

- Abstractbook -

# AfT– Frühjahrssymposium

**Futtermittel und Zusatzstoffe**  
Neue Entwicklungen

22. & 23. März 2007

Wiesbaden-Naurod



# AfT

**Veranstalter:**  
Akademie für Tiergesundheit e.V., Bonn

**Tagungsleitung:**  
Prof. Dr. Dr. h.c. Bernd Hoffmann, Gießen

## **Begrüßung:**

Bernd Hoffmann, Gießen

## **Teil 1 -Einführung-**

Moderation: Florian Schweigert, Potsdam

Jürgen Gropp, Leipzig  
*Warum Zusatzstoffe in der Tierernährung?  
Betrachtungsweise und Antworten*

Jutta Jaksche  
*Gesundes Futter, gesunde Tiere und Verbraucher*

*Diskussion*

Kaffeepause

## Warum Zusatzstoffe in der Tierernährung? Betrachtungsweisen und Antworten

*Jürgen Groppe, Leipzig*

Weil man sie braucht? Weil die Tiere sie brauchen? Die Nutztiere? Mein Hund lebt vegetarisch! Weil mit Ihnen in der Produktion von tierischen Lebensmitteln mehr Geld verdient wird? Die vielen Rückstände, muss das sein? Ging das früher nicht auch ohne? Können Tiere nicht umweltfreundlicher ohne Chemie gehalten werden? Geht „ohne“ nicht alles besser und sicherer für Mensch und Tier? Schließlich sind die Antibiotika auch weg, ohne dass wir hungern müssen! Lasst doch die Tierärzte ran, dann ist das Tier gesund! Damit die öffentliche Meinung einen Grund zur Ablehnung dieser und jener Praktiken findet? Nein, nein, nein! Alles falsch? Zusatzstoffe aus ethischer Verpflichtung? Aus logischer Vernunft? Aus Tierliebe? Wo ist Wahrheit, sokratisch, unverrückbar?

Fakt ist, dass wir heute andere Tiere haben als früher, Tiere, die mehr leisten, zum Teil unglaublich viel mehr, die dadurch immer mehr und kostengünstigere Lebensmittel ermöglichen

Zusatzstoffe in der Tierernährung können - so die neueste Definition des Europäischen Parlaments und des Rates - dem Futter oder dem Tränkwasser zugesetzt werden. Und - sie müssen was können! Die Optionen sind: Deckung des Ernährungsbedarfs der Tiere, positiver Einfluss auf die Beschaffenheit der Futtermittel, der tierischen Erzeugnisse, auf die Farbe von Zierfischen und -vögeln, auf die ökologischen Folgen der Tierproduktion, auf die Tierproduktion, die Leistung oder das Wohlbefinden, kokzidiostatisch oder histomonostatisch wirksam sein. Daraus sind dann - mehr schlecht als recht - fünf Zusatzstoff-Kategorien mit insgesamt 24 Untergruppen abgeleitet.

Aus Futtermitteln allein lässt sich heute keine Tagesration (Alleinfutter) herstellen, welche den Bedarf der Nutztiere, meist auch der Heimtiere an Vitaminen, Spurenelementen, und für Hühner und Schweine sowie Lachsen an Aminosäuren decken kann. Damit ist die Kategorie der „Ernährungsphysiologischen Zusatzstoffe“ beschrieben.

Die Beschaffenheit der Futtermittel wird durch eine Vielzahl von Stoffgruppen beeinflusst, die in der Kategorie der „Technologischen Zusatzstoffe“ zusammengefasst sind. Dazu zählen u.a. so unterschiedliche Funktionsgruppen wie Konservierungsmittel, die den mikrobiologischen Verderb begrenzen und die Lagerung von Feuchtgetreide ermöglichen, Emulgatoren, welche die Fettverdaulichkeit erhöhen, Bindemittel, welche die Pelletierbarkeit einer Futtermischung verbessern und den Abrieb (Abfall) verringern, sowie Siliermittel, die eine schmackhafte und nährstoffreiche Silage häufig erst möglich machen. Sie erhöhen die Sicherheit der Tierhaltung.

Die „Sensorischen Zusatzstoffe“ wie Farbstoffe, die Futtermittel (meist für Heimtiere) färben, Eiern und Fischfilets die (gewünschte) Farbe geben, und schließlich Aromastoffe, die meist des Käufers wegen und nicht des Tieres wegen eingesetzt werden, können durchaus kritisch auf ihre Notwendigkeit hinterfragt werden. Es ist der Kunde, der sie wünscht; nicht das Tier, das ihrer bedarf.

Die Kategorie der „Zootecnischen Zusatzstoffe“ ist ebenfalls recht heterogen, die beschriebenen Funktionsgruppen sind wenig zweckdienlich und wissenschaftlich kaum haltbar. Wir finden Enzyme, welche die Ausnutzung oder Toleranz von Futterinhaltsstoffen verbessern, sparsameren Umgang mit knappen Ressourcen erlauben, und so die Umwelt entlasten. Probiotika, futtermittelrechtlich Mikroorganismen genannt, dürften am ehesten die Immunrespons stärken, weniger die Darmflora stabilisieren und damit Krankheiten vorbeugen. In der Kategorie sind organische Säuren als Wachstumsförderer oder aus Umweltschutzgründen (verringerte Ammoniak-Emission aus der Tierhaltung) vertreten. Gesundheitsschutz als präventive Maßnahme dürfte künftig in dieser Gruppe eine stärkere Rolle spielen, abgrenzende Argumente aus der Veterinärmedizin sind letztlich nur formal begründet und verdienen wenig Anerkennung.

Bleiben noch die Kokzidiostatika, in der Geflügelhaltung zur Krankheitsvorbeugung (noch) unverzichtbar, bei Rindern möglicherweise von Nutzen. Ihr baldiger Ersatz durch Impfstoffe erscheint nicht unwahrscheinlich.

Bedarfsdeckung und Krankheitsvorsorge, Schutz der physiologischen Abläufe im Tier, ist rational, logisch, vernünftig und auch ein Akt des Tierschutzes. Zusatzstoffe sind notwendig, wenn auch nicht alle aus diesen Gründen. „Nichts ist schrecklich, was notwendig ist“ sagte schon Euripides.

## **Gesundes Futter – gesunde Tiere und Verbraucher**

oder

**Der Verbraucher isst, was das Tier frisst.**

*Jutta Jaksche, Referentin für agrar- und ernährungspolitische Grundsatzfragen im Verbraucherzentrale Bundesverband, (vzbv) Berlin*

### **- Notwendigkeit der Gleichstellung von Lebensmitteln und Futtermitteln**

Verordnung (EG) Nr. 178/ 2002 zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit. Darin die Forderung alle Aspekte der Lebensmittelherstellungskette als Kontinuum zu betrachten und zwar von der Primärproduktion und der Futtermittelproduktion bis zum Verkauf und der Abgabe der Lebensmittel an den Verbraucher (Erwägungsgrund 12).

Die erlassenen Maßnahmen für Lebensmittel und Futtermittel sollten in der Regel auf einer Risikoanalyse beruhen (Erwägungsgrund 16)

Es wird allgemein anerkannt, dass die wissenschaftliche Risikobetrachtung allein in manchen Fällen nicht alle Informationen liefert, auf die sich eine Risikomanagemententscheidung gründen sollte, und dass auch noch andere für den jeweils zu prüfenden Sachverhalt relevante Faktoren wie beispielsweise gesellschaftliche, wirtschaftliche und ethische Gesichtspunkte, Traditionen und Umwelterwägungen wie auch die Frage der Kontrollierbarkeit zu berücksichtigen sind (Erwägungsgrund 19).

### **- Der Markt honoriert zunehmend das Angebot gemäßigter Leistungen der Tiere und stellt damit veränderte Anforderungen an Züchtung und Fütterung.**

Eine zunehmende Zahl an Verbrauchern will Produkte aus extensiver tiergerechter Haltung. Der europäische Aktionsplan Tierschutz wird Indikatoren für die Tiergerechtheit und ein Tierschutzlabel zum Ergebnis haben.

Bisher sind dabei lediglich die Haltungssysteme im Visier, nicht aber Zucht und Futter. Wenn wir über Futtermittel und neue Entwicklungen reden, sollten wir in Zukunft auch diesen Verbraucherwunsch berücksichtigen.

### **- Die Mehrzahl der Verbraucher lehnt den Einsatz der Gentechnik zur Erzeugung von Lebensmitteln ab**

Mit extern zugegebenen Futterzusatzstoffen kann eine sehr viel gezielter, tier- und bedarfsgerechte Fütterung erreicht werden, als beispielsweise eine Anreicherung von bestimmten Futtermittelinhaltsstoffen in Futtermitteln über gentechnische Veränderungen. Derzeit kann der Verbraucher nicht erkennen, wie das Futtermittel erzeugt wurde. Die Bundesregierung will sich für die Kennzeichnungspflicht tierischer Produkte, bei deren Erzeugung gentechnisch verändertes Futter zum Einsatz kam, einsetzen.

### **- Alternativen zu bestimmten Zusätzen, Voraussetzungen sind Informationen**

Bsp.: Einstellung der Verwendung von Kokzidiostatika und Histomonstatika als Futtermittel-Zusatzstoffe bis zum 31.12.2012 wird auf EU-Ebene derzeit geprüft - aber auf welcher Datengrundlage?

Die Kommission benötigt freiwillige Informationen der relevanten Wirtschaftskreise, weil sie diese Informationspflichten nicht festgeschrieben hat, z.B. zum Vertrieb der einzelnen

Stoffe- aufgeschlüsselt nach Tierart bzw. -kategorie, zur Verwendung von alternativen Produkten, einschließlich Impfstoffen.

#### **- Futtermittelzusatzstoffe - wie viel, wovon ist sinnvoll?**

Futtermittelzusatzstoffe sind Stoffe, Mikroorganismen oder Zubereitungen, die keine Futtermittelausgangsstoffe sind und Futtermitteln bewusst zugesetzt werden, um eine bestimmte Funktion zu erfüllen.

Für viele Stoffe existieren keine ausreichenden Kenntnisse der Dosis-Wirkungsbeziehung, so dass ein Mehr an Inhaltsstoff nicht ein Mehr an Gesundheit und Bedarfsdeckung bedeuten muss. Der Spielraum zwischen Bedarf und dem höchsten, gesundheitlich unbedenklichen Wert (upper level) ist bei einigen Stoffen sehr klein. Überdosierungen sind dann leicht möglich, die zu negativen gesundheitlichen Auswirkungen führen können. Daher sollten Vitamine und Spurenelemente in Risikokategorien eingeteilt werden.

Die Risikobewertung sollte die Dosis-Wirkungsbeziehungen stärker enthalten. Dafür müssen wissenschaftliche Grundlagen durch Dosis-Wirkungsstudien geschaffen sowie kumulative, synergistische und verstärkende Effekte sowie mögliche Intoleranzen berücksichtigen werden.

Sämtliche Futtermittel sollen in einer europäischen Positivliste - nach dem deutschen Vorbild - zusammengetragen werden. Damit soll gewährleistet werden, dass die Abgrenzung zwischen in der Tierfütterung zu verwertenden Stoffen und Abfällen trennschärfer erfolgen kann. Die Gemeinschaftsliste (Positivliste) soll alle eingesetzten Stoffe, d.h. auch die Zusatzstoffe, umfassen.

Eine laufende Aktualisierung und Evaluierung während des Einsatzes dieser Stoffe sowie auch die Begrenzung der Zulassung auf 10 Jahre und die danach verpflichtende Re-Evaluierung sollten vorgesehen werden.

Einführung von verbesserten Regelungen zur Kennzeichnung. Der Tierhalter als direkter Nachfrager soll mehr über die Prozessqualität des Futters erfahren, d.h. auch über eingesetzte Stoffe, die nicht mehr nachweisbar sind.

Die Überwachung des Verbrauchs und der Verwendung sollte vorgesehen sein und darüber der EU-Kommission regelmäßig Bericht erstattet werden.

## **Teil 2**

# **-technologische und sensorische Zusatzstoffe-**

Moderation: Annette Zeyner, Rostock

Caspar Wenk, Zürich  
*Phytogene Zusatzstoffe*  
*(Kräuter, ätherische Öle und Aromen)*

Reinhold Carle, Stuttgart – Universität Hohenheim  
*Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe als Zusatzstoffe zum Futter*

Gerhard Jahreis, Jena  
*Conjugated linoleic acids (CLAs);*  
*Neue Entwicklung als Zusatzstoffe bei Mensch und Tier*

*Diskussion*

Abendessen

Hannelore Daniel, München-Weihenstephan  
*Functional Food – Dichtung und Wahrheit*

Gesellschaftsabend

## **Futtermittel und Zusatzstoffe – Neue Entwicklungen**

### **Phytogene Zusatzstoffe (Kräuter, ätherische Öle & Aromen)**

*Caspar Wenk*

#### **Zusammenfassung**

Wegen ihrer positiven Wirkung auf den Gesundheitszustand der Tiere, die Leistung und die Energie- und Nährstoffverwertung sowie auch auf Aspekte der Umwelt werden die Futterzusatzstoffe sehr vielseitig verwendet. Parallel mit dem Trend nach möglichst „natürlichen“ Tierproduktionssystemen sind die antimikrobiellen Leistungsförderer und andere Futterzusatzstoffe auf nationaler Ebene oder in speziellen Labelprogrammen verboten worden. Deshalb sucht die Landwirtschaft heute nach Möglichkeiten einer für die Konsumenten akzeptableren Tierproduktion. Inwieweit dabei Kräuter, deren Extrakte oder andere Futterzusatzstoffe geeignet sind, kann nicht pauschal beantwortet werden.

Als Kräuter werden nicht verholzte, blühende Pflanzen bezeichnet, die sich durch ihre besonderen medizinischen Eigenschaften oder ihr Aroma auszeichnen. Ein Präparat, das aus ganzen oder Teilen von Pflanzen erzeugt wird, bezeichnet man als Pflanzenextrakt (englisch „Botanical“). Pflanzenextrakte oder ätherische Öle (flüchtige Substanzen nach Wasserdampfextraktion), die bezüglich Geruch, Geschmack oder pharmazeutischer Wirkung eine besondere Wirkung aufweisen, sind auch in der Tierernährung von grossem Interesse. Im Vordergrund stehen dabei die Wirkung auf die Nahrungsaufnahme und Verdauungsvorgänge sowie antioxidative Eigenschaften. Seit einigen Jahren finden Kräuter und Pflanzenextrakte grosses Interesse auch in der modernen Tierproduktion. Ein wichtiger Grund für diese Entwicklung ist der Umstand, dass die Konsumenten im Gegensatz zu den industrietechnologisch erzeugten Futterzusatzstoffen den Kräutern und Kräuterextrakten wesentlich mehr Vertrauen schenken.

Mit dem Effekt von Kräutern und Kräuterextrakten auf den Verzehr wird oftmals auch eine vermehrte Sekretion von Verdauungssäften sowie die Stärkung des Immunsystems von Tieren beobachtet. Als Folge kann neben den gesundheitlichen Aspekten auch eine Verbesserung der Nährstoffverwertung und folglich eine höhere Leistung der Tiere beobachtet werden. Die antimikrobielle, coccidiostatische, antivirale oder entzündungshemmende Wirkung der Präparate wurde von vielen Autoren beschrieben. Die Übertragung von Ergebnissen aus in vitro Versuchen auf das Nutztier erweist sich aber oft als wenig sicher. Die antioxidative Wirkung ist neben der Gesunderhaltung der Tiere auch wegen der Beeinflussung der Produktqualität von Bedeutung.

Zwischen einzelnen Kräutern besteht ein grosses Wirkungsspektrum. Deshalb ist eine sorgfältige Auswahl der Kräuter als Alternativen zu den Antibiotika, Coccidiostatika oder Antioxidantien vorzunehmen. Wegen der uneinheitlichen Zusammensetzung von Kräutern und Extrakten ist bei der Anwendung die Qualität der Präparate von essentieller Bedeutung.



## **Sekundäre Pflanzenstoffe – Abwehrstoffe und Nutraceuticals?**

*R. Carle, Lehrstuhl Lebensmittel pflanzlicher Herkunft, Universität Hohenheim*

Derzeit sind über 120 000 Naturstoffe bekannt, die überwiegend dem Sekundärstoffwechsel entstammen. Da diese Metaboliten für die Aufrechterhaltung der essentiellen Lebensfunktionen entbehrlich sind, ist die Frage berechtigt, welchen Nutzen die Pflanzen aus dieser üppigen stofflichen Vielfalt ziehen. Während diese teleologische Betrachtungsweise noch bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts diffamiert wurde und sekundäre Pflanzenstoffe wegen des Fehlens pflanzlicher Exkretionsorgane bestenfalls als „Stoffwechselschlacken“ angesehen wurden, ist ihre ökologische Bedeutung inzwischen unbestritten. Die Funktion der Pflanzenpigmente als Attraktantien ist ebenso gesichert wie die Rolle der Glucosinolate, cyanogenen Glykoside oder Alkaloide als chemische Waffen zur Abwehr von Herbivoren und Phytopathogenen.

Doch welchen Nutzen haben sekundäre Pflanzenstoffe für Mensch und Tier? Hinsichtlich der Beantwortung dieser Frage ist ein gravierender Wandel festzustellen. Galten etwa phenolische Verbindungen, Glucosinolate, Proteinaseinhibitoren, Saponine und Isoflavone ausschließlich als toxische bzw. antinutritive Komponenten, werden diese sekundären Pflanzenstoffe – vielfach aufgrund aktueller epidemiologischer Studien – neuerdings als bioaktive Stoffe positiv bewertet und in Phytopharmaka, Nahrungsergänzungsmitteln und Pharmaceuticals bzw. Nutraceuticals z.T. in isolierter und konzentrierter Form bzw. als Supplement angeboten.

Entsprechend unterliegen derzeit auch vielfach Züchtungsziele für wichtige Nutzpflanzen einem grundlegenden Wandel. Strategien der Minimierung sekundärer Pflanzenstoffe werden durch Versuche zu deren Anreicherung abgelöst. Dieser Trend setzt sich in der Lebensmitteltechnologie fort. Nach dem Entfernen bzw. Abreichern sekundärer Pflanzenstoffe wird nun deren Erhalt und Anreicherung bzw. Gewinnung aus Rückständen der Lebensmittelverarbeitung angestrebt. Neben der Verwendung sekundärer Pflanzenstoffe als bioaktive „Wirkstoffe“ steht vor allem deren Applikation als natürliche Zusatzstoffe, etwa zur Färbung bzw. als Antioxidantien, im Vordergrund.

Inwieweit ein Nachweis der Wirksamkeit nach medizinischen Evidenzkriterien erbracht werden kann, bleibt fraglich. Hinsichtlich der Anreicherung sekundärer Pflanzenstoffe in Lebensmitteln ist nach den Ergebnissen der CARET- bzw. ATBC-Studie Vorsicht geboten. Vor diesem Hintergrund erscheint die Entwicklung von „functional feed“ weniger problematisch! Deshalb wird dieser Ansatz gegenwärtig im Rahmen des EU-Projekts SAFEWASTES verfolgt.

## Conjugated linoleic acids (CLA) - Zusatzstoffe bei Mensch u. Tier

Gerhard Jahreis, Jana Kraft, Kathrin Kuhnt

Verschiedene Untersuchungen zeigten, dass eine CLA-Supplementation im Tierexperiment zu verringerter Fettmasse bei Mäusen, Ratten, Kaninchen und Schweinen führte. Der Protein- und Wassergehalt des Körpers stieg hingegen an. Folgende Effekte von *trans*-10,*cis*-12-CLA hinsichtlich Adipogenese wurden beschrieben:

- *Änderung des Verzehrs*
- *Beeinflussung des Fettsäurenmetabolismus in Leber und Fettgewebe*
- *Modulation der Zellentwicklung*
- *Änderung der Adipozytengröße*

Humanstudien zeigten stark divergierende Ergebnisse hinsichtlich der Wirkung auf die Körperzusammensetzung. Die Resultate waren nicht so günstig, wie es die Ergebnisse der Tierversuche erwarten ließen. Inzwischen gibt es Untersuchungen an verschiedenen Säuger-Spezies, die auf weniger günstige Wirkungen von CLA hinweisen, z. B. Fettleber, Insulinresistenz, Glykämie, Anstieg des C-reaktives Proteins, erhöhte Lipidperoxidation und Milchfettdepression.

Eine Reihe von Studien an Wiederkäuern ergab einen positiven Effekt der Milchfett-Depression hinsichtlich Milchleistung und Inhaltsstoffe der Milch. Dabei erhöht sich allerdings der *trans*-Fettsäurenanteil des Milchfettes. Dieser Anteil betrifft besonders die ernährungsphysiologisch ungünstigen Nicht-Vaccensäure-*trans*-Fettsäuren.

Es gibt Bestrebungen CLA in Lebensmitteln anzureichern bzw. als Nahrungsergänzung einzusetzen. Basierend auf Befunden am Tiermodell wurde für den Menschen - Vergleichbarkeit unterstellt - eine wirksame CLA-Dosis von 3 - 4 g/d abgeschätzt. Dies entspricht dem 6- bis 10-fachen der mit der Nahrung aufgenommenen CLA-Menge. Unter der Prämisse der empfohlenen Fettzufuhr von 80 g/d ist diese Menge selbst über den bevorzugten Verzehr CLA-reicher (tierischer) Lebensmittel nicht realisierbar. Theoretisch ist eine derart hohe CLA-Aufnahme lediglich über Supplemente oder über speziell CLA-angereicherte Lebensmittel aus der Nahrungskette denkbar. Voraussetzung für die Empfehlung dieser Produkte sind Studien mit Isomeren-reinen Substanzen.

## **Teil 3**

# **-Ernährungsphysiologische Zusätze-**

Moderation: Josef Kamphues, Hannover

Markus Rodehutschord, Halle  
*Aminosäuren als Futterzusatzstoffe*

Gerhard Flachowsky, Braunschweig  
*Neue Entwicklungen bei Spurenelementen und Vitaminen als Futterzusatzstoffe*

*Diskussion*

Kaffeepause

## Aminosäuren als Futterzusatzstoffe

*Markus Rodehutscord, Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften, Halle (Saale)*

Aminosäuren (AS) waren im Sinne des Futtermittelrechts Einzelfuttermittel. Gemäß der neuen Verordnung (EG) Nr. 1831/2003 gelten sie als „ernährungsphysiologische Futterzusatzstoffe“. Der grundsätzliche Charakter einer Nährstoffgruppe, die für die Proteinbiosynthese und andere physiologische Prozesse unersetzlich ist, bleibt von dieser administrativen Veränderung der Zuordnung allerdings unbeeinflusst. Richtlinien, die der Vorbereitung eines Antrages auf Zulassung zugrunde liegen werden, sind noch nicht abschließend festgelegt. Gegenwärtig unterliegt der Einsatz von AS Übergangsregelungen.

Freie AS in fester oder flüssiger Form sind für den Einsatz in der Fütterung dann interessant, wenn 1. mit den Proteinträgern nicht der Bedarf an allen essenziellen AS gedeckt werden kann und 2. der Aufwand an Protein und die Ausscheidung von N-haltigen Verbindungen durch eine Optimierung des AS-Musters in der Futtermischung erreicht werden sollen. Dabei wird vorausgesetzt, dass der Einsatz nicht durch Restriktionen innerhalb spezieller Produktionssysteme und unabhängig vom Futtermittelrecht verhindert wird.

Hinsichtlich der Bedeutung des Einsatzes freier AS muss zwischen Nicht-Wiederkäuern und Wiederkäuern unterschieden werden. Bei Schwein, Geflügel und Fisch, aber auch bei anderen Nicht-Wiederkäuern, lässt sich durch gezielte Auswahl von Proteinträgern und freien AS das AS-Muster in der Futtermischung dem spezifischen Bedarf annähern. Die Motivation für den Einsatz freier AS besteht vor allem darin, die Ausscheidungen der Tiere von Harnstoff bzw. Harnsäure vermindern und somit Emissionen gasförmiger N-Verbindungen erheblich reduzieren zu können. Außerdem steigt die Attraktivität für den Einsatz solcher heimischer Proteinträger, die ein ungünstiges AS-Muster aufweisen. Während die intermediäre Verwertung verdauter AS als von der Quelle unabhängig angesehen werden kann, gibt es Unterschiede in der Verdaulichkeit. Freie AS sind zu 100 % verdaulich, während AS aus Proteinträgern zu ca. 85 % verdaulich sind, mit praxisrelevanten Unterschieden sowohl zwischen einzelnen AS eines Proteins als auch zwischen verschiedenen Proteinträgern. Die Gesellschaft für Ernährungsphysiologie hat mit ihren neuen Empfehlungen zur Versorgung von Schweinen daher die „praecaecal verdaulichen Aminosäuren“ als Bewertungsgröße eingeführt. Für das Geflügel ist Vergleichbares in der Phase der wissenschaftlichen Erarbeitung.

Bei Milchkühen mit hoher Milchleistung kann die Versorgung mit einzelnen AS am Dünndarm zum limitierenden Faktor für die Milchproteinbildung werden. Supplementierte freie AS unterliegen allerdings im Pansen einem raschen mikrobiellen Abbau und sind daher nicht von Nutzen für den Wiederkäuer. Sind die AS hingegen durch spezielle Verfahren „geschützt“, können sie zumindest zum Teil dem mikrobiellen Abbau entgehen. Steht ein solcher Schutz der Absorption im Dünndarm nicht entgegen, kann durch den Einsatz solcher Produkte eine Verbesserung in der AS-Versorgung der Kuh erreicht werden. Im Vergleich zu Nicht-Wiederkäuern lassen sich die Effekte eines Zusatzes von AS bei Wiederkäuern allerdings schwieriger vorhersagen bzw. sind die Effekte weniger gut reproduzierbar. Dies ergibt sich aus einer hohen und bislang nicht vorhersagbaren Variation in der Anflutung mikrobieller AS am Duodenum. Ein großer Unsicherheitsfaktor besteht zudem darin, dass sich die Bedeutung der Gluconeogenese für den Verbrauch bestimmter AS nicht quantifizieren lässt.

## Neuere Entwicklungen bei Spurenelementen und Vitaminen als Futtermittelzusatzstoffe

*Gerhard Flachowsky, Institut für Tierernährung der Bundesforschungsanstalt (FAL), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig*

Neben Aminosäuren und Harnstoff zählen nach EU-Verordnung 1831/2003 auch Spurenelemente und Vitamine zu den ernährungsphysiologischen Futtermittelzusatzstoffen. Im Beitrag werden Bedarf und Höchstwerte bei Mensch und Tier, der Transfer vom Futter in Lebensmittel tierischer Herkunft sowie Umweltaspekte bei ausgewählten Substanzen näher analysiert.

Die Spurenelemente werden in die „klassischen“ Spurenelemente (Kupfer, Cu; Eisen, Fe; Jod, I; Mangan, Mn; Molybdän, Mo; Selen, Se; Zink, Zn) und die Ultra-Spurenelemente (Aluminium, Al; Arsen, As; Barium, Ba; Blei, Pb; Cadmium, Cd; Chrom, Cr; Lithium, Li; Nickel, Ni; Quecksilber, Hg; Rubidium, Rb; Strontium, Sr; Uran, U; Titan, Ti und Vanadium, V) unterteilt. Neuerdings werden auch die Seltenen Erden (Lanthaniden) als Futterzusatzstoffe diskutiert (s. Beitrag S. Dänicke), die jedoch keiner der beiden Gruppen zuzuordnen sind.

Praktische Bedeutung haben lediglich die „klassischen“ Spurenelemente. Im Beitrag wird auf neuere Befunde beim Einsatz von Kupfer, Jod, Selen und Zink in der Tierernährung eingegangen. Unter Berücksichtigung von Bedarf und Obergrenzen werden Möglichkeiten zur Reduzierung der Cu- und Zn-Ausscheidungen bei landwirtschaftlichen Nutztieren analysiert. Für die Elemente I und Se wird der Transfer vom Futter ins Lebensmittel tierischer Herkunft betrachtet und einerseits das Potential zur besseren Versorgung der Menschen mit diesen Elementen bewertet, andererseits die Gefahr von Überschüssen in der Humanernährung (beide Elemente weisen eine enge Spanne zwischen Bedarf und Überversorgung auf und werden der „Risikokategorie“ 1 zugeordnet) auszuschließen.

Die Vitamine werden in fett- (A, D, E, K) und wasserlösliche (B-) Vitamine (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, Biotin, Folsäure, Niacin, Pantothensäure) sowie Vitamin C unterschieden. Sie sind lebensnotwendig (können im Körper nicht oder nur begrenzt synthetisiert werden und müssen demnach mit der Nahrung zugeführt werden), müssen eine physiologische Funktion haben und bei ihrem Fehlen treten Mangelerscheinungen auf. Außerdem gibt es eine Gruppe sog. vitaminähnlicher Substanzen (z.B. Cholin, L-Carnitin, Myo-Inosit, p-Amino-Benzoesäure) auf die die oben angeführten Kriterien nicht oder nur teilweise zutreffen.

Im Beitrag wird u.a. auf folgende Themen eingegangen:

- auf Ergebnisse zum Einsatz von Vitaminen mit höherer „Biopotenz“ (z.B. 25-(OH)-Vitamin D<sub>3</sub>, RRR-alpha-Tocopheryl-Acetat),
- den Einfluss von Vitamin-Überdosierungen auf Leistung und Tiergesundheit,
- die Umsetzungen von B-Vitaminen im Pansen,
- und den Transfer von Vitaminzusätzen in die Lebensmittel tierischer Herkunft.

Aus den Teilthemen werden Schlussfolgerungen und Empfehlungen für die Anwendung abgeleitet.

## **Teil 4**

### **-zootechnische und sonstige Zusätze-**

Moderation: Jürgen Zentek, Berlin

Gerhard Breves, Hannover  
*Pre- und Probiotika als Futtermittelzusatz*

Ortwin Simon, Berlin  
*Enzyme als Zusatzstoffe zu Futtermitteln*

Alexander Feil, Braunschweig  
*Futtermittelzusatzstoffe und Mischfüttertechnologie*

*Diskussion*

Mittagessen

## **Pre- und Probiotika als Futtermittelzusatzstoffe**

*Gerhard Breves, Physiologisches Institut, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover*

Der Einsatz von Pre- und Probiotika in Lebens- und Futtermitteln ist weit verbreitet. Bei Probiotika handelt es sich um eine sehr heterogene Gruppe von Mikroorganismen, deren Funktion in der Verbesserung des intestinalen mikrobiellen Gleichgewichtes angenommen wird. Hierbei handelt es sich um eine allgemeine und experimentell nur schwer belegbare Definition, die in der aktuellen Forschung nur noch wenig Beachtung findet. Da Probiotika vor allem beim Schwein und Geflügel eingesetzt werden, stehen neben den Untersuchungen zur Beeinflussung zootecnischer Parameter die möglichen Wirkungsmechanismen bei diesen Tieren im Mittelpunkt des Interesses. In Versuchen unter kontrollierten Applikationsbedingungen sind in den letzten Jahren vor allem am Schwein zahlreiche Studien durchgeführt worden. Dabei wurde u. a. geprüft, ob Probiotika die Schleimhautarchitektur, elektrophysiologische Gewebeeigenschaften, die parazelluläre Permeabilität, intestinale Nährstofftransportsysteme oder Merkmale des Darm-assoziierten Immunsystems beeinflussen können. Die überwiegende Zahl dieser Versuche wurde an klinisch gesunden Tieren durchgeführt. Ihre Ergebnisse sind durch eine hohe Variabilität gekennzeichnet. Dies ist sowohl durch die hohe Heterogenität der probiotischen Mikroorganismen als auch durch die unterschiedlichen Ausgangsbedingungen der Versuchstiere begründet. So können für Probiotika keine generellen Wirkungen auf Darrebene postuliert werden, sondern ihre Wirkungen müssen art-spezifisch charakterisiert werden. Beim Ferkel ist die Phase des Absetzens vom Muttertier als Periode einer erhöhten Anfälligkeit gegenüber Durchfall-induzierenden Keimen gut charakterisiert. Dabei können Dauer und Intensität der Diarrhoe durch Probiotika vermindert werden und damit zur Reduktion von Ferkelverlusten beitragen. Da es bislang nur wenige etablierte Infektionsmodelle am Schwein gibt, ist der Wissensstand zu den beteiligten zellulären Prozessen gegenwärtig äußerst gering und muss durch weitere experimentelle Studien geklärt werden.

Im Gegensatz zu Probiotika handelt es sich bei Prebiotika vor allem um Oligosaccharide, die im Gastrointestinaltrakt nur durch mikrobielle Enzyme fermentiert werden können. Die Endprodukte dieser Fermentation sind kurzkettige Fettsäuren, von denen Butyrat als trophischer Faktor von Enterozyten wirken kann und die nach intestinaler Absorption Substrate des intermediären Energiestoffwechsels sind. Den positiven Wirkungen von Prebiotika liegt die Annahme zugrunde, dass sie spezifische Substrate für diejenigen Keime der mikrobiellen Flora sein können, die das intestinale Milieu günstig beeinflussen. Darüber hinaus werden Wirkungen auf der Ebene des Darm-assoziierten Immunsystems diskutiert, und aus einigen Studien aus jüngster Zeit liegen erste Befunde vor, die auf eine Beeinflussung der intestinalen Ca-Absorption hinweisen. Für diese Wirkungen werden Veränderungen im quantitativen Verhältnis zwischen löslichem und ionisiertem Ca, der absorbierenden Oberfläche, in den Konzentrationen an kurzkettigen Fettsäuren sowie von Epithel-eigenschaften diskutiert. Auch für diese Gruppe von Zusatzstoffen besteht erheblicher Forschungsbedarf zur Charakterisierung von Wirkungsmechanismen.

## Enzyme als Futterzusatzstoffe

*Ortwin Simon*

Nach der Verordnung (EG) Nr. 1831/2003 gehören Enzyme in die Kategorie der „zotechnischen Zusatzstoffe“ und innerhalb dieser Kategorie zur Funktionsgruppe der „Verdaulichkeitsförderer“. Gegenwärtig gibt es über vierzig Enzympräparate, die eine unbegrenzte Zulassung haben. Für den praktischen Einsatz sind zwei Enzymwirkungen von herausragender Bedeutung: das sind die partielle Hydrolyse bestimmter Nicht-Stärke-Polysaccharide des Getreides (NSP-Enzyme) und die Fähigkeit Phosphorsäurereste von Phytinsäure abzuspalten (Phytasen).

Als NSP-Enzyme kommen Xylanasen und  $\beta$ -Glucanasen als Monoenzympräparate oder als Multienzympräparate in Futtermischungen auf Getreidebasis zum Einsatz. Zielsubstrate dieser Enzyme sind Arabinoxylane (hohe Gehalte in Roggen > Triticale > Weizen) bzw. 1,3-1,4-  $\beta$ -D-Glucane (hohe Gehalte in Gerste und Hafer). Lösliche Fraktionen beider NSP können im Verdauungstrakt von Küken und zu einem geringeren Ausmaß bei Ferkeln zu Viskositätserhöhungen führen. Dies wird als Hauptursache für Leistungsdepressionen, reduzierter Nährstoffverdaulichkeit und bei hohen NSP-Anteilen für Durchfälle gesehen. Durch Zusatz von Xylanasen und  $\beta$ -Glucanasen können diese antinutritiven Effekte reduziert oder eliminiert werden. Die Gesamtwirkung der NSP-Enzyme kann aber nicht nur auf die Viskositätssenkung im Darmlumen zurückgeführt werden, auch Modifikationen der intestinalen Mikrobiota und deren Stoffwechsellleistungen sowie funktionelle Veränderungen der Darmschleimhaut scheinen Elemente des Wirkmechanismus zu sein.

In Konzentratfuttermitteln pflanzlicher Herkunft (Getreide, Körnerleguminosen, Nebenprodukte der Ölgewinnung) liegt der Phosphor zu etwa 70 % in Form der Phytinsäure vor. Die Verdauungssekrete der Tiere enthalten jedoch nicht das Enzym Phytase, welches zur Abspaltung von Phosphorsäureresten vom Inositolring der Phytinsäure erforderlich ist. Daher ist die Verfügbarkeit des Phytinphosphors bei monogastrischen Tieren stark eingeschränkt. Das Ausmaß der Einschränkung hängt dabei vom Gehalt der Futtermittel an pflanzeneigener Phytase ab. Allerdings kann bei Geflügel und Schweinen durch Verwendung von mikrobiellen Phytasen als Futterzusatzstoff bei nahezu allen Futtermischungen auf Basis pflanzlicher Futtermittel die Phosphorverdaulichkeit effektiv verbessert werden. Gleichzeitig kann auch die Verdaulichkeit divalenter Kationen ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Zn}^{++}$ ) erhöht werden, da diese an Phytinsäure gebunden (Phytat) ebenfalls nicht verfügbar sind. Durch die Verwendung von Phytasen kann bei gleichzeitiger Reduzierung phosphorhaltiger Verbindungen im Mineralfutter die Phosphorexkretion stark reduziert werden. Die Verringerung der P-Emission durch Nutztiere ist in Regionen mit hohen Tierkonzentrationen ein wichtiger ökologischer Aspekt.

Überzeugende Beweise für die Wirksamkeit von Amylasen, Proteasen oder Lipasen bei gesunden Nutztieren stehen noch aus. Auch Enzymzusätze zum Abbau von  $\alpha$ -Galactosidasen oder zur Hydrolyse von Polysacchariden in Leguminosen haben sich bisher nicht als praxisrelevant erwiesen. Das Gleiche trifft für Versuche mit Enzymzusätzen in der Wiederkäuerernährung zu.

Die Weiterentwicklung von Enzymen als Futterzusatzstoffe konzentriert sich auf die Optimierung der Eigenschaften für den Anwendungszweck. Dazu gehören Verbesserung der Temperatur- und Lagerungsstabilität, der proteolytischen Stabilität und der Anpassung der pH-Optima an die Wirkungsstelle im Verdauungstrakt. Hierbei werden sowohl konventionelle Screening-Verfahren als auch gentechnische Methoden angewendet.



## Futtermittelzusatzstoffe und Mischfüttertechnologie

*Alexander Feil, IFF, Braunschweig-Thune*

Die Verwendung von hochwirksamen Zusatzstoffen im ppm-Bereich führt im Mischfutterproduktionsbetrieb zu diversen Problemfeldern, zu deren Beherrschung von der Mischfutterwirtschaft, der Wissenschaft, dem Maschinen- und Anlagenbau sowie der Zusatzstoffindustrie eine Reihe von Konzepten entwickelt wurden. Im Wesentlichen wird die Minimierung von Verschleppungen sowie die Einhaltung von Sollwerten im Endprodukt (d.h. Vermeidung von Über- und Untergehalten) angestrebt.

Ein wesentliches Trendmerkmal der Mischfutterproduktion stellen z.B. häufige Rezepturwechsel dar, die in Einstrang-Produktionsanlagen zu unvermeidlichen und schwer zu beherrschenden Problemen führen können. Unternehmen mit mehreren Produktionslinien bzw. Produktionsstätten können die meisten genannten Probleme durch Linienpezialisierung und Auftragsbündelung aus einem größeren Kundeneinzugsbereich beherrschen. Auch durch die vertikale Integration ist eine Begrenzung der Rezepturviefalt und die Produktion größerer Chargen möglich.

Der Umfang, in dem bei Veredlungsprozessen Stabilitätseinbußen auftreten, wird im Wesentlichen von der Art und Intensität des Energieeintrags (besonders von der Energiedichte im Behandlungsvolumen und der Behandlungsdauer), der Temperatur-, Reib- und Druckbeanspruchung sowie durch weitere chemische und mechanisch-thermische Einflüsse bestimmt. Grundsätzlich ist bei höherer Temperatur, längerer Einwirkungsdauer sowie zunehmender Intensität von steigenden Verlusten auszugehen. Erfahrungsgemäß sind die höchsten Wirkungsverluste beim Extrudieren und Druckkonditionieren zu erwarten. Zur Verringerung von Zusatzstoffeinkbußen im Mischfutter finden u.a. folgende Maßnahmen, teilweise in Kombination miteinander, Anwendung:

- Einsatz von chemischen Verbindungen sowie stabilisierten und geschützten Formulierungen, die gegenüber thermischen und mechanischen Beanspruchungen eine erhöhte Stabilität aufweisen.
- Reduzierung der Behandlungsintensitäten in konventionellen Veredlungsstufen unter Berücksichtigung der vorrangigen Produktionsziele.
- Zugabe thermolabiler Zusatzstoffe nach der Hauptbeanspruchung, die unter Beachtung der Möglichkeiten und Grenzen weitere Vorteile beinhaltet (z.B. Interstage oder PPA-Anwendung).

Weiterhin sind Abweichungen vom Sollwert an Zusatzstoffgehalten im Mischfutter durch die Entmischungsneigung mehlförmiger Mischfutter und Vormischungen zu berücksichtigen. Durch aufeinander abgestimmte Partikelgrößenverteilungen von Zusatz- und Trägerstoffen kann die Mischungsstabilität deutlich verbessert werden. Im Hinblick auf Verschleppungsreduzierung, Flexibilität und Zusatzstoffausbringen bietet das Aufsprühen von flüssig formulierten Zusatzstoffen nach der Hauptbeanspruchung bzw. nach dem Pelletierprozess vielfältige Vorteile. Hierbei sind die Spezifika der auf dem Markt verfügbaren Systemlösungen zu beachten.

Das Herstellen von kundenspezifischen Rezepturen auf der Basis von mehlförmigen Halbfabrikaten sowohl durch Zugabe festdispenser als auch flüssiger Zusatzstoffe ist mit hoher Arbeitsgenauigkeit möglich und eingeführt. Kritischer ist die Zugabe flüssiger Zusatzstoffe zu agglomerierten Futtern zu bewerten. Die zur homogenen Verteilung der Zusatzstoffe erforderliche Bewegung der Futteragglomerate im

Mischer muss auf einem geringen Beanspruchungsniveau erfolgen, da Agglomerate sonst teilweise zerstört werden und sich Zusatzstoffe verstärkt im gebildeten Abrieb anreichern. Grundsätzlich muss bei allen PPA-Anwendungen vor dem Besprühen von Agglomeraten das anhaftende Feingut abgetrennt werden, da dieses aufgrund der größeren spezifischen Oberfläche mehr Flüssigkeiten absorbieren kann. Sinnvoll ist die Zugabe der flüssigen Zusatzstoffe mit konstanter Flüssigkeitskonzentration von mindestens 1.000 Gramm Flüssigkeit je Tonne Mischfutter.

## **Teil 5** **-neue Entwicklungen-**

Moderation: Bernhard Kühnle, Bonn

Bernhard Kühnle, BMLEV, Bonn  
*Einleitende Stellungnahme und Moderation*

Sven Dänicke, Braunschweig  
*Zusatzstoffe zur Detoxifikation von Mykotoxinen, Seltene Erde und weitere Zusatzstoffe*

Günther Pahlow, Braunschweig  
*Biologische und chemische Siliermittel*

Uwe Wenzel, Gießen  
*Einfluss sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe auf die Stressresistenz; in-vivo Untersuchungen am Modelorganismus *Ceanorhabditis elegans**

## **Zusatzstoffe zur Detoxifikation von Mykotoxinen, Seltene Erden und weitere Zusatzstoffe**

*Sven Dänicke*

In dieser recht heterogenen Gruppe sind Futterzusatzstoffe zusammengefasst, deren futtermittelrechtliche Einordnung bisher nicht gelöst ist (insbesondere Detoxifikationsmittel) oder die für spezifische Einsatzgebiete konzipiert sind und sich nicht eindeutig in eine der nach der EG-Verordnung Nr. 1831/2003 vorgesehenen Kategorien von Futtermittelzusatzstoffen (technologische Zusatzstoffe, sensorische Zusatzstoffe, ernährungsphysiologische Zusatzstoffe, zootecnische Zusatzstoffe, Kokzidiostatika und Histomonostatika) einordnen lassen.

Berichte über leistungsfördernde Effekte des Zusatzes von Seltenen Erden (Lanthanide, Rare Earth Elements [REE]: La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Ln, Sc und Y) zum Schweinefutter stammen aus China, wo ca. 80% der Weltvorräte dieses Rohstoffes vorkommen. Unter mitteleuropäischen Produktionsbedingungen ließen sich diese Effekte jedoch nicht in jedem Fall reproduzieren, was neben dem unterschiedlichen Produktionsniveau auch auf Variationen der verwendeten REE-Formulierungen (Anteil einzelner Elemente, Bindung an organische Reste, wie beispielsweise Citrat, Nitrat oder Ascorbat) sowie weiterer Versuchsbedingungen zurückzuführen sein dürfte. Der Mechanismus der Wirkung auf die Leistung konnte bisher noch nicht befriedigend aufgeklärt werden.

Das Verfütterungsverbot von Futtermitteln tierischen Ursprungs war u.a. Anlass, sich stärker mit Substanzen zu befassen, die in solchen Futtermitteln reichlich vorkommen, wie z.B. L-Carnitin (notwendig für Fettsäurenverwertung, Einfluss auf Protein- und Energieumsatz) und Kreatin (als Kreatinphosphat schnell verfügbare Energiequelle). Obwohl beide Substanzen endogen synthetisiert werden, so wurde der Frage nachgegangen, ob die im Tierkörper gebildete Menge für optimale Leistungen unter spezifischen physiologischen Bedingungen ausreichend ist. So wirkte sich ein Zusatz von L-Carnitin zum Futter trächtiger und laktierender Sauen positiv auf die Reproduktionsleistung aus, während die Zulage von Kreatin zum Endmastfutter von Mastschweinen zur Prävention eines zu schnellen postmortalen pH-Abfalls in der Skelettmuskulatur widersprüchliche Befunde erbrachte.

Die Bindung von  $\beta$ -Glucanen an spezifische Rezeptoren auf Makrophagen führt unter experimentellen Bedingungen zu einer Stimulation des unspezifischen Immunsystems. Der Grad der Bindung an den Rezeptor und damit auch der Grad der Stimulation hängt u.a. ab von der Art der glycosidischen Bindung und der Molekülgröße des verwendeten  $\beta$ -Glucans. Es wird versucht, diesen Mechanismus zu nutzen, indem man geeignete  $\beta$ -Glucane dem Futter zusetzt, wenn für das Tier eine immunologisch "kritische" Situation, wie z.B. beim Absetzen von Ferkeln, vorliegt. Positive Erfahrungen zur Wirksamkeit der Supplementation des Futters mit  $\beta$ -Glucanen liegen bei der Aufzucht von Fischen vor, während bei Ferkeln eher inkonsistente Effekte festgestellt wurden.

Zusatzstoffe zur Dekontamination von Mykotoxinen (Adsorbentien, Mikroorganismen oder deren Bestandteile) sollen während der Passage des kontaminierten Futters durch den Verdauungstrakt über eine Adsorption und/oder einen Abbau deren Inaktivierung/Detoxifizierung bewerkstelligen. Die bisher durchgeführten Versuche lassen eine partielle Wirkung bei Aflatoxin B1- und Ochratoxin A-kontaminierten Futtermitteln erkennen, während für die unter den Produktionsbedingungen in Deutschland relevanten Fusarium-Toxine Deoxynivalenol und Zearalenon eine Wirksamkeit bisher nicht zweifelsfrei dokumentiert ist. Häufig wurden zur Prüfung der Wirksamkeit dieser Detoxifikationsmittel unspezifische Parameter, wie z.B. die Futteraufnahme, herangezogen. Dabei erfolgte der Zusatz der Mittel nur zur kontaminierten Fütterungsvariante, während eine gleichzeitige Prüfung des Mittels bei der unkontaminierten Variante in der Mehrzahl der Fälle nicht

erfolgte. Daher lässt sich aus solchen Studien nicht differenzieren, ob der beobachtete unspezifische Effekt (z.B. Leistungsverbesserung) tatsächlich auf eine Detoxifizierung zurückzuführen ist. Dies lässt sich zweifelsfrei nur demonstrieren, wenn die Prävention der Toxinabsorption über die Analytik physiologischer Proben auf Toxinrückstände aus geeigneten Versuchsansätzen nachgewiesen wird.

## Biologische und chemische Siliermittel

G. Pahlow

Für eine erfolgreiche, verlustarme Silagebereitung müssen Zellatmung und Eiweißabbau im Siliergut rasch und nachhaltig unterbunden werden. Das setzt eine zuverlässige Inaktivierung pflanzlicher und mikrobieller Enzymsysteme voraus und ist durch Sauerstoffausschluss und pH-Absenkung zu erreichen. Diese beiden siliertechnischen Maßnahmen lassen sich entscheidend fördern durch Siliermittel, die für zwei grundsätzlich verschiedene Anwendungsbereiche zur Verfügung stehen.

1. **Verbesserung des Gärverlaufs** (Sicherung der Gärqualität)

2. **Verbesserung der Haltbarkeit unter Lufteinfluss** (Sicherung der aeroben Stabilität)

Die sachgerechte Auswahl und Anwendung geeigneter Mittel erfordert jeweils genaue Kenntnisse ihrer Wirkungsprinzipien, um allen in der Praxis vorkommenden Mängeln infolge unterschiedlicher Siliereignung begegnen zu können.

Je nach Trockenmassegehalt des Siliergutes und Verfügbarkeit vergärbare Kohlenhydrate kommen biologische oder chemische Produkte fallweise auch als Kombinationen zum Einsatz. Sie lassen sich nach ihrer stofflichen Zusammensetzung wie folgt gruppieren:

1. Impfpräparate aus Milchsäurebakterien, z.T. auch Propionsäurebakterien, Enzyme

2. Siliersäuren (organisch, seltener mineralisch, direkt ansäuernd)

3. Siliersalze und Siliersalzlösungen, mit selektiv antimikrobieller Wirkung

Einem ähnlichen Einteilungsprinzip folgt die neue EU-Richtlinie aus dem Jahr 2006, in der Registrierung und Zulassung von Siliermitteln als technologische Zusatzstoffe geregelt sind. Mit deren aktiven Bestandteilen befasst sie sich unter den Aspekten Wirksamkeit sowie Sicherheit, soweit sich deren Effekt in Form physikalischer, chemischer oder mikrobiologischer Veränderungen des Futters erfassen lässt. – Sobald Wirkungen auf das silierte Gut, wie z.B. Verdaulichkeitssteigerungen, erst am Nutztier selbst messbar sind, müssen dieselben Substanzen als zootecnische Zusatzstoffe behandelt werden, was zusätzliche, in der Regel aufwendigere Prüfungen erfordert. Eine solche, relativ willkürliche Separierung identischer Substanzen ist kritisch zu betrachten. Sie erschwert die Zulassung dieser qualitätssichernden Zusatzstoffe, obgleich für den Anwender vorrangig die durch Siliermittel erhöhten Milch- und Mastleistungen ein wichtiges Argument für den strategischen Einsatz dieser Produkte darstellen. Die für den Wirkungsnachweis als technologischer bzw. zootecnischer Zusatzstoff angestellten Versuche sind praktisch kaum zu trennen, da sie systematisch aufeinander aufbauen und sich vor allem durch den Maßstab sowie den erforderlichen Untersuchungsaufwand unterscheiden.

Im Vortrag werden die einzelnen Siliermitteltypen im Hinblick auf ihre Wirkungsweise und ihren Anwendungsbereich an Beispielen eingehend erläutert.

Einfluss sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe auf die Stressresistenz – *In vivo* Untersuchungen am Modellorganismus *Caenorhabditis elegans*

Uwe Wenzel<sup>1</sup>, Tanja Heidler<sup>2</sup>, Hannelore Danie<sup>2</sup>

Während ihres gesamten Lebens sind Organismen unterschiedlichsten Stressoren ausgesetzt an die sie sich anpassen müssen, um Krankheit und Tod zu vermeiden. Zwecks Adaptation besitzen Zellen eine ganze Reihe relativ stark konservierter Signalwege der Stressantwort, an deren Ende die verstärkte Expression von zytoprotektiven Proteinen, wie Hitzeschockproteinen (HSP) und antioxidativen Enzymen, steht. Als Modell für grundlegende Fragen der Forschung über Stressresistenz und Alterung bietet sich der Fadenwurm *Caenorhabditis elegans* an, aufgrund seiner relative einfachen genetischen Modifizierung und seiner überschaubaren Lebensdauer. Unter Verwendung des transgenen Stammes CL2070, der ein grün fluoreszierendes Protein (GFP) unter einem Hitzeschockpromotor exprimiert, konnten wir zeigen, dass reaktive Sauerstoffspezies (ROS), zur Bildung von HSP und einem damit verbundenen Anstieg der Glutathionspiegel führen. Diese Anpassung erwies sich als notwendig für die Aufrechterhaltung einer normalen Lebensspanne. Bestimmte sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe, wie einige Vertreter der Flavonoide, waren in der Lage die HSP-Expression und die Lebensspanne zu erhöhen, wenn sie in niedrigen mikromolaren Konzentrationen angeboten wurden. Konzentrationen von 100 µM an Flavonoiden hemmten generell die HSP-Expression und verkürzten die Lebensspanne. Die HSP-16 Expression wurde ebenfalls durch RNA-Interferenz-vermittelten „knock-down“ des Alterungsgens *sir-2.1* reduziert. Da Flavonoide Aktivatoren von *sir-2.1* sind, ist zu vermuten dass bei hohen Flavonoidkonzentrationen die transkriptionelle Aktivierung von Stressantwort-Genen abwärts von *sir-2.1* gehemmt wird. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass *Caenorhabditis elegans* ein hervorragendes Modell darstellt, um Stressantwort und Alterungsprozesse, sowie deren Beeinflussung durch sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe, *in vivo* zu untersuchen und die zugrunde liegenden molekularen Mechanismen aufzuklären.

### **Abschlussdiskussion mit Podium**

Moderation:

Bernd Hoffmann, Gießen  
Gerhard Flachowsky, Braunschweig

**Referenten & Moderatoren:U**

Prof. Dr. Gerhard Breves  
Physiologisches Institut  
Stiftung Tierärztliche Hochschule  
Bischofsholer Damm 15  
30173 Hannover

Prof. Dr. rer. nat. habil. Reinhold Carle  
Universität Hohenheim  
Fachgebiet Lebensmittel pflanzlicher Herkunft  
August-von-Hartmann-Str.3  
70599 Stuttgart

PD Dr. Sven Dänicke  
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Tierernährung  
Bundesallee 50  
38116 Braunschweig

Prof. Dr. Hannelore Daniel  
Lehrstuhl für Ernährungsphysiologie  
Lebens- und Ernährungswissenschaften  
Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung,  
Landnutzung und Umwelt  
Technische Universität München  
Am Forum 5  
85350 Freising-Weihenstephan

Dr.-Ing. Alexander Feil  
Forschungsinstitut Futtermitteltechnik  
der IFF Braunschweig  
(Int. Forsch.gem. Futtermitteltechnik e.V.)  
Frickenmühle  
38110 Braunschweig

Prof. Dr. Gerhard Flachowsky  
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Tierernährung  
Bundesallee 50  
38116 Braunschweig

Prof. Dr. Jürgen Gropp  
Veterinärmedizinische Fakultät der Universität  
Institut für Tierernährung  
An den Tierkliniken 29  
04103 Leipzig



Prof. Dr. G. Jahreis  
Friedrich-Schiller-Universität  
Biologisch-Pharmazeutische Fakultät  
Institut für Ernährungswissenschaften  
Lehrstuhl für Ernährungsphysiologie  
Dornburger Str. 24  
07743 Jena

Jutta Jaksche  
Verbraucherzentrale Bundesverband e.V.  
Markgrafenstr. 66, Pillbox  
Besucher: Kochstr. 22  
10969 Berlin

Prof. Dr. Josef Kamphues  
Tierärztliche Hochschule Hannover  
Institut für Tierernährung  
Bischofsholer Damm 15  
30173 Hannover

Ministerialdirigent Bernhard Kühnle  
Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen  
Bundesministerium für Verbraucherschutz,  
Ernährung und Landwirtschaft  
Wilhelmstr. 54  
10117 Berlin

Dr. Günter Pahlow  
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft  
Bundesallee 50  
38116 Braunschweig

Prof. Dr. Markus Rodehutscord  
Martin-Luther-Universität  
Halle-Wittenberg  
Institut für Ernährungswissenschaften  
Emil-Abderhalten-Str.26  
06108 Halle (Saale)

Prof. Dr. Florian J. Schweigert  
Lehrstuhl für Physiologie und Pathologie  
der Ernährung  
Institut für Ernährungswissenschaft  
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät  
Arthur-Scheunert-Allee 114-116  
14558 Potsdam-Rehbrücke

Prof. Dr. Ortwin Simon  
Freie Universität  
Fachbereich Veterinärmedizin  
Institut für Tierernährung  
Brümmerstr.34  
14195 Berlin

Prof. Dr. Caspar Wenk  
ETH Zürich  
Institut für Nutztierwissenschaften  
Rämistr.101  
CH 8092 Zürich

Prof. Dr. oec. troph. Uwe Wenzel  
Institut für Ernährungswissenschaft  
Heinrich-Buff-Ring 26  
35392 Gießen

Prof. Dr. Jürgen Zentek  
Institut für Tierernährung  
Brümmerstr. 34  
14195 Berlin

Prof. Dr. agr. habil. Annette Zeyner  
Institut für Nutztierwissenschaften und Technologie  
Justus-von-Liebig-Weg 8  
18059 Rostock