wie gut vorgeheizte Ställe, gute Lüftung und gleichmässige Beleuchtung sind die Voraussetzung, dass gut verdauliches Futter und sauberes Wasser in ausreichenden Mengen aufgenommen werden kann. Es wird immer Tiere geben, die nicht dazu in der Lage sind. Die Aufgabe der Mäster ist es, diese Gruppe so klein wie nur möglich zu halten.

Wenn der Darm und die Darmflora einmal entwickelt sind, ist die Futterbeschaffenheit eine wichtige Voraussetzung für den Erhalt der Darmgesundheit. Die Futterqualität muss durch gute Verdaulichkeit, eine grobe Futterstruktur und nicht zu hohe Nährstoffkonzentrationen gewährleistet werden.

Viele Wissenschaftler, die sich mit diesem Thema befassen, raten zum Ansäuern des Trinkwassers mit organischen Säuren. Dies ist besonders in der ersten Woche effektiv, da sich in dieser Zeit die Bakterien besonders stark vermehren. Organische Säuren, die zu einer pH-Absenkung des Trinkwassers auf 4,5 bis 5,0 führen, unterstützen den Selektionsprozess unter den Bakterien und führen zu einer besser zusammengesetzten reifen Darmflora.

Dr. med. vet. Matthias Todte, Fachtierarzt Geflügel, Cobb Germany ■