

---

**Tagungsband**

**Institut für Nutztierwissenschaften**

**1. BOKU-Symposium**  
**TIERERNÄHRUNG**

5. Dezember 2002  
Wien



**University of Agricultural Sciences Vienna**  
**: Universität für Bodenkultur Wien**

---

---

*Herausgeber:*

Wilhelm Windisch  
Wilhelm Knaus  
Rudolf Leitgeb  
Wolfgang Wetscherek  
Werner Zollitsch

*Anschrift:*

Institut für  
Nutztierwissenschaften  
Gregor-Mendel-Strasse 33  
A-1180 Wien  
Tel. 01 47654-3250  
Fax 01 47654-3254  
e-mail:  
gretzel@edv1.boku.ac.at

Für den Inhalt der Beiträge sind allein die Autoren verantwortlich.

---

## **Inhaltsverzeichnis**

W. Windisch	
Gebrauch und Missbrauch von Zink und Kupfer in der Schweinefütterung	1
B. Eckstein	
Futtermittelskandale – Konsequenzen in der Kontrolle?	7
Christine Iben	
Dioxin-Rückstände in Lebensmitteln	13
W. Wetscherek	
Phytogene Zusatzstoffe für Schwein und Geflügel	18
R. Leitgeb	
Rohproteinversorgung und Aminosäureergänzung in der Broiler- und Putenfütterung	24
J. Gasteiner	
Das DCAB-Konzept in der Milchviehfütterung	31
W. Knaus	
Fütterungskonzepte für Milchkühe in den USA	36
W. Zollitsch und R. Hamedl	
Futterzusatzstoffe in der Biologischen Landwirtschaft	42
Sposoren des 1. BOKU Symposiums Tierernährung	47



## **Gebrauch und Missbrauch von Zink und Kupfer in der Schweinefütterung**

**W. WINDISCH**

Universität für Bodenkultur Wien

Die Elemente Zink und Kupfer zählen zu den Schwermetallen, die sowohl essentielle Funktionen in einer Vielzahl von Lebensprozessen einnehmen, als auch ein Gefahrenpotential als toxische Schadstoffe aufweisen. Aus diesem Grunde werden sie einerseits den Futtermitteln zugesetzt, gelten aber gleichzeitig als eine der Hauptquellen von Schwermetall-Einträgen über die Wirtschaftsdünger auf die landwirtschaftlichen Nutzflächen. Darüber hinaus steht die Belastung des Bodens durch Schwermetalle wie Zink und Kupfer außerhalb der Landwirtschaft unter Überwachung (Klärschlamm-, Bodenschutz-, Bioabfallverordnung), während landwirtschaftliche Wirtschaftsdünger aus diesen Regelwerken weitgehend ausgeklammert sind („gute fachliche Praxis“ vorausgesetzt). Dieses Spannungsfeld zwischen der Betrachtungsweise von Zink und Kupfer als lebensnotwendige Nährstoffe und zugleich als unerwünschte Umweltkontaminanten soll im Folgenden beleuchtet werden.

### **Essentialität, Toxizität und Homöostase von Zink und Kupfer**

Die biologische Bedeutung der Spurenelemente Zink und Kupfer beruht auf ihren chemischen Eigenschaften als Übergangsmetalle, zu denen auch noch andere essentielle Spurenelemente wie beispielsweise Eisen, Mangan, Nickel und Kobalt zählen. Aufgrund ihrer Elektronenkonfiguration neigen sie über ihre Möglichkeit zur Ionenbindung hinaus zur Bildung von Chelaten mit bis zu sechs Liganden (z.B. Eisen). Auf diese Weise entstehen Komplexe mit Proteinen, die erst durch den gezielten Einbau dieser Metalle ihre biologische Funktion erhalten, etwa als aktives Zentrum von Enzymen. Eine weitere, vor allem beim Zink weit verbreitete Funktion ist der Beitrag zur räumlichen Gestalt von Proteinen. Ein bekanntes Beispiel ist etwa das sogenannte Zinkfinger-Motiv, wo die Aminosäurenkette durch Zinkatome verknüpft wird und auf diese Weise haarnadelförmige Strukturen bildet. Darüber hinaus wird speziell dem Zink auch eine Beteiligung an intrazellulären Signalkaskaden zugesprochen.

In den spezifischen Funktionen von Zn und Cu im Stoffwechsel lebender Organismen liegt gleichzeitig auch ihr toxisches Potential. So können Biomoleküle durch unkontrollierte Komplexbildung mit Zn und Cu ihre physiologische Wirksamkeit einbüßen. Für die Funktionstüchtigkeit von biologischen Systemen ist es deshalb essentiell, die Mengen an freiem Zn und Cu in den stoffwechselaktiven Bereichen der Zellen möglichst präzise zu regulieren. Tatsächlich kommt etwa freies (gelöstes) Zink im Cytosol nur in verschwindend geringen Mengen vor. Gleiches gilt auch für die anderen essentiellen Spurenelemente aus der Reihe der Übergangselemente.

Die Aufrechterhaltung konstanter Konzentrationen an Zink und Kupfer im Körperinneren erfolgt durch die homöostatische Regulation des Flusses dieser Spurenelemente durch den Organismus. So werden Zn-Aufnahmen oberhalb des metabolischen Bedarfs durch eine effiziente homöostatische Regulation bereits am Übergang zwischen Darmlumen und Körperinnenseite durch Anpassung der Absorption und endogenen fäkalen Exkretion abgefangen. Dies hat zur Folge, dass trotz schwankender Zn-Aufnahmen über die Nahrung nur soviel Zink aus dem Verdauungstrakt in das Körperinnere gelangt, wie viel der

Organismus tatsächlich benötigt, während überschüssige Zinkmengen über den Kot wieder ausgeschieden werden. Neuere molekularbiologische Befunde haben gezeigt, dass dies durch eine bedarfsorientierte Steuerung der Anzahl an hochspezifischen Zink-Transportmolekülen in der Darmschleimhaut vermittelt wird. Auch beim Kupfer findet eine effiziente, homöostatisch regulierte Anpassung der Absorption an den jeweiligen metabolischen Bedarf statt, so dass über einen weiten Bereich schwankender Cu-Aufnahmen hinweg nur soviel Kupfer in das Körperinnere gelangt, was tatsächlich benötigt wird. Auf diese Weise können Schweine Zink- und Kupfergehalte in der Nahrung tolerieren, die um ein Mehrfaches über dem Bedarf liegen, ohne dass die Körperinnenseite mit diesen potentiell toxischen Schwermetallen überschwemmt wird.

### **Physiologische Ernährungsstrategie für Zink und Kupfer**

Die homöostatische Regulation des Zn- und Cu-Flusses ist von herausragender biologischer Bedeutung für die adäquate Versorgung des Organismus mit diesen essentiellen Spurenelementen. Ohne Homöostase würde der Körper bereits bei geringfügigen Abweichungen der Zn- und Cu-Aufnahmen vom exakten Bedarf in die Situation eines Mangels bzw. toxischen Überschusses geraten. Durch die homöostatische Kompensation entsteht jedoch aus der schmalen Gratwanderung zwischen Mangel und Toxizität ein breiter Bereich der Zn- und Cu-Aufnahme über die Nahrung, innerhalb dessen eine physiologisch adäquate Versorgung des Körperinneren gewährleistet bleibt.

Im Zusammenspiel mit der homöostatischen Regulation des Organismus ist es physiologisch durchaus sinnvoll, einen moderaten Überschuss an Zink und Kupfer in der Nahrung gegenüber der exakten Bedarfsdeckung anzustreben. Auf diese Weise entsteht einerseits ein Sicherheitsabstand zur Mangelsituation, andererseits werden überschüssige Mengen an Zink und Kupfer durch die homöostatische Drosselung der Absorption vom Körperinneren angehalten. Auf diesem Prinzip beruhen praktisch alle Versorgungsempfehlungen für landwirtschaftliche Nutztiere wie auch für den Menschen zur ausreichenden Versorgung mit Spurenelementen. Die Empfehlungen stellen nicht etwa (wie häufig irrtümlich angenommen) den tatsächlichen Bedarf des Organismus dar, sondern beinhalten darüber hinaus stets einen adäquaten Sicherheitszuschlag für Schwankungen im nativen Gehalt der Nahrungskomponenten, für Unsicherheiten im metabolischen Bedarf sowie für die Situation einer ungünstigen Bioverfügbarkeit.

Für Schweine liegen die empfohlenen Gehalte im Futter zwischen 50 und 100 ppm (Zink) bzw. 3 bis 10 ppm (Kupfer). Sie stellen die physiologisch adäquate Zielgröße einer sicheren Versorgung der Tiere mit den Spurenelementen Zink und Kupfer dar. Eine darüber hinaus reichende Zufuhr ist physiologisch unnötig und im Hinblick auf die biologische Bedeutung von Zink und Kupfer als essentielle Nährstoffe wirkungslos.

### **Bioverfügbarkeit der eingesetzten Zn- und Cu-Verbindungen**

Unter praxisüblichen Verhältnissen erfordert die Sicherstellung einer bedarfsdeckenden Zn- und Cu-Versorgung der Tiere in der Regel eine Ergänzung des Futters mit diesen essentiellen Spurenelementen. Dies gilt insbesondere für Ferkel, die beispielsweise auf eine fehlende Zinkergänzung des Futters innerhalb weniger Tage mit charakteristischen Zn-Mangelsymptomen reagieren können. In dieser Situation gewinnt die Bioverfügbarkeit des Nahrungszinks bzw. -kupfers an Bedeutung. Sie ist im Falle des Zinks und Kupfers im wesentlichen eine Frage der Absorbierbarkeit.

Experimentelle Schätzungen der Bioverfügbarkeit bzw. Absorbierbarkeit verschiedener Zn- und Cu-Verbindungen ergaben für Oxide und Carbonate durchwegs niedrige Ranglisten, während Sulfate, Chloride und Salze von Carbonsäuren (z.B. Citrat, Piconlinat) relativ gut platziert waren und von organischen Verbindungen im Sinne von Komplexen und Chelaten mit Aminosäuren bzw. Proteinaten zumeist übertriffen wurden. Im Gegensatz dazu ergaben quantitative Messungen der Absorbierbarkeit mittels Isotopentechniken für Zn-Sulfat und Zn-Chlorid sehr hohe Absorptionspotentiale im Bereich um etwa 95 %, so dass für eine weitere Steigerung der Bioverfügbarkeit durch organische Verbindungen kein nennenswerter Spielraum vorhanden sein sollte. Die betreffenden Experimente wurden allerdings mit gereinigten Diäten durchgeführt, in denen keine Komplexbildner wie z.B. Phytat enthalten waren.

In der Praxis zählen Interaktionen mit Phytat jedoch zu den quantitativ wichtigsten Störfaktoren der Absorption von Zink und Kupfer, zumal Phytat in nahezu allen Futtermischungen für Schweine in beträchtlichen Mengen enthalten ist. In einer neueren Isotopenstudie wurde deshalb eine Diät entwickelt, die gereinigtes Phytat in praxisüblichen Konzentrationen enthielt. Unter diesen Bedingungen erreichte die maximal realisierbare Absorbierbarkeit des Nahrungszinks aus Zinksulfat nur 44 % der Zn-Aufnahme, während Zink aus einem Glycin-Komplex sowie aus einem Proteinat mit Werten um etwa 50 % signifikant besser absorbierbar war. Dieser Befund demonstriert, dass organische Komplexe, Chelate und Proteinaten gegenüber den leichtlöslichen anorganischen Verbindungen tatsächlich eine höhere Bioverfügbarkeit aufweisen können, allerdings nicht *per se*, sondern sekundär über unterschiedlich ausgeprägte Interaktionen mit den nativen Komplexbildnern der Nahrung. Demgegenüber scheint die schlechte Verfügbarkeit von Oxiden und Carbonaten auf einer generell niedrigen Löslichkeit unter den pH-Bedingungen des Dünndarms zu beruhen.

Aus der antinutritiven Wirkung des Phytats auf die Zn- und Cu-Versorgung lässt sich ableiten, dass der Einsatz von Phytase über den primären Zweck der Freisetzung von Phytat-gebundenem Nahrungsphosphor hinaus auch die Bioverfügbarkeit des Nahrungszinks und -kupfers verbessern sollte. In einer neueren Studie mit Aufzuchtferkeln zeigte sich, dass der Zusatz einer handelsüblichen mikrobiellen Phytase zum Ferkelfutter die Bioverfügbarkeit des Nahrungszinks in einer ähnlichen Größenordnung verbesserte, wie der Unterschied zwischen organischen Zn-Verbindungen und Zinksulfat. In dieser Studie kam allerdings auch klar heraus, dass der Zusatz von Phytase alleine nicht ausreicht, um den Zn-Bedarf der Ferkel sicherzustellen und dass auf eine zusätzliche Supplementierung des Futters in der Regel nicht verzichtet werden kann.

## **Tiereffekte exzessiver Dosierungen an Zink und Kupfer**

Unter normalen Ernährungsverhältnissen bleiben die Überschüsse der Nahrung an Zink und Kupfer im physiologisch adäquaten Rahmen und können von der homöostatischen Anpassung der Verdauungsvorgänge vollständig kompensiert werden. Erst oberhalb des Toleranzbereichs der Zn- bzw. Cu-Homöostase kommt es zu einem vermehrten Einstrom an Zn und Cu aus dem Verdauungstrakt in das Körperinnere und zu toxischen Folgewirkungen. In diesem Zusammenhang bedeuten exzessive Dosierungen an Zn und Cu, dass die Gehalte im Futter zwar noch nicht die Grenze zur Toxizität überschreiten, jedoch um ein Vielfaches über denjenigen Mengen liegen, die zur Aufrechterhaltung der physiologischen Funktion von Zn und Cu als essentielle Nährstoffe erforderlich wären. Gerade im Übergangsbereich zwischen extremem Überschuss und dem Beginn der Toxizität entfalten die Schwermetalle Zn und Cu jedoch spezielle pharmakologische Effekte, die in der Schweinefütterung gezielt genutzt werden.

### **a) Zink**

Der Zinkgehalt des Futters wird durch das Futtermittelgesetz ausnahmslos auf 250 ppm begrenzt. Auch „auf Rezept“ oder im sonstigen Rahmen einer tierärztlichen Behandlung ist es nicht erlaubt, Zink in höheren Dosierungen einzusetzen (Zink ist als Arzneimittel nicht zugelassen!). Dennoch kommen exzessive Zn-Dosierungen in der Schweinehaltung wegen ihrer pharmakologischen Wirkungen zur Anwendung.

In hohen Dosierungen hat Zink eine protektive und therapeutische Wirkung gegen Durchfallerkrankungen und steigert das Wachstum der Tiere. Dieser leistungsfördernde Effekt scheint ähnlich wie bei nutritiven Antibiotika oder organischen Säuren auf der Stabilisierung der Eubiose der Darmflora zu beruhen und tritt insbesondere bei Absetzferkeln zutage, deren Verdauungssystem noch relativ empfindlich ist. Die Anwendung hochdosierter Zinkmengen konzentriert sich dementsprechend auf die Ferkelaufzucht. Sie wird überwiegend mit Zinkoxid (ZnO) durchgeführt.

Der pharmakologische Effekt tritt allerdings erst bei Dosierungen im Bereich von etwa 4 bis 7 g ZnO je kg Futter ein, was etwa 3000 bis 6000 ppm reinem Zn entspricht. Niedrigere Mengen an ZnO bleiben weitgehend wirkungslos, während bei Zulagen über etwa 7 g/kg mit toxischen Effekten zu rechnen ist. Offenbar wirkt ZnO nur in einem Dosierungs-„Fenster“, das einerseits die unerwünschten Mikroorganismen im Verdauungstrakt bereits hemmt, andererseits für das betroffene Tier aber noch nicht akut toxisch ist.

Auch andere Zn-Verbindungen können leistungsfördernd wirken, wie etwa Zinksulfat. Der wirksame Dosierungsbereich liegt allerdings wesentlich niedriger und überschreitet bereits bei 3000 ppm Zn die Grenze zur Toxizität. Bei Zinkcarbonat und Zinkacetat liegen die Toxizitätsschwellen noch tiefer. Offenbar verschiebt eine steigende intestinale Zn-Verfügbarkeit das leistungsfördernde „Fenster“ in Richtung einer niedrigeren Dosierung und reduziert dabei dessen Spannweite. Dies erklärt, warum hauptsächlich Zinkoxid eingesetzt wird, denn diese Verbindung hat aufgrund ihrer niedrigen intestinalen Verfügbarkeit ein besonders großes und damit relativ sicheres Anwendungsfenster (allerdings zum Preis einer insgesamt hohen Dosierung).

Exzessive Zn-Dosierungen haben beträchtliche Nebenwirkungen. Sie verursachen unerwünschte Zn-Akkumulationen im Gewebe (v.a. Leber) und beeinträchtigen den Stoffwechsel insbesondere von Kupfer, in dessen Folge indirekt auch die Verwertung von Eisen gestört wird. Dies erklärt die Beobachtung aus der Fütterungspraxis, dass exzessive Zn-Dosierungen bei Ferkeln ein anämisches Erscheinungsbild verursachen. Bei mehrwöchiger Anwendung kommt es darüber hinaus unmittelbar zu Schädigung der Darmschleimhaut.

### **b) Kupfer**

Der Kupfergehalt von Futtermitteln wird durch die Futtermittelverordnung auf 35 ppm begrenzt. Ausnahmen gelten nur für Ferkel bis zur 16. Lebenswoche (175 ppm Cu) sowie in EU-Mitgliedsstaaten mit niedriger Schweinedichte (zu denen Österreich nicht zählt) für Schweine bis zu einem Alter von 6 Monaten (100 ppm Cu). Verglichen mit dem physiologischen Bedarf sind derart hohe Cu-Dosierungen eindeutig als exzessiv zu beurteilen.

Ähnlich wie Zn hat auch das Schwermetall Cu in hohen Dosierungen ein desinfizierendes, bakterizides und fungizides Potential. Wegen dieser Eigenschaften haben Cu-Präparate in den letzten Jahrhunderten breiten Eingang in die Landwirtschaft gefunden (z.B. als Pflanzenschutzmittel für Obst-, Wein- und Hopfenkulturen, für den ökologischen Landbau). Auch in der Schweineproduktion werden die nach Futtermittelverordnung zulässigen Cu-Gehalte im Futter häufig bis zur Obergrenze ausgenutzt. Sie haben beim Ferkel einen vielfach dokumentierten leistungsfördernden Effekt mit offenbar ähnlichem Wirkungsmuster wie nutritive Antibiotika und organische Säuren.



Exzessive Cu-Zulagen erfolgen meist als Kupfersulfat. In letzter Zeit wurden jedoch auch hochverfügbare organische Cu-Verbindungen getestet, deren Wirkung aber im Mittel nicht besser und in einigen Fällen sogar deutlich ungünstiger war als die von  $\text{CuSO}_4$ . Umgekehrt sind schwerlösliche Kupferverbindungen wie Kupferoxid ( $\text{CuO}$ ) erst dann leistungsfördernd, wenn man sie in Dosierungen einsetzt, die für  $\text{CuSO}_4$  bereits toxisch sind. Der leistungsfördernde Effekt von Kupfer scheint somit ähnlich wie bei exzessiver Zn-Zufuhr in einem Dosierungsfenster zu liegen, das die Darmflora bereits hemmt, für das behandelte Tier aber noch nicht akut toxisch ist.

Ähnlich wie beim Zink kommt es infolge einer exzessiven Cu-Dosierung zu erheblichen Nebenwirkungen, die von Cu-Akkumulationen im Gewebe (v.a. Leber) bis zu negativen Interaktionen mit dem Stoffwechsel anderer Spurenelemente reichen.

### **Umwelteffekte exzessiver Dosierungen an Zink und Kupfer**

Bei exzessiver Verabreichung von Zn und Cu ist die Retention dieser Spurenelemente im Gewebe der Tiere vernachlässigbar gering. Die aufgenommenen Zn- und Cu-Mengen werden nahezu vollständig über die Exkremente wieder ausgeschieden und landen über den Weg der Wirtschaftsdünger letztendlich auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche.

Obwohl exzessive Zn- und Cu-Dosierungen in der Regel auf die Ferkelfütterung begrenzt sind, lassen sich ihre Spuren in der Mischgülle schweinehaltender Betriebe noch deutlich nachweisen. So ergab eine Langzeituntersuchung (LBP 1997) für Schweinegülle Gehalte um 425 ppm Zn bzw. 215 ppm Cu in der Trockenmasse (jeweils Mediane), während die betreffenden Werte in Rindermischgülle deutlich niedriger lagen (190 ppm Zn bzw. 38 ppm Cu). Aus diesen Daten errechnen sich für landwirtschaftliche Nutzflächen, die mit Schweinegülle gedüngt werden, beträchtliche Frachten von durchschnittlich etwa 800 g Zn bzw. 400 g Cu pro Hektar und Jahr. Neuere Untersuchungen (KTBL 2002) gehen sogar von noch höheren Werten aus. Insgesamt sind vor allem die Kupfergehalte in der Gülle sowie die Cu-Frachten auf die Nutzflächen kritisch zu beurteilen, denn sie liegen im Bereich der Schwermetall-Grenzwerte für die Bioabfall- und Bodenschutz-Vorschriften.

Zn und Cu haben im Boden eine ausgesprochen geringe Mobilität. Soweit die Stoffeinträge über Gülle und sonstige Immissionen den Entzug über die Ernteprodukte überschreiten, kommt es zu einer fortschreitenden Akkumulation im Boden. Auf Basis der oben dargestellten Werte liegt der mittlere Eintrag über die Schweinegülle etwa um den Faktor 4 (Zink) bzw. nahezu 20 (Kupfer) über dem Entzug und verursacht dadurch Akkumulationen im Boden von durchschnittlich etwa 700 g Zn bzw. 400 g Cu je Hektar und Jahr (LBP 1997). Gemessen an den nativen Zink- und Kupfermengen im Oberboden (in der Größenordnung von 200 kg Zink und 50 kg Kupfer je Hektar) erscheinen die jährlichen Akkumulationen zwar vergleichsweise gering. Dennoch sind sie stets kritisch zu betrachten, da sie aufgrund der extrem geringen Mobilität von Zink und Kupfer im Boden nur sehr langsam wieder abgebaut werden.

### **Schlussbetrachtungen**

Insgesamt weist der Umgang mit Zink und Kupfer in der Schweinefütterung zwei Seiten auf, einerseits die Verwendung als essentielle Nährstoffe sowie andererseits die Anwendung in exzessiven Dosierungen. Während im ersten Fall die Bemühung um eine ausreichende Versorgung im Vordergrund steht, zielt der zweite Fall auf die Ausnutzung pharmakologischer Sondereffekte (growth promotor).

Exzessive Dosierungen von Zink und Kupfer mit pharmakologischer Wirksamkeit stellen für das Tier unphysiologisch hohe Belastungen am oberen Rand der homöostatischen Kompensationsfähigkeit des Stoffwechsels dar. Die Dosierungen liegen hierbei um ein Vielfaches über dem Bedarf und der normalen Spannweite, innerhalb derer sich die Zn- und Cu-Konzentrationen der Nahrung normalerweise bewegen. Der Einsatz exzessiver Dosierungen zur Erzielung pharmakologischer Sondereffekte bedient sich demnach nicht des Charakters von Zink und Kupfer als essentielle Spurenelemente, sondern als toxische Schwermetalle. Aus biologischer Sicht ist diese Fütterungspraxis als Missbrauch von Zink und Kupfer einzustufen.

Auch von juristischer Seite stellen exzessive Dosierungen von Zink und Kupfer eine Zweckentfremdung und damit einen Missbrauch von Zink und Kupfer dar. Beim Zink ist dies bereits jetzt schon eindeutig, und zwar sowohl in bezug auf die Höchstgehalte im Futter (derzeit noch 250 ppm), als auch der veterinärmedizinischen Anwendung. Beim Kupfer besteht derzeit zwar noch die Möglichkeit der Anwendung beim Ferkel (bis 175 ppm). Es steht jedoch eine EU-weite Anpassung des Futtermittelrechts unmittelbar bevor, die auch diese Möglichkeit endgültig eliminieren wird. Die künftigen Maximalgehalte im Schweinefutter werden dann bei 100 – 120 ppm Zink und 25 – 35 ppm Kupfer liegen, so dass jede Form von exzessiven Dosierungen künftig auch juristisch als Missbrauch gelten wird.

Im Gegensatz zu exzessiven Dosierungen ist der Gebrauch von Zink und Kupfer als essentielle Nährstoffe physiologisch adäquat. Zielwerte der Zufuhr über die Nahrung sind hierbei die Versorgungsempfehlungen. In diesem Zusammenhang ist es durchaus sinnvoll, Maßnahmen zur Steigerung der Bioverfügbarkeit zu ergreifen, denn dies ermöglicht letztendlich die Senkung der Versorgungsempfehlungen. Auch in bezug auf die Emissionen über die Wirtschaftsdünger stellt eine Versorgung der Tiere auf dem Niveau der Versorgungsempfehlungen kein Problem dar. So liegt der Transfer von Zink und Kupfer auf die landwirtschaftliche Nutzfläche unter dieser Bedingung im Bereich des Entzugs über die Ernteprodukte und entspricht damit der Forderung nach einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft.

**Weitere Hinweise zu diesen Themen sowie weiterführende Literatur entnehmen Sie bitte folgenden Beiträgen:**

Windisch, W., 2002: Organische contra anorganische Zink- und Kupferverbindungen in der Schweinefütterung. In Fütterungsstrategien zur Verminderung von Spurenelementen/Schwermetallen in Wirtschaftsdüngern. KTBL-Schrift 410. KTBL, Darmstadt und Umweltbundesamt (UBA) Berlin. Im Druck

Windisch, W. und Roth, F.X., 2002: Leistungsfördernde Wirksamkeit überhöhter Kupfermengen im Ferkelfutter: Einfluss der Menge und chemischen Verbindung des Kupfers sowie der Gegenwart anderer leistungsfördernder Futterzusätze. In Fütterungsstrategien zur Verminderung von Spurenelementen/Schwermetallen in Wirtschaftsdüngern. KTBL-Schrift 410. KTBL, Darmstadt und Umweltbundesamt (UBA) Berlin. Im Druck

**Anschrift des Autors**

Univ. Prof. Dr. Wilhelm Windisch  
Institut für Nutztierwissenschaften  
Universität für Bodenkultur Wien  
Gregor-Mendel-Strasse 33, A-1180 Wien  
Email: windisch@boku.ac.at

## **Futtermittelskandale – Konsequenzen für die Kontrolle**

### **B. ECKSTEIN**

Landesanstalt für Landwirtschaftliche Chemie, Universität Hohenheim

Die letzten Jahre sind geprägt durch ständig neue „Futtermittelskandale“ unterschiedlicher Art und Intensität: Dioxine in Fetten und Kaolinit-Tonen, tierische Bestandteile im Wiederkäuerfutter, Hormone in Futtertrögen, Chloramphenicol in Shrimps, Nitrofen in Ökofutter, Medroxy-Progesteron-Acetat in Melasse. Undifferenziert wird die Ursache für alle diese Belastungen in einem unzureichenden Qualitätsbewusstsein der Futtermittelhersteller und in einer nicht ernst zu nehmenden Kontrolle des Staates gesehen. Konsequenzen wurden aus dem entstandenen Druck auf die Politik in verschiedener Weise gezogen. Über diese soll hier berichtet werden, auch um zu hinterfragen, ob die getroffenen Maßnahmen uns dem Ziel eines „wirksameren Verbraucherschutzes“ näher gebracht haben. Es ist dabei zu differenzieren zwischen den verabschiedeten neuen gesetzlichen Regelungen, den entstandenen neuen Strukturen und den unmittelbaren Auswirkungen an der Kontrollbasis, den verantwortlichen Behörden und den Untersuchungsstellen. Rückblickend sind die Ursachen der o.g. „Skandale“ noch einmal zu beleuchten und es ist zu prüfen, ob unter den heute gegebenen veränderten Rahmenbedingungen die Probleme hätten verhindert oder zumindest besser aufgefangen werden können. An Hand eigener Erfahrungen aus den letzten beiden Jahren sollen die (deutschen) Lösungen beleuchtet werden.

### **Ursachenforschung**

Dioxine in Futtermitteln waren verursacht durch unzureichende Kenntnisse bei der Behandlung von Citrustrester, wenig später durch kriminelle Fettpanschereien in Belgien und wie sich im Laufe umfangreicher Kontrollen herausstellte, durch „natürliche“ Gehalte in Kaolinit-Tonen. Die bis heute nicht eindeutig geklärte Ursache der BSE-Fälle auf dem Kontinent wird, abgeleitet aus den schlimmen britischen Erfahrungen, sehr schnell in der „Beimengung“ tierischer Eiweißträger gesehen, obwohl weder vor noch nach dem Verfütterungsverbot aus dem Jahre 1994 solche absichtlichen Beimengungen in Mischfuttermitteln bekannt waren. Seit 1995 wurden in den amtlichen Kontrollen in Baden-Württemberg in etwa der Hälfte der Mischfutter für Wiederkäuer geringe Spuren von Tiermehl nachgewiesen, eine eindeutige Schlussfolgerung der zuständigen Verantwortlichen erfolgte jedoch bis zum 24.11.2000 nicht. In dem sehr schwierigen Monat Dezember 2000 wurde von den Medien wiederholt gefragt, warum die Untersuchungsanstalten nicht gehandelt hätten – sie waren ein beliebter Angriffspunkt und es muss rückblickend festgestellt werden, dass die BSE-Krise den Untersuchungsanstalten keinerlei Vorteile gebracht hat. Chloramphenicol in Shrimps ist wiederum die Folge einer kriminellen Machenschaft und unzureichender Kommunikation, nicht nur zwischen verschiedenen EU-Mitgliedstaaten, sondern auch zwischen der Lebensmittel- und der Futtermittelkontrolle. Nitrofen in Ökofutter hat die vermeintliche Unzulänglichkeit der offiziellen Kontrolle genauso dokumentiert, wie das lasche Handeln der Öko-Auditoren; unzureichende Meldesysteme innerhalb des Kontrollwesens komplettieren das schlechte Bild. Aus diesem kurzen Rückblick wird klar, dass nicht alle Fälle gleichwertig nebeneinander stehen, sondern durchaus differenziert zu betrachten sind, sowohl was die Ursachen angeht, als auch die daraus abzuleitenden Vermeidungsstrategien.

## Politische Konsequenzen

Schon nach der ersten Dioxinkrise hat die EU-Kommission im Jahr 2000 das „Weißbuch zur Lebensmittelsicherheit“ herausgebracht. Die Kommission hat sehr früh verstanden, welche politische Bedeutung dem Verbraucherschutz zukommt und welche Vielfalt an Eingriffsmöglichkeiten auf die einzelnen Mitgliedstaaten sich daraus ableiten lässt. Es gibt derzeit wohl kein zweites Betätigungsfeld, das der Kommission und dem Parlament so viele Möglichkeiten einer Profilierung beim europäischen Bürger bietet. Auch die deutsche Politik hat sich unter den regelmäßig wiederkehrenden „Skandalen“ profiliert, was jedoch in der Art der Umsetzung von manchen Kritikern nicht nur positiv gesehen wird. Letztendlich bietet die föderale Struktur in der Bundesrepublik 16 Bundesländern eine eigene Chance, den Verbraucher, der in der Mehrzahl auch Wähler ist, durch demonstrative Handlungsstrenge zu überzeugen. Dass in dieser Kaskade von Brüssel über Berlin bis hin zu den einzelnen Landeshauptstädten historisch gewachsene Strukturen nur nachrangig, Augenmaß nicht immer zweckdienlich und Ursachenforschung oft zu zeitaufwändig ist, kann der sachkundige Beobachter manchmal nur kommentierend begleiten.

Ohne auf die einzelnen EU-Richtlinien näher eingehen zu wollen, müssen bestimmte „Veränderungen“ doch angesprochen werden. Sehr früh wurden die Futtermittel in ihrer Bedeutung auf eine gemeinsame Stufe mit den Lebensmitteln gestellt. Dies ist sicher richtig, sind die Matrices über die Produktionskette doch wesentlich enger verbunden, als früher beachtet. Es kann z.B. nicht sein, dass angehende Lebensmittelchemiker während ihrer Ausbildung keine Information über die gesetzlichen Regelungen zu Futtermitteln erhalten. Dieser zukünftig notwendige Synergismus sollte nicht nur zu einem engeren Informationsfluss führen, sondern auch den analytischen Input und die gemeinsame Nutzung aufwändiger analytischer Bereiche fördern. Ein Schwerpunkt der Kommissionsarbeit lag in der Bewertung des aktuellen Dioxinrisikos. Die Auswertung der verfügbaren Daten, die Ableitung von Höchstwerten und die neue Strategie der Aktionswerte müssen als richtige Reaktion aus der Dioxinkrise bewertet werden. Die Bedeutung des „Risikomanagements“ als zentrale Aufgabe der Mitgliedstaaten, bei einer Trennung zwischen Risikoeerkennung und -bewertung einerseits und Risikobewältigung andererseits ist ebenso hervorzuheben, wie die Betonung einer zukünftig verbesserten Kommunikation mit dem Verbraucher. Die Einrichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit ist äußeres Anzeichen für diese Entwicklung. Hervorzuheben ist auch die jährliche Bewertung der aktuellen Belastungssituation in den Futtermitteln mit Nennung der chemischen und mikrobiologischen Untersuchungsschwerpunkte. Dadurch ist den Mitgliedstaaten eine Orientierung gegeben, ob damit jedoch Probleme zukünftig vollständig verhindert werden können, muß zunächst offen bleiben. Die Bemühungen um eine Zusammenführung der Lebensmittel- und Futtermittelkontrolle endeten in einem Entwurf einer Verordnung der EU über amtliche Futter- und Lebensmittelkontrollen (SANCO/1420/2002 Rev. 1) vom Sommer diesen Jahres, in dem einheitliche Regelungen zur Lebensmittel- und Futtermittelkontrolle festgelegt sind. Die Übernahme der Pflanzenschutzmittel-Regelungen aus dem Lebensmittelbereich in unveränderter Form soll hier nur erwähnt, die sich ergebenden Schwierigkeiten können noch diskutiert werden.

Die Umsetzung europäischer Vorgaben vermindert die Handlungsspielräume der einzelnen Mitgliedstaaten, kreative eigene Regelungen führen sehr schnell zu Wettbewerbsverzerrungen oder lassen sich nur schwer vermitteln. Die für die Kontrolle zuständigen Bundesländer unterliegen einem klaren Diktat. Die Vorgaben sind umzusetzen, eigene Möglichkeiten sich dem Verbraucher als jederzeit handlungsfähig zu beweisen, werden oft ersetzt durch hohe Probenzahlen und einseitige Schwerpunktsetzungen. Da diese Vorgaben alle Geld kosten, sind manche nicht überlebensfähig oder verkommen durch eine nicht umsetzbare Struktur. Nachfolgend soll an Hand einiger bundesdeutscher Regelungen der aktuelle Stand der Veränderungen beschrieben werden.

## Neue Strukturen – neue Regelungen

Über einige personelle Veränderungen in Ministerien und Behörden hinaus, haben die Dioxin- und vor allem die BSE-Krise zu umfangreichen strukturellen Veränderungen geführt. Nach der BSE-Krise hat die Bundesregierung eine Expertenkommission um eine neutrale Beurteilung der „Organisation des gesundheitlichen Verbraucherschutzes“ in der Bundesrepublik gebeten. Das Gutachten liegt als „Von-Wedel-Gutachten“ seit Juli 2001 vor. Neben verbesserten Kommunikationswegen wurde insbesondere eine Trennung von Risikobewertung und Risikobewältigung bzw. Risikokommunikation vorgeschlagen. Schnell wurden diese Vorschläge umgesetzt, weshalb am 1. November 2002 ein „Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL)“ die Arbeit aufgenommen hat. Die Risikobewertung ging an die politisch unabhängige Einrichtung des „Bundesinstituts für Riskobewertung“. Eine Einschätzung der zukünftigen Handlungsfähigkeit ist noch nicht möglich. Das Zusammenführen von Teilbereichen bisheriger Bundeseinrichtungen ist mit vielen Schwierigkeiten verbunden. Es ist bisher völlig unklar, wo bestimmte, bisher umfangreich eingebundene Einrichtungen (hier ist vor allem an die Untersuchungseinrichtungen und die zuständigen Fachgruppen zu denken) zukünftig verbleiben. Eine Koordinierung der Aufgaben zwischen den alten und neuen Strukturen ist bisher nicht erfolgt. An das BVL ist der gesetzliche Auftrag ergangen, auch methodische Entwicklungen zu betreiben und Ringversuche durchzuführen. Diese Aufgaben waren bisher ohne entsprechenden gesetzlichen Auftrag durch die landwirtschaftlichen Untersuchungsanstalten erfüllt worden.

In Baden-Württemberg wurde eine eigene „Task-Force“ Futtermittel gegründet, die als zentrale Aufgabe ein „Handbuch Futtermittelkontrolle“ verfasst hat. Ein solches vorlegen zu können, ist im Falle eines Kontrollbesuches durch die europäische Kommission geradezu eine politische Überlebensfrage, regelt es doch in sehr subtiler Weise die praktische Umsetzung der Kontrollmaßnahmen. Fakt ist, dass in Baden-Württemberg in Folge der BSE-Krise die Zahl der Probenehmer auf 12 erhöht und damit mehr als verdoppelt wurde. Notwendig war diese Anpassung durch die Verabschiedung des ersten nationalen Kontrollprogramms im Jahre 2001, das von der EU gefordert, durch den Bund formuliert und von den Bundesländern umzusetzen ist. Ziel ist es, in Abhängigkeit von den landestypischen Produktionssituationen Proben- und Untersuchungszahlen strukturiert vorzugeben, damit bundesweit von einer einheitlichen Kontrollintensität gesprochen werden kann. Die fein gegliederte Struktur des Kontrollprogramms lässt in der Umsetzung nur wenig Spielraum. Die Intensität der Prüfung auf Inhaltsstoffe wurde verringert, Untersuchungen auf unerwünschte oder verbotene Stoffe wurden statt dessen deutlich intensiviert. Höhere Probenzahlen, gezogen durch mehr Kontrolleure, erfordern mehr Personal in den Untersuchungsstellen. Die derzeitigen Lösungsansätze in den einzelnen Bundesländern sind sehr unterschiedlich, was die Zusammenarbeit zukünftig sicher nicht vereinfacht. Unterschiedliche Ansätze erzwingen geradezu eine koordinierende Stelle, damit bundesweit die Entwicklungen einheitlich verlaufen.

Die europäische Kommission hat das Schnellwarnsystem etabliert, um durch einen schnellen Informationsaustausch Krisen rasch und eingengt in den Griff zu bekommen. Entscheidend für die Wirksamkeit dieses Systems ist die eingebrachte Informationsqualität. Obwohl in der gesetzlichen Regelung ausdrücklich von einem „ernsten unmittelbaren oder mittelbaren Risiko für die menschliche Gesundheit“ gesprochen wird, fließen oft ungefiltert beliebige Höchstwertüberschreitungen in die Schnellwarnung ein und können damit das gesamte System „ad absurdum“ führen. Erste Stufe der Warnmeldungen ist die Weitergabe von „Verdachtsmomenten“ aus dem Untersuchungslabor an die Behörden. Dass dies nicht ohne Probleme abläuft, muß nicht betont werden.

Die Normenkommission für Einzelfuttermittel, eine Arbeitsgruppe aus Futtermittel- und Tierernährungsexperten sowie Analytikern, erstellt derzeit eine „Positivliste“ für Futtermittel. Damit soll weniger dem Vorwurf begegnet werden „in der Landwirtschaft wird jeder Abfall verfüttert ...“, sondern vielmehr eine verbesserte Auflistung von Einzelfuttermitteln als Ersatz für die frühere, im Futtermittelrecht verankerte Liste der Einzelfuttermittel geschaffen werden. Dies ist sicherlich sinnvoll, weil nur bei

ausreichender Kenntnis der Herkünfte und Produktionswege eine risikoorientierte Bewertung der Einzelfuttermittel möglich ist. Mittlerweile ist die Liste auch durch die Zuarbeit vieler Produktionsverbände weit entwickelt und Basis vieler privater Qualitätssicherungsprogramme. Einzelfuttermittel, zu denen die Hersteller oder Inverkehrbringer bisher keine Detailinformationen lieferten, sind seit Mitte des Monats im Internet in einer „grauen Liste“ veröffentlicht.

Neben der staatlichen Reaktion in der Schaffung neuer Strukturen und der Formulierung konkreter Untersuchungsvorgaben, wurden zahllose private „Qualitätssicherungsprogramme“ formuliert. Neben z.B. dem Programm der „Offenen Stalltür“ in Bayern und dem „DLG-Gütezeichen Plus“ soll stellvertretend für alle Initiativen das „Qualitätszeichen Q&S“ genannt werden. Unter diesem Namen haben sich der Bauernverband, die Futtermittelproduzenten, Schlacht- und Vermarktungsbetriebe sowie Handelsketten und die CMA zusammengeschlossen. Für alle Fleischproduktionsebenen wurden spezielle Anforderungen formuliert. Die Futtermittelhersteller verpflichten sich zu einer Reihe von Maßnahmen, die bei der Kontrolle der Eingangsware beginnt und mit der Endkontrolle abschließt. Die Zertifizierung des eigenen Betriebes unter Beachtung der „critical points“ ist eine selbstverständliche Vorgabe. Die geforderten Untersuchungsparameter entsprechen den Vorgaben auch anderer „Vordenker“, wie der EU-Kommission; es handelt sich dabei weitgehend um ein „geschlossenes Parameterspektrum“. Kritische Begleiter dieser neuen Vermarktungsstrategie sehen allerdings dann in den Landwirten die Verlierer, wenn ausgelöst durch neue „Skandale“ die enge Zusammenarbeit mit den Futtermittelherstellern kritisch hinterfragt wird. Die neuen Qualitätszeichen sind politisch gewollt und nicht ohne Gewicht, werden jedoch neue Krisen ebenfalls nicht vollständig verhindern können.

Kritisch bleibt anzumerken, dass alle bisher geschilderten Veränderungen oder Bemühungen dazu führen, dass das Futtermittel nicht mehr in seiner ursprünglichen Zweckbestimmung als „Futter für die Nutztiere“ mit einer anzustrebenden ernährungsphysiologischen Qualität gesehen wird, sondern ausschließlich als Trägermatrix unerwünschter oder verbotener Stoffe. Es wird schwierig sein, diese einseitige Sicht der Dinge wieder zurückzufahren und zukunftsorientierte Bedarfsnormen über vermeintliche oder reelle Belastungssituationen zu stellen. Dies ist eine wesentliche Aufgabe auch der Wissenschaft, weil sonst innovative Entwicklungen überlagert werden durch Vorstellungen, die begründet oder lediglich vermutet bzw. emotional gesteuert sein können. Aus den Krisen der letzten Jahre muss jedoch abgeleitet werden, dass emotionale Empfindungen des kundigen oder auch unkundigen Verbrauchers nicht ignoriert werden dürfen.

## **Situation der Analytik**

Die Analytik ist ein wesentliches Standbein der Kontrolle. Analytische Ergebnisse sind immer das Resultat eines gezielten Untersuchungsauftrages oder analytischen Suchens. Sie sind Grundlage weiterführender Entscheidungen, weshalb ihrer Qualität eine hohe Bedeutung zukommt. Die Schließung von Mischfutterwerken, wie unmittelbar nach dem ersten BSE-Fall geschehen, bedeutet einen solch massiven Eingriff, dass Zweifel an der Qualität eines Untersuchungsergebnisses nicht zulässig sind. Auch das ab August 2003 gültige Verbot einer Verdünnung von belasteten Futtermittelchargen wird weitreichende Auswirkungen auf die Analytik und deren Aussage zur eigenen Güte haben. Strittige Werte im Bereich der Höchstgehalte, unklare Vorstellungen über analytische Streubereiche werden zu einer massiven Verunsicherung aller Beteiligten führen. Der Validierung von Untersuchungsmethoden, hierzu zählt die Festlegung einer Bestimmbarkeits- oder Nachweisgrenze genauso, wie die Etablierung von Analysenspielflächen oder anderer methodischer Qualitätsparameter, wird eine weiter wachsende Bedeutung zukommen. Aus den politischen Vorgaben erwächst ein hoher Anspruch an die Analytik.

In den letzten Monaten hat die Diskussion um die „Nulltoleranz“ an Schärfe zugenommen. Heute wird die Frage nach dem zulässigen Höchstgehalt immer wieder über die analytischen Möglichkeiten beantwortet. Carry-over-Daten, Abbaureaktionen und toxikologische Bewertungen werden nicht hinter-

fragt, wichtiger erscheint es, dass die Analytik möglichst „das letzte Molekül“ nachweist. Der mit dieser Strategie verbundene enorme analytische Aufwand, die zunehmende analytische Unsicherheit bei extrem niedrigen Konzentrationen, die oft nicht mehr gegebene Chance einer Absicherung über ein zweites Verfahren, stellen die Analytik mehr in Frage bzw. erzwingen eine extrem aufwändige gerätetechnische Ausstattung, die allein eine gerichtsfeste analytische Aussage zulässt. Werden dann noch unterschiedliche analytische Grenzen für unterschiedliche Matrices angegeben, ist die Verwirrung groß und die Kritik am Unvermögen des vermeintlich analytisch schlechteren schnell auf dem Tisch. Deshalb ergeben sich mehrere Anforderungen: die mit der Kontrolle beauftragten Einrichtungen müssen über eine optimale gerätetechnische und damit verbunden auch personelle Ausstattung verfügen. Die Kommunikation zwischen den Lebensmittel- und Futtermitteluntersuchungsstellen muss intensiviert werden, die gegenseitigen Kenntnisse über den Umgang mit Analysenbefunden müssen verbessert werden. Die aus dieser Forderung resultierenden finanziellen Aufwendungen sind so hoch, dass eine matrix- und länderübergreifende Schwerpunktbildung unumgänglich erscheint.

Die Bildung neuer Kontrollschwerpunkte, d. h. eine Verlagerung von den wertgebenden Inhaltsstoffen zu den wertmindernden, unerwünschten oder den unzulässigen, verbotenen Stoffen, beinhaltet auch eine neue Gewichtung in den Untersuchungsstellen. Die einfache Verrechnung einer „Proteinbestimmung“ gegen eine Prüfung auf „PCB“ ist eine Milchmädchenrechnung. Es wird zukünftig notwendig sein, sowohl die Analytik auf Inhalts- und Zusatzstoffe, als auch die Untersuchung auf unerwünschte oder verbotene Stoffe auf hohem Niveau zu beherrschen.

Die Schwerpunkte in der Kontrolle haben sich verlagert; mit den Themen hat sich auch die notwendige analytische Vorgehensweise verändert. Während bisher im Futtermittelrecht die Gruppe der „unerwünschten Stoffe“ namentlich gelistet und mit Höchstgehalten belegt ist, werden zukünftig Sammelbegriffe zum Tragen kommen, die nicht in sich geschlossen sind. Hierzu zählen sowohl die Pflanzenschutzmittel, als auch die pharmakologisch wirksamen Substanzen sowie die gentechnisch veränderten Organismen. Bisher konnte die Überwachungsbehörde einen klaren Untersuchungsauftrag vorgeben und genau auf diesen definierten Stoff wurde dann untersucht. Soll jedoch z.B. auf „Pflanzenschutzmittel“ geprüft werden, ist eine Behörde nicht immer in der Lage, entsprechende Vorgaben zu machen. Für diese „offenen Gruppen“ ist es zwingend notwendig, analytischen Sachverstand in den Untersuchungsstellen vorzuhalten. Geht man von weltweit mehreren hundert Substanzen aus der Gruppe der „Pflanzenschutzmittel“ aus, berücksichtigt man den möglichen kriminellen Hang zu illegalen Einsätzen, so kann dieses Thema fachlich nur beherrscht werden, wenn umfassende Kenntnisse hierzu vorliegen. Die Umsetzung in der Untersuchung erfordert neben einem breiten analytischen und gerätetechnischen Wissen, Kenntnisse über das Abbauverhalten einer Substanz, über die entstehenden Metaboliten und über den carry-over in der Nahrungskette sowie die Toxikologie bei Mensch und Tier. Dioxine können nicht nachgewiesen werden, wenn Untersuchungen aus Mangel an Laborkapazität oder aus Unwissenheit nicht durchgeführt werden. Nitrofen kann nicht nachgewiesen werden, wenn ein solcher Auftrag nicht konkret vorliegt und die Untersuchungsstellen reine Dienstleister und Auftragsabwickler sind. Auf Chloramphenicol wird nicht geprüft, wenn eine Kommunikation zwischen Lebens- und Futtermittelkontrolle nicht gegeben ist.

## **Zusammenfassung**

Die Krisen der letzten Jahre haben vielfältige und weitgehende strukturelle und inhaltliche Veränderungen im Lebensmittel- und Futtermittelkontrollwesen ausgelöst. Diese können zu positiven Veränderungen führen, wenn sich die Abläufe eingespielt haben und die Fachkunde aus den alten Strukturen hinübergerettet wird. Dabei ist festzustellen, dass den Untersuchungsstellen in ihrer Ausrichtung und thematischen Schwerpunktsetzung bisher nur wenig Beachtung geschenkt wurde, obwohl diese Klärung die Grundlage aller Erfolge sein wird. Es wird nicht möglich sein, zukünftig jeden „Skandal“ zu

vermeiden. Dies muss dem Verbraucher offen dargelegt und begründet werden. Gleichzeitig müssen jedoch Kontrollsysteme so weiter entwickelt werden, dass eine möglichst hohe Effizienz erzielt wird. Denkbar wäre die Etablierung von Monitoringprogrammen für definierte unerwünschte Stoffe und Matrices, um somit einen breiten Überblick über die aktuelle „Belastungssituation“ zu erhalten und um frühzeitig mit gezielten Maßnahmen eingreifen zu können. Parallel dazu sind für bestimmte Stoffgruppen die Untersuchungsaufträge so zu formulieren, dass der Analytiker in eigener Entscheidung und aus eigenem Sachverstand vorgehen und gegebenenfalls den „unbekannten Peak“ verfolgen kann. Diese Verlagerung der Verantwortung setzt selbstverständlich eine Vertrauensbasis voraus zwischen Untersuchungsbehörde und Untersuchungslabor. Dieses Vertrauen muss durch die Untersuchungsstelle auch durch kritische Hinweise auf Unzulänglichkeiten und durch ein zielorientiertes Vorgehen erarbeitet und von der Untersuchungsbehörde im Krisenfall auch aufrecht erhalten werden. Gegenseitige Schuldzuweisungen lassen alle Maßnahmen und die enormen finanziellen Aufwendungen zum Schutz des Verbrauchers in den Hintergrund treten. Ein wichtiges Ziel ist erreicht, wenn die Medien verstehen und akzeptieren, dass ein noch so großer Kontrollaufwand nicht jeden potenziell gesundheitsgefährdenden Kontaminanten biologischen oder chemischen Ursprungs ermitteln kann.

**Anschrift des Autors**

Dr. Bernhard Eckstein  
Landesanstalt für Landwirtschaftliche Chemie (710)  
Universität Hohenheim  
Emil-Wolff-Straße 14  
70599 Stuttgart  
Email: eckstein@lachimie.uni-hohenheim.de



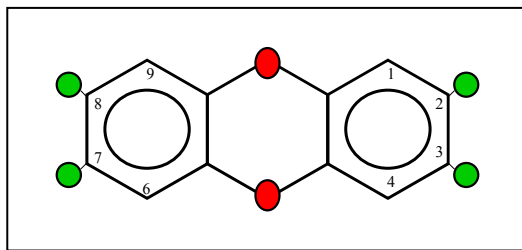
## Dioxin-Rückstände in Lebensmitteln

**CHRISTINE IBEN**

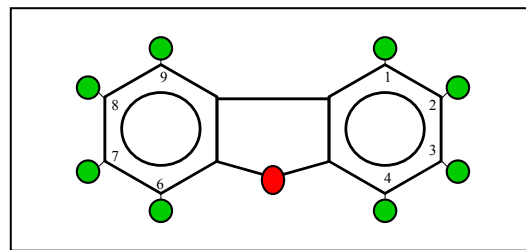
Veterinärmedizinische Universität Wien

### Chemische Struktur

Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane (PCDD/Fs) gehören zur Klasse tricyclischer, chlorierter, aromatischer Ether, d. h. sauerstoffverknüpfter Phenylringe, von denen insgesamt 75 PCDD- und 135 PCDF-Einzelverbindungen existieren. Charakterisierend für die einzelnen Kongenere ist die Anzahl der Chloratome sowie ihre Stellung zueinander (Isomere), welche durch eine systematische Bezifferung und Numerierung wiedergegeben wird. Bekanntester Vertreter dieser Stoffgruppe ist das 2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin (2,3,7,8-TCDD), das im Jahre 1976 durch einen Chemieunfall als sogenanntes "Seveso-Gift" bekannt wurde (Abb. 1, 2).



**Abb. 1:** 2,3,7,8-TCDD



**Abb. 2:** 1,2,3,6,7,8-OctaCDF

PCDD/Fs sind fettlösliche, stabile und reaktionsträge Verbindungen. Die Fettlöslichkeit nimmt mit zunehmenden Chlorierungsgrad zu, die Wasserlöslichkeit ab. Bis zu einer Temperatur von 700 °C sind die Verbindungen stabil.

### Toxikologische Bewertung

Die 210 Kongenere der PCDD/Fs unterscheiden sich in ihrer toxikologisch/pharmakologischen Wirkung je nach Chlorierungsgrad. Von toxikologischem Interesse sind nur jene PCDD/Fs, die in den Positionen 2, 3, 7 und 8 mit Chlor substituiert sind; es gibt 7 solcher PCDDs und 10 PCDFs. Mit Hilfe der Toxizitätsäquivalenzfaktoren (TEF) wird die Toxizität der einzelnen Kongenere in eine Relation zum 2,3,7,8-TCDD gesetzt. So hat 2,3,7,8-TCDD einen TEF von 1, während OCDD nur einen TEF von 0,00012 hat.

Durch Addition der mit den TEFs gewichteten Mengen an PCDD/Fs in einer Probe läßt sich die toxikologische Äquivalenz (TEQ) eines Gemisches von PCDD/Fs angeben. 1997 wurden von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) die zur Zeit gültigen WHO-TEF eingeführt.

2,3,7,8-TCDD ist von der WHO im Februar 1997 als kanzerogen eingestuft worden. Andere Dioxine stehen ebenfalls im Verdacht krebserzeugend zu sein.

Im Tierversuch konnte eine Schwellendosis für eine Wirkung einschließlich der Tumorpromotion festgelegt werden. Die kleinste Schwellendosis für die empfindlichste Reaktion (No Observable (Adverse) Effect Level (NO(A)EL)) bei der Ratte beträgt 1 ng/kg Körpermasse.

1/100 dieses NOEL wird als Tolerable Daily Intake (TDI) angesehen. Vom Regionalbüro Europa der WHO wird daher ein TDI von 10 pg/kg KM empfohlen. Eine globale Einigung auf diesen Wert gibt es jedoch nicht. Nationale Regierungen können daher auch andere, meist strengere Werte vorschreiben (Tab. 1).

### Eintrag in die Nahrungskette

PCDD/Fs entstehen bei der Verbrennung chlorhaltiger Stoffe. Die Schadstoffe sind heute ubiquitär. Die Substanzen werden in der Umwelt nur sehr langsam abgebaut.

**Tabelle 1:** Tolerable Daily Intake (TDI)- Werte für PCDD/F-Äquivalente (Stand 1994/95)

Land/Institution	TDI in pg/kg KM/Tag
New York State	1,0
Kanada	10
Quebec	2
Niederlande	10
Skandinavische Länder	5
Deutschland	1
WHO - Europa	10
Japan	100

Die umweltbedingte Belastung des Menschen mit PCDD/Fs erfolgt nahezu ausschließlich über die Nahrung, wobei insbesondere fetthaltige tierische Nahrungsmittel (Milch und Milchprodukte, Fleisch- und Fleischprodukte sowie Fisch) für den Schadstoffeintrag verantwortlich sind.

Es ist anzunehmen, daß die Böden (auf Weiden in Europa <1– 43 ng TEQ/kg Trockensubstanz) und damit die Pflanzen und Lebensmittel tierischer Herkunft eine gewisse Grundkontamination aufweisen (Tab. 2).

**Tabelle 2:** Durchschnittliche Dioxingehalte von Futtermitteln (ng I-TEQ<sup>1</sup>/kg Trockenmasse; GB= Grundbelastung, K= kontaminiert; SCAN, 2000)

Futtermittel		n	Durchschnitt	Minimum	Maximum
Gras und Graskonserven	GB	67	0,1734	0,0296	0,5002
	K	6	5,9002	0,8315	20,1554
Getreide und Samen	GB	8	0,0352	0,0045	0,1823
Pflanzliche Nachprodukte der Ölmühlen	GB	19	0,0644	0,0115	0,1219
	K	18	7,3172	4,6346	10,1447
Fischmehl (Europa)		39	11,5	1,0	47,0
Tiermehl		?		0,1	0,4
Tierisches Fett		?		0,1	30,8
Fischöl		57	6,0	1,0	20,1

<sup>1</sup>Internationale TEQ; Internationale Toxizitätsäquivalenzfaktoren 1988 von der NATO/CCMS-Arbeitsgruppe vorgeschlagen; die WHO-TEQ-Werte sind stets etwas höher als die I-TEQ-Werte.

## Dioxintransfer vom Futter in das Lebensmittel

Unter bestimmten Umständen kann die Kontamination des Futters und damit der Lebensmittel deutlich über den Grundwerten liegen (Übersicht 1). Für die Beurteilung der Gehalte in Futtermitteln ist die Kenntnis der carry-over ratios, also der prozentuellen Anteile der aufgenommenen Mengen an PCDD/Fs, die in das entsprechende Lebensmittel übergehen, wichtig. Die Kenntnis dieser Größe erlaubt unter Verwendung eines formalen Ansatzes die einigermaßen sichere Schätzung des Rückstandes im Lebensmittel, wenn die Konzentration im Futtermittel bekannt ist. Als Beispiel wird die Berechnung der carry over-ratio für Milch angegeben (Abb. 3).

Über die carry-over ratios in Fleisch existieren nur wenige Arbeiten. In einem einfachen Modell wurde unter Verwendung der carry over-Faktoren der einzelnen Kongenere durch Division der gesamten aufgenommenen Menge durch den Fettgehalt bei der Schlachtung die Konzentration für Rindfleisch berechnet, wobei sich eine zufriedenstellende Übereinstimmung mit den experimentellen Daten ergab (McLachlan, 1992). Eine Modellrechnung für das Schwein stellte Fries (1996) an. In dieser Modellrechnung wird davon ausgegangen, daß die PCDD/Fs zur Gänze resorbiert und nicht metabolisiert werden.

### Übersicht 1: Dioxine, Werte und Fälle

1998: dioxinhaltiger Zitrustrester führt zu stark überhöhten Gehalten in Milch in Baden-Württemberg
1999: dioxinhaltiges Futterfett führt zu stark überhöhten Gehalten in Geflügel- und Schweinefleisch in Belgien
1999: dioxinhaltiger Kaolinit führt zu überhöhten Gehalten in Futtermitteln in Österreich
2000: direkter Kontakt zu Rauchgasen führt zu überhöhten Gehalten im Grünmehl in Brandenburg (Malisch, 2001)
2000: imprägniertes Holz führt bei Verwendung als Trägerstoff (Holz-/Maisspindelmehl) zu überhöhten Gehalten (Malisch, 2001)

$$\text{carry-over ratio} = \frac{\text{cmf}}{\text{cf}} * \frac{\text{pmf}}{\text{f}} * 100$$

cmf	=	Konzentration im Milchfett (pg/g)
cf	=	Konzentration im Futter (pg/g)
pmf	=	Produktion von Milchfett (g/Tag)
f	=	Futtermittelaufnahme (g/Tag)

**Abb. 3:** Formel zur Berechnung von Dioxinrückständen in der Milch

Aufgrund der Vorkommnisse in Belgien und Österreich wurde eine Untersuchung zur tatsächlichen Dioxinbelastung im eßbaren Gewebe von Broilern bei definierten Mengen an PCDD/Fs im Futter durchgeführt. Diese Untersuchung wurde durch die Unterstützung des BMFLFUW ermöglicht. Die Dioxinanalysen wurden im Forschungszentrum Seibersdorf durchgeführt. 7 Tiere/Gruppe wurden in beheizbaren Aufzuchtkäfigen über einen Zeitraum von 6 Wochen gemästet. Der durchschnittliche Futtermittelverbrauch je kg Körpermasse-Zunahme der einzelnen Gruppen lag zwischen 1,69 und 1,80 kg, das Schlachtgewicht betrug durchschnittlich 1,98 kg (s=0,07).

Die Ergebnisse der Dioxinaufnahme und Dioxinrückstände sind in Tab. 3 dargestellt (Iben et al., 2002). Es zeigte sich, dass in einem kg eßbarem Gewebe durchschnittlich 21,2 ±4,1 % der insgesamt aufgenommenen Menge an PCDD/Fs-TEQ enthalten waren. Eine Verringerung des PCDD/Fs-Gehaltes im Gewebe konnte durch eine 2 oder 4 Wochen dauernde Fütterung von unkontaminiertem Futter nicht erreicht werden.

Die Entwürfe der EU zu Dioxinaktionswerten sehen 0,5 ng WHO-PCDD/F-TEQ/kg Futtermittel vor, für Geflügelfett 0,2 pg/g (SANCO/0382/01-rev 1). Bei einer Kontamination des Futters mit 0,5 ng PCDD/F-TEQ/kg Futter beträgt die Dioxin-Aufnahme bei einer 6wöchigen Mastdauer und einem durchschnittlichen Futtermittelverbrauch von 3,4 kg 1,7 ng. Legt man den in vorliegendem Versuch ermittelten durchschnittlichen Rückstand von 21,2 % in 1 kg eßbarem Gewebe der Berechnung des Rückstandes zugrunde, so ergeben dies 360 pg/kg eßbarem Anteil. Der Fettanteil in den untersuchten Proben betrug durchschnittlich 15,4 %, sodaß je g Fett 2,34 pg PCDD/F-TEQ enthalten wären. Diese Berechnung zeigt, daß die Grenzwerte im Futter niedriger als 0,5 ng PCDD/F-TEQ/kg Futter veranschlagt werden müßten, um den Grenzwert für Geflügelfett von 2 pg PCDD/F-TEQ je g Fett nicht zu überschreiten.

Die Ergebnisse zeigen, dass durch gezielte Untersuchungen zum Transfer von Schadstoffen in die Lebensmittel im Anlaßfall genaue Voraussagen hinsichtlich der zu erwartenden Kontamination gemacht werden können. Damit kann dazu beigetragen werden, die Verunsicherung der Verbraucher zu verringern und größtmögliche Lebensmittelsicherheit zu gewährleisten.

**Tabelle 3:** Durchschnittliche Aufnahme an Dibenzodioxin- und Dibenzofuran-Toxizitätsequivalenten (PCDD/F-TEQ), durchschnittliche PCDD/F-TEQ-Gehalte im eßbaren Gewebe, Fettgehalt und PCDD/F-TEQ-Gehalte im Verhältnis zur Aufnahme (in % je kg eßbarem Gewebe bzw. je g Fett) bei Broilern

		Gruppe									
		1 <sup>2</sup>	2a <sup>3</sup>	2b <sup>4</sup>	2c <sup>5</sup>	3a <sup>6</sup>	3b <sup>7</sup>	3c <sup>8</sup>	4a <sup>9</sup>	4b <sup>10</sup>	4c <sup>11</sup>
Gesamtaufnahme	ng TEQ <sup>1</sup> / Tier	0,00	0,37	1,47	3,27	0,94	3,28	7,03	1,70	6,24	13,58
TEQ <sup>1</sup> -Gehalt im eßbaren Gewebe	ng/kg	0,00	0,07	0,30	0,70	0,29	0,64	1,40	0,38	0,98	2,90
Rückstand im eßbaren Gewebe im Verhältnis zur Aufnahme	%/kg	0,00	18,9	20,4	21,4	30,9	19,5	19,9	22,4	15,7	21,4
Fettgehalt im eßbaren Gewebe	%	15,99	14,03	13,99	16,60	15,29	15,71	15,40	14,82	15,45	17,00
TEQ <sup>1</sup> -Gehalt im Fett	pg/g	0,00	0,50	2,14	4,22	1,90	4,07	9,09	2,56	6,34	17,06
Rückstand im Fett im Verhältnis zur Aufnahme	%/g	0,00	0,14	0,15	0,13	0,20	0,12	0,13	0,15	0,10	0,13

<sup>1</sup> WHO-PCDD/F-Toxizitätsequivalente; <sup>2</sup>Kontrollgruppe; <sup>3</sup>1 ng PCDD/F-TEQ je kg Futter vom 1. bis 14. Lebenstag der Broiler; <sup>4</sup>1 ng PCDD/F-TEQ je kg Futter vom 1. bis 28. Lebenstag, <sup>5</sup>1 ng PCDD/F-TEQ je kg Futter über die gesamte Mastperiode von 6 Wochen; <sup>6</sup>2 ng PCDD/F-TEQ je kg Futter vom 1. bis 14. Lebenstag der Broiler; <sup>7</sup>2 ng PCDD/F-TEQ je kg Futter vom 1. bis 28. Lebenstag, <sup>8</sup>2 ng PCDD/F-TEQ je kg Futter über die gesamte Mastperiode von 6 Wochen; <sup>9</sup>4 ng PCDD/F-TEQ je kg Futter vom 1. bis 14. Lebenstag der Broiler; <sup>10</sup>4 ng PCDD/F-TEQ je kg Futter vom 1. bis 28. Lebenstag, <sup>11</sup>4 ng PCDD/F-TEQ je kg Futter über die gesamte Mastperiode von 6 Wochen.

#### Literatur

- Fries, G.F. (1996): A model to predict concentrations of lipophilic chemicals in growing pigs. *Chemosphere* 32, 443-451.
- Iben, C., Böhm, J., Tausch, H., Leibetseder, J., Luf, W. (2002): Dioxin Residues in the Edible Tissue of Broiler Chicken. *J. Anim. Physiol. A. Anim. Nutr.*, in Druck.
- Malisch, R. (2001): Dioxine in Futtermitteln. *Landbauforschung Völknerode, Sonderheft* 223, 45-53.
- McLachlan, M.S. (1992): Das Verhalten hydrophober chlororganischer Verbindungen in laktierenden Rindern. *Diss. Univ. Bayreuth*.

#### Anschrift der Autorin

A.Prof.Dr. Christine Iben  
 Institut für Ernährung  
 Veterinärmedizinische Universität Wien  
 Veterinärplatz 1, A-1210 Wien

## **Phytogene Futterzusatzstoffe für Schwein und Geflügel**

**W. WETSCHEREK**

Universität für Bodenkultur Wien

Die zunehmende Kritik und gesetzliche Einschränkung des Einsatzes von antibiotischen Leistungsförderern führte zu einer verstärkten Nachfrage nach Alternativen. Dabei erlangen die phytogenen Futterzusatzstoffe durch ihr vielversprechendes und vielseitiges Potential zunehmende Beachtung.

Unter phytogenen Futterzusatzstoffen werden Zusatzstoffe verstanden, die pflanzlichen Ursprungs sind. Dabei werden getrocknete und gemahlene Pflanzen oder Pflanzenteile (Samen, Blätter, Blüten, Wurzeln) ohne weitere technische Aufbereitung verwendet. Weiters kommen mit Lösungsmittel extrahierte Pflanzenextrakte bzw. ätherische Öle zum Einsatz. Bei den für die Mischfutterindustrie angebotenen Produkten handelt es sich meistens um Kombinationsprodukte verschiedener pflanzlicher Rohstoffe, seltener werden Einzelkomponenten verwendet.

In diesem Vortrag möchte ich an Hand von neueren Versuchsergebnissen einige Wirkungspotentiale von phytogenen Futterzusatzstoffen beleuchten. Dabei versuche ich besonderes Augenmerk auf die vielseitigen positiven Effekte jenseits der reinen Leistungsverbesserung zu lenken.

### **Einsatz in der Fütterung von Mastschweinen**

Als Beispiel für ein Handelsprodukt stehen Versuchsergebnisse in Kooperation mit dem Lehr- und Forschungsgut der VUW. In zwei Versuchsdurchgängen wurden 0,5 bzw. 1 g/kg IHP043 (Fa. Indian Herbs) gegenüber einer negativen Kontrollgruppe getestet (Wetscherek und Dobretsberger 2002).

In beiden Versuchen konnte bei insgesamt ausgezeichneten Tageszunahmen die Mastleistung durch den Einsatz von IHP043 gesteigert (Tabelle 1 und 2). Der Magerfleischanteil lag in beiden Versuchen und bei beiden IHP043-Gruppen deutlich über den der negativen Kontrollgruppe.

Andere Versuche zeigten, dass durch die Verfütterung von Oregano an Mastschweine die Cholesterinbildung in Fleischdauerwaren bei einer Langzeitlagerung reduziert wurde (Bauer u. Ma. 2002). In *in vitro* Versuchen zeigen auch für Muskatblüte, Muskatnuss, Safran, Salbei und Thymian eine hohe antioxidierende Wirkung.

**Tabelle 1:** Einsatz von IHP043 in der Schweinemast (24 bis 115 kg LM)  
[1. Versuch (Wetscherek und Dobretsberger 2002)]

<b>Merkmal</b>	<b>Versuchsgruppe</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
IHP043 g/kg	0	0,5	1,0
Tageszuwachs, g	850	882	899
relativ, %	100	103,8	105,8
Futtermittelverbrauch, kg	3,18	3,07	3,00
relativ, %	100	96,5	94,3
MAF, %	54,7	57,6	57,0

**Tabelle 2:** Einsatz von IHP043 in der Schweinemast  
[2. Versuch (Wetscherek und Dobretsberger 2002)]

<b>Merkmal</b>	<b>Versuchsgruppe</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
IHP043 g/kg	0	0,5	1,0
<b>Tageszuwachs, g</b>			
26 - 51 kg LM	830	843	799
relativ, %	100	102	96
51 - 118 kg LM	872	942	917
relativ, %	100	108	105
26 - 118 kg LM	857	913	882
relativ, %	100	107	103
<b>Futtermittelverbrauch, kg</b>			
26 - 51 kg LM	2,21	2,19	2,33
relativ, %	100	99	105
51 - 118 kg LM	3,26	2,98	3,08
relativ, %	100	91	94
26 - 118 kg LM	2,96	2,76	2,86
relativ, %	100	93	97
<b>MAF, %</b>	54,4	56,7	56,1

### Einsatz in der Fütterung von Aufzuchtferkel

In Untersuchungen von mehreren deutschen Forschergruppen wurde die Einsatzmöglichkeit von gemahl en Pflanzen bzw. Ölen untersucht. Dabei wurden bei Ölprodukten jeweils 100 mg/kg und bei gemahl en Pflanzenmaterial jeweils 2 g/kg eingesetzt. Die im Vortrag vorgestellten Ergebnisse werden in der Tabelle 3 in Relativzahlen zu den Ergebnissen einer negativen Kontrollgruppe dargestellt. Dabei zeigt sich, dass diese Produkte in den gewählten Einsatzmengen in einigen Fällen negative Effekte auf die Fut teraufnahme haben, was für die Ferkelaufzucht keinesfalls wünschenswert ist.

**Tabelle 3:** Einsatz von verschiedenen phyto genen Futterzusatzstoffen in der Ferkelaufzucht (neg. Kontrollgruppe = 100 %)

Zusatzstoff	Tageszuwachs rel. %	Fut teraufwand rel. %	Fut termenge rel. %
Oregano	107	99	106
	109,5	90	98,5
Oreganoöl	105,5	95	100
	102	100	102
Salbei	107	97	104
Koriander	107	97	104
Schafgarbe	104,5	97	101
Thymian	106	97	103
Thymianöl	96	98	94
Zitronengrasöl	102,5	96	98,5
Zimtöl	100	95	95
	102	103	105
Nelkenöl	106,5	96	102
	98	103	101
Pimentöl	96	95	91
Teebaumöl	100	100	100
Pfefferminzöl	97	93,5	90,5
	95	98,5	93,5

Eine möglicher Wirkungsmechanismus sind die antimikrobielle Effekte der phyto genen Futterzusatzstoffe. In Screeningtests wurde gezeigt, dass dieser beispielsweise für Bohnenkraut, Chilli, Knoblauch, Kurkuma, Muskatblüte, Nelken oder Zimt besonders hoch ist.



Firmenprodukte setzen meistens auch in der Ferkelaufzucht auf eine Kombination verschiedener phytogener Ausgangsmaterialien. Als Beispiel dient der Einsatz von Fresta F (Fa. Delacon). In der Absatzphase (8,5 bis 13,5 kg LM), konnte einerseits durch den Einsatz von Fresta F die Futtermittelaufnahme um 18% signifikant gegenüber einer negativen Kontrollgruppe gesteigert werden und andererseits auch ein deutlich gesteigerter Tageszuwachs (+15%) festgestellt werden. In der angeschlossenen Aufzuchtperiode im Gewichtsbereich von 13,5 bis 36 kg Lebendgewicht bewirkte der Einsatz von Fresta F einen etwa 4 % höheren Tageszuwachs und eine 7 % verbesserte Futtermittelnutzung.

### Einsatz in der Fütterung von Masthühner

In einem Versuch mit verschiedenen Ölen in hohen Dosierungen erzielte Wald (2002) keine positiven Effekte auf die Mastleistung (Tabelle 4).

**Tabelle 4:** Einsatz von verschiedenen phytoenen Futterzusatzstoffen in der Geflügelmast (35. LT) (Wald 2002)

Versuchsgruppen	Endgewicht, g	Futtermittelaufwand, kg
Neg. Kontrolle	1777	1,52
Zimtöl	1728	1,51
Zitronengrasöl	1755	1,55
Nelkenöl	1714	1,54
Oreganoöl	1759	1,51
Pimentöl	1750	1,51

Erfolgversprechendere Ergebnisse zeigte ein Steigerungsversuch mit Knoblauchöl bzw. Knoblauchpulver (Schmidt et. al. 2002). Dabei konnte bei etwa 300 mg/kg Knoblauchpulver bzw. 2 mg/kg Knoblauchöl ein Leistungsoptimum dargestellt werden (Tabelle 5).

**Tabelle 5:** Einsatz von Knoblauchöl bzw. Knoblauchpulver in der Geflügelmast (35. LT) (Schmidt et. al. 2002)

Versuchsgruppen	Endgewicht, g	Futtermittelaufwand, kg
neg. Kontrolle	1790	1,49
1 mg/kg Knoblauchöl	1857	1,44
2 mg/kg Knoblauchöl	1901	1,42
4 mg/kg Knoblauchöl	1877	1,46
300 mg/kg Knoblauchpulver	1898	1,44
600 mg/kg Knoblauchpulver	1887	1,47
1200 mg/kg Knoblauchpulver	1871	1,48

Der Test des Produktes Xtract (Fa. Axis) durch Leitgeb et. al 2002 zeigte, dass die Mischung aus Paprika, Zimt und Oregano positive Effekte auf die Mastleistung gegenüber einer negativen Kontrollgruppe hatte, welche sogar tendenziell höher waren als die positive Kontrolle mit Avilamycin (Tabelle 6). Von sehr vielen Parametern, die bei dieser Versuchsanstellung untersucht wurden, ist die positive Beeinflussung der Viskosität des Geflügelkotes durch den Einsatz von Xtract hervorzuheben.

**Tabelle 6:** Einsatz von phyto genen Futterzusatzstoffen in der Geflügelmast (37. LT)  
(Leitgeb et. al 2002)

Versuchsgruppen	Endgewicht, g	Futteraufwand, kg
neg. Kontrolle	2040	1,85
75 mg/kg Xtract	2116	1,74
150 mg/kg Xtract	2125	1,79
10 mg/kg Avilamycin	2083	1,83

## **Weitere mögliche Vorteile von phyto genen Futterzusatzstoffen sind:**

### **1. Effekte auf die Futteraufnahme**

Durch Stimulierung der Geruchs- und Geschmacksrezeptoren werden die Produkte zur Geschmacksverbesserung und Anregung des Appetits eingesetzt. Besonders wichtig ist dies im Bereich der Ferkelfütterung und anderer Jungtiere, wo eine ausreichende Futteraufnahme angestrebt wird.

Bei der richtigen Zusammenstellung der Aromastoffe kommt es auf das Empfinden des Tieres an, welches oft auf andere Substanzen und Konzentrationen anspricht als der Mensch. Diese kann nur in langen aufwendigen Untersuchungen festgestellt werden. Dabei muss auch auf die Gefahr von „Überdosierung“ hingewiesen werden, welche aus Geruchs- oder Geschmacksgründen zu einer Verschlechterung der Akzeptanz des Futters führen können.

### **2. Stimulierung der Sekretion von Verdauungsenzymen**

Die heute üblichen Futtermischungen setzen sich oft aus wenigen Futterkomponenten zusammen, die nicht besonders geschmacksanregend sind. Durch eine Zugabe von Kräutern und Gewürzpflanzen kann, wie wir das beim Würzen von Speisen kennen, die Verdaulichkeit des Futters gesteigert werden, weil durch die Stimulierung mehr Enzyme in den Verdauungstrakt eingebracht werden. Dadurch wird die Nährstoffverwertung verbessert.

### **3. Steigerung von Stoffwechselfvorgängen**

Einige phyto gene Futterzusatzstoffe sind auch in der Lage das Immunsystem und die Stoffwechselfvorgänge anzuregen. Der Grund liegt in Pflanzeninhaltsstoffen (z.B. von Schafgarbe, Salbei, Rosmarin oder Fenchel), welche auch von Menschen oft in Form von Tropfen, Tees usw. verwendet werden.

#### **4. Stabilisierung der Darmflora**

Diese besteht in einer antibakteriellen Wirkung von einigen Gewürzpflanzen, wie Zimt, Knoblauch, Thymian oder Oregano. Der richtige Einsatz kann die Anzahl unerwünschter Keime im Darm reduzieren und Durchfallerkrankungen verringern.

#### **5. Reduktion der bakteriellen Toxinbildung im Dickdarm**

Weniger unerwünschte Mikroorganismen führen auch zu geringeren Schadgasproduktionen im Dickdarm und einer geringeren Belastung der Leber mit der Entgiftung von Toxinen.

#### **6. Notwendige Klarheit über die Wirkmechanismen und Wirksubstanz**

Die Variationsbreite der Wirksubstanzen in den Ausgangsmaterialien sollte bei der Entwicklung und Produktion von Futterzusatzstoffen vermehrt Beachtung geschenkt werden. Nur dadurch kann ein konstantes Wirkungspotential der Produkte erreicht werden.

#### **Anschrift des Autors**

Ao.Univ.Prof. Dr. Wolfgang Wetscherek  
Institut für Nutztierwissenschaften, Abt. Tierernährung  
Universität für Bodenkultur Wien  
Gregor Mendelstr. 33  
A-1180 Wien  
E-Mail: wetscher@edv1.boku.ac.at

## Rohproteinversorgung und Aminosäureenergänzung in der Broiler- und Putenfütterung

**R. LEITGEB**

Universität für Bodenkultur Wien

### Einleitung

Mit Versuchen über die Ergänzung von Geflügelmastfutter mit Aminosäuren (AS) wurde auf der Universität für Bodenkultur bereits Ende der 60iger Jahre begonnen (Lettner, 1971). Mit verstärkter Versuchstätigkeit über die Absenkung des Gehaltes an Rohprotein (XP) und der AS-Ergänzung im Geflügelmastfutter wurde ab Mitte der neunziger Jahre begonnen. Ein Grund für das starke Interesse am AS-Einsatz war die starke Differenzierung der Preise zwischen eiweiß- und energiereichen Futtermitteln mit dem EU-Beitritt und ein weiterer Grund das mit 1. Jänner 2001 verhängte EU-weite Verfütterungsverbot von tierischen Produkten an Nutztiere.

### Aminosäuren-Bedarf des Geflügels

Für Geflügel sind etwa 10 AS essentiell. Von diesen werden L-Lysin (Lys) und DL-Methionin (Met) regelmäßig supplementiert, L-Tryptophan (Trp) und L-Threonin (Thr) häufig. Die Notwendigkeit für den Einsatz von AS hängt stark vom XP-Gehalt im Alleinfutter ab. Bei hohen XP-Gehalten im Geflügelmastfutter haben kleinere AS-Imbalancen keine großen Auswirkungen auf die Mastleistung. Je niedriger die XP-Gehalte im Alleinfutter gehalten werden, umso größer wird die Bedeutung der AS-Gehalte und AS-Verhältnisse in den Rationen. Von der Arbeitsgemeinschaft für Wirkstoffe in der Tierernährung (AWT) wurde 1998 eine Broschüre mit Richtwerten für die AS-Versorgung von Geflügel herausgegeben. In Tabelle 1 und 2 sind die von der AWT herausgegebenen Bedarfsempfehlungen und die Relationen der AS zueinander für ein ideales Verhältnis verdaulicher AS für Mastküken angeführt. Zwischen den AS-Bedarfsempfehlungen der AWT und den AS-Relationen für ein ideales Protein für Mastküken treten bei Met, Met+Cys, Thr und Trp relativ große Abweichungen auf. Wenn man vom idealen AS-Verhältnis im Hühnermastfutter ausgeht, liegen die Empfehlungen für Met, Met+Cys und Trp über dem Bedarf und die für Thr unter dem Bedarf.

**Tabelle 1:** Empfehlungen des AWT für die Versorgung von Broilern mit essentiellen Aminosäuren (AWT, 1998)

Aminosäure	Hühnermastfutter I			Hühnermastfutter II		
	AWT	ideales Verh.		AWT	ideales Verh.	
Arg, %	105	-	-	105	-	-
Lys, %	100	1,24	1,24	100	1,12	1,12
Met, %	36	0,56	0,45	37	0,52	0,41
Met+Cys, %	72	0,96	0,89	75	0,92	0,84
Thr, %	67	0,77	0,83	73	0,70	0,82
Trp, %	16	0,22	0,20	17	0,20	0,19
Val, %	77	-	-	77	-	-

Die Berücksichtigung der wahr verdaulichen AS (wvAS) hat vor allem dann eine Bedeutung, wenn Eiweißfuttermittel mit unterschiedlicher Verdaulichkeit eingesetzt werden. Je größer die Unterschiede in der Verdaulichkeit, umso zuverlässiger kann der AS-Bedarf über die wvAS ermittelt werden.

**Tabelle 2:** Empfehlungen des AWT für die Versorgung von Puten mit essentiellen Aminosäuren (AWT, 1998)

Aminosäure	ideales Protein HM	Putenmast AWT-IST	AWT-SOLL
1. – 2. Mastwoche			
Lys, %	100	1,85	1,85
Met, %	36	0,65	0,67
Met+Cys, %	72	1,11	1,33
Thr, %	67	1,10	1,24
Trp, %	16	0,32	0,30
3. – 5. Mastwoche			
Lys, %	100	1,75	1,75
Met, %	36	0,60	0,63
Met+Cys, %	72	1,07	1,26
Thr, %	67	1,02	1,17
Trp, %	16	0,28	0,28
6. – 9. Mastwoche			
Lys, %	100	1,50	1,50
Met, %	36	0,58	0,54
Met+Cys, %	72	1,00	1,08
Thr, %	67	0,92	1,01
Trp, %	16	0,26	0,24
10. – 13. Mastwoche			
Lys, %	100	1,30	1,30
Met, %	36	0,52	0,47
Met+Cys, %	72	0,89	0,94
Thr, %	67	0,85	0,87
Trp, %	16	0,22	0,21
14. – 17. Mastwoche			
Lys, %	100	1,10	1,10
Met, %	36	0,46	0,40
Met+Cys, %	72	0,78	0,79
Thr, %	67	0,68	0,74
Trp, %	16	0,18	0,18
18. – 22. Mastwoche			
Lys, %	100	0,96	0,96
Met, %	36	0,40	0,35
Met+Cys, %	72	0,68	0,69
Thr, %	67	0,61	0,64
Trp, %	16	0,16	0,15

## Ergebnisse von BOKU-Geflügelmastversuchen

Wie eingangs erwähnt, sollte in Futtermischungen mit unterschiedlich verdaulichen Eiweißfuttermitteln der Bedarf an wvAS berücksichtigt werden. Im Hühnermastversuch von Leitgeb u. Ma. (2001) wurde der Einfluss der Berücksichtigung der AS Lys und Met nach dem Brutto-Bedarf bzw. nach der wahren Verdaulichkeit untersucht (Tabelle 3). Als Eiweißfuttermittel wurden Sojaextraktionsschrot, Fleischmehl, Grasgrünmehl und Maiskleber eingesetzt.

**Tabelle 3:** Einfluss der Berücksichtigung von Brutto- bzw. wahr verdaulichen AS in der Hühnermast (Leitgeb u. Ma. 1999)

Merkmale	FG1	FG2	P
Tiere, n	92	92	-
XP, %	20,6	20,4	-
Lys, %	1,12	-	-
Met, %	0,52	-	-
WvLys, %	-	0,99	-
WvMet, %	-	0,48	-
LM <sup>1</sup> , g	1888	1905	0,46
FA <sup>2</sup> , kg	1,82	1,85	0,59

<sup>1)</sup> Lebendmasse, <sup>2)</sup> Futteraufwand/kg LM-Zuwachs

Von den essentiellen AS wird bei der Rezepturgestaltung nur eine geringere Anzahl berücksichtigt. Bei der anzustrebenden XP-Absenkung könnten bisher nicht berücksichtigte AS leistungsbegrenzend wirken. Im Hühnermastversuch von Tschischej (2002) wurde in den FG2, 3 und 4 das XP gegenüber FG1 um 2 % abgesenkt und die AS Arg in FG3 und Val in FG4 auf das Niveau der FG1 ergänzt (Tabelle 4). Die Absenkung des XP-Gehaltes um 2 % in FG2 führte zu einer signifikant schlechteren LM-Entwicklung. Die Ergänzung mit L-Arg hatte einen positiven Einfluss auf die LM-Entwicklung und Rohverwertung und die Ergänzung mit L-Val keinen. Bei einer XP-Absenkung von 10 % besteht demnach keine Notwendigkeit für eine L-Val Supplementierung.

**Tabelle 4:** Hühnermastversuch mit XP-Absenkung und L-Arginin- und L-Valinzulagen (Tschischej, 2002)

Merkmale	FG1	FG2	FG3	FG4	P-Wert
Tiere, n	69	69	69	69	-
XP, %	21	19	19	19	-
Arg, %	1,29	1,11	1,29	1,11	-
Val, %	1,00	0,89	0,89	1,00	-
Lys, %		1,24			-
Met, %		0,56			-
LM, g	717	665	733	647	<0,01
RV, kg	1,60	1,71	1,64	1,78	0,11
XP, %	20	18	18	18	-
Arg, %	1,22	1,04	1,22	1,04	-
Val, %	0,96	0,85	0,85	0,96	-
Lys, %		1,12			-
Met, %		0,52			-
LM, kg	2038	1930	2074	1893	<0,01
FA, kg	1,90	2,00	1,97	2,01	0,06

In Tabelle 5 sind die Ergebnisse eines Hühnermastversuches mit XP-Absenkung und L-Thr-Ergänzung angeführt (Kranewitter, 2003). Lys, Met und Trp wurden in allen Futtermischungen auf gleiches Niveau ergänzt. Das Alleinfutter der FG1 entsprach einem konventionellen Hühnermastfutter. In FG2 wurde der Thr-Gehalt auf das Niveau der FG1 ergänzt, in FG3 wurde keine Ergänzung vorgenommen und in FG4 wurde der Thr-Gehalt um 0,06 % gegenüber FG1 und 2 angehoben. FG1, 2 und 4 wiesen gleiche Mastleistungsergebnisse auf. Die schlechtesten Ergebnisse wurden in FG3 ohne Thr-Ergänzung festgestellt. Dieses Ergebnis weist darauf hin, dass eine Thr-Ergänzung bei niedrigem XP-Gehalt im Alleinfutter leistungsverbessernd wirkt.

**Tabelle 5:** Einfluss von L-Threoninzulagen bei proteinreduzierten Broilerfuttermischungen (Kranewitter, 2003)

Merkmale	FG1	FG2	FG3	FG4	P-Wert
Tiere, n	72	72	72	72	-
	1. – 21. Masttag (HMF-I)				
XP, %	21		20		-
Thr, %		0,78		0,74   0,84	-
Lys, %			1,20		-
Met, %			0,51		-
Trp, %			0,24		-
LM, g	744	746	717	753	0,37
FA, kg	1,65	1,68	1,70	1,64	0,57
	22. – 36. Masttag (HMF-II)				
XP, %	20		19		-
Thr, %		0,74		0,70   0,79	-
Lys, %			1,13		-
Met, %			0,47		-
Trp, %			0,22		-
LM, g	1956	1958	1870	1969	0,20
FA, kg	1,90	1,89	2,05	1,94	<0,01

Der Putenmastversuch von Leitgeb u. Ma. (2000) mit Proteinabsenkung und L-Lys-, DL-Met- und L-Thr-Supplementierung lief über 11 Wochen (Tabelle 6). In FG2 und 3 wurde der XP-Gehalt um relativ 10 % reduziert. FG2 wies gleiche AS-Gehalt wie FG1 auf. In FG3 wurde der Gehalt an Lys, Met und Thr gegenüber FG1 und 2 um relativ 10 % angehoben. Die Absenkung des XP-Gehaltes im Phasenfutter hatte auf die Entwicklung der Tiere keinen negativen Einfluss. In FG3 mit höherer AS-Supplementierung wurden in allen untersuchten Mastabschnitten die höchsten LM-Gewichte erzielt.

Im Putenmastversuch von Jeremic (2002) wurde der Einfluss der Berücksichtigung der Brutto- bzw. wvAS Lys bei unterschiedlichen XP-Gehalten im Phasenfutter untersucht (Tabelle 7). In FG1 und 2 lag der XP-Gehalt in den 4 Phasenfuttermischungen bei 29, 27, 24 und 21 % und in FG3 und 4 bei 26,1, 24,3, 21,6 und 18,9 %. In FG2, 3 und 4 wurde der Lys-Gehalt in Form des wvLys berücksichtigt. In FG4 wurde der Gehalt an wvLys ebenfalls um 10 % relativ reduziert. Die Berücksichtigung des Gehaltes an Brutto-Lys bzw. wvLys führte bei gleichen bzw. geringfügig abgesenkten XP-Gehalten zu keinen unterschiedlichen Mastleistungsergebnissen. Die Absenkung des Gehaltes an wvLys um relativ 10 % verursachte hingegen signifikant geringere Mastendgewichte. Aus diesem Versuchsergebnis kann der Schluss gezogen werden, dass beim XP-Gehalt im Putenfutter noch ein gewisser Spielraum vorhanden ist, nicht aber bei der AS Lys.

**Tabelle 6:** Einfluss der Proteinabsenkung und AS-Supplementierung auf die Mast- und Schlachtleistung von Puten (Leitgeb u. Ma. 2000)

Merkmale	FG1	FG2	FG3	P-Wert
Tiere, n	20	20	20	-
PF-I (1. - 4. Mastwoche)				
XP, %	28	25,2		-
Lys, %		1,60	1,76	-
Met, %		0,55	0,61	-
Thr, %		1,00	1,10	-
LM, g	929	944	1017	0,04
FA, kg	1,49	1,69	1,57	0,13
PF-II (5. - 8. Mastwoche)				
XP, %	25	22,5		-
Lys, %		1,43	1,57	-
Met, %		0,49	0,54	-
Thr, %		0,89	0,98	-
LM, kg	3,72	3,72	4,01	0,06
FA, kg	2,22	2,32	2,25	0,77
PF-II (9. - 11. Mastwoche)				
XP, %	22	19,8		-
Lys, %		1,26	1,39	-
Met, %		0,43	0,47	-
Thr, %		0,79	0,87	-
LM, kg	6,92	6,81	7,28	0,06
FA, kg	2,24	2,47	2,31	0,51

**Tabelle 7:** Einfluss der Berücksichtigung von brutto- bzw. wahr verdaulichen AS auf die Mast- und Schlachtleistung von Mastputen (Jeremic, 2002)

Merkmale	FG1	FG2	FG3	FG4	P-Wert
Tiere, n	21	21	21	21	-
PF-I (2. und 3. Mastwoche)					
XP, %		29,0	26,1		-
Lys/ <i>wv</i> Lys, %	1,85	1,58	1,42		-
LM, g	514	516	498	492	0,38
FA, kg	1,53	1,51	1,57	1,55	0,51
PF-II (4. - 6. Mastwoche)					
XP, %		27	24,3		-
Lys/ <i>wv</i> Lys, %	1,75	1,41	1,27		-
LM, kg	2,00	2,00	1,97	1,86	0,07
FA, kg	1,68	1,66	1,68	1,76	<0,01
PF-III (7. - 9. Mastwoche)					
XP, %		24	21,6		-
Lys/ <i>wv</i> Lys, %	1,50	1,23	1,11		-
LM, kg	4,31	4,38	4,36	4,02	0,02
FA, kg	1,81	1,76	1,78	1,84	0,84
PF-IV (10. - 12. Mastwoche)					
XP, %		21	18,9		-
Lys/ <i>wv</i> Lys, %	1,30	1,01	0,91		-
LM, kg	7,26	7,36	7,26	6,75	0,02
FA, kg	2,37	2,34	2,50	2,40	0,36



Der Putenmastversuch von Piffrader u. Ma. (1999) mit L-Argininzulagen dauerte 11 Wochen. XP, Lys und Met wurden in allen Futtermischungen auf gleichem Niveau gehalten (Tabelle 8). Dem Phasenfutter von FG1 wurden für FG2 200 g und für FG3 400 g Arg/100 kg zugemischt. Nach Anwendung des Schemas für Masthühner von AWT (1998) sollte der Arg-Gehalt für ein ideales Protein um 5 % über dem Lys-Gehalt liegen. Was im vorliegenden Versuch bei FG2 der Fall war. Die negativen Auswirkungen auf die LM-Entwicklung bestätigen den Arg/Lys-Quotienten von 1,05 von den Masthühnern nicht für Puten. Nach den hier erzielten Versuchsergebnissen erscheint eine Ergänzung von Putenmastfutter mit üblichem XP-Gehalt mit Arg nicht notwendig. Höhere Arg-Gehalte wirkten sich auf die LM-Entwicklung negativ aus.

**Tabelle 8:** Putenmastversuch mit L-Argininzulagen (Piffrader u. Ma. 1999)

Merkmale	FG1	FG2	FG3	P-Wert
Tiere, n	20	20	20	-
PF-I (1. – 4. Mastwoche)				
Arg, %	1,73	1,93	2,13	-
XP, %		27		-
Lys, %		1,80		-
Met, %		0,65		-
LM, g	1145	1087	1065	0,14
FA, kg	1,87	2,04	1,80	0,30
PF-II (5. - 8. Mastwoche)				
Arg, %	1,48	1,68	1,88	-
XP, %		24		-
Lys, %		1,60		-
Met, %		0,61		-
LM, kg	4,57	4,27	4,25	0,04
FA, kg	1,89	2,09	1,99	0,04
PF-III (9. - 11. Mastwoche)				
Arg, %	1,24	1,44	1,64	-
XP, %		21		-
Lys, %		1,40		-
Met, %		0,56		-
LM, kg	7,66	7,32	7,09	0,06
FA, kg	2,53	2,56	2,57	0,96

## Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Versuche mit XP-Absenkung und Aminosäuresupplementierung bestätigen, dass eine XP-Absenkung nur dann sinnvoll ist, wenn gleichzeitig essentielle Aminosäuren ergänzt werden. Dabei sind bei geringer Absenkung des XP-Gehaltes, Aminosäuren, wie z.B. Valin, in bedarfsdeckender Menge in den nativen Futtermitteln enthalten, andere, wie z. B. Arginin und Threonin, könnten wie Lysin und Methionin unter dem Bedarf liegen. Nachdem die Bedarfsangaben für die Aminosäuren z. T. stark vom idealen Verhältnis verdaulicher AS für Mastküken abweichen, sollte dieses Problem zuerst gelöst werden.

### Literatur

AWT, 1998: Aminosäuren in der Tierernährung. Verlag Strolche

Jeremic, D., 2002: Einfluss der Berücksichtigung von brutto- bzw. wahr verdaulichen AS auf die Mast- und Schlachtleistung von Mastputen. Diss, BOKU.

Kranewitter, A., 2003: Einfluss von L-Threoninzulagen bei proteinreduzierten Broilerfuttermischungen. Dipl. Arbeit, NUWI.

Leitgeb, R., D. Jeremic, W. Wetscherek und Sabine Bickel, 1999: Hühnermastversuch mit Fleischmehl unter Berücksichtigung der wahr verdaulichen Aminosäuren L-Lysin und DL-Methionin. Institutsbericht NUWI.

Leitgeb, R., W. Wetscherek und A. Quinz, 2000: Auswirkungen von Proteinabsenkung und Ergänzung mit essentiellen AS von Phasenfuttermischungen auf die Mast- und Schlachtleistung von Puten. Die Bodenkultur 51, 179-186.

Lettner, F., 1971: Ersatz von Fischmehl in Geflügelmastrationen. Habil Universität für Bodenkultur.

Piffrader, F., R. Leitgeb und Ch. Westermeier, 1999: Einfluss von L-Argininzulagen auf die Mast- und Schlachtleistung von Puten. Die Bodenkultur 50, 179-184.

Tschischej, M., 2002: Einfluss von Rohproteinabsenkung und L-Argininergänzung auf die Mast- und Schlachtleistung von Broilern. Dipl. Arbeit, NUWI

### **Anschrift des Autors**

Ao.Univ.Prof. Dr. Dipl. Ing. Rudolf Leitgeb  
Institut für Nutztierwissenschaften, Abt. Tierernährung  
Universität für Bodenkultur Wien  
Gregor Mendelstr. 33  
A-1180 Wien  
E-Mail: rudolf.leitgeb@boku.ac.at

## Das DCAB-Konzept in der Milchviehfütterung

**J. GASTEINER**  
BAL Gumpenstein

### Einleitung

Die bewusste Beeinflussung des Anionen-Kationenverhältnisses (**D**ietary **C**ation **A**nion **B**alance) in der Ration von trockenstehenden Milchkühen wurde zu einem weit verbreiteten Instrument zur Prophylaxe der hypokalzämischen Gebärparese (Milchfieber). Die Aufnahme einer Ration mit einem negativen Anionen-Kationenverhältnis führt zu einer metabolischen Azidose des Organismus, wodurch es zu einer Stimulation des Kalziumstoffwechsels kommt. Bei Verfütterung von sauren Salzen müssen jedoch verschiedene Grundregeln beachtet werden. Bei unkontrolliertem Einsatz könnten Störungen der Futteraufnahme und der Tiergesundheit den erwarteten positiven Nutzen aus der Manipulation des Säure-Basenhaushaltes zunichte machen.

### Die hypokalzämische Gebärparese

Bei der hypokalzämischen Gebärparese handelt es sich um eine klassische Puerperalerkrankung, welche fast ausnahmslos bei pluriparen Milchkühen vorkommt. Untersuchungen haben ergeben, dass etwa 5 - 10 % der Milchkühe klinisch an Milchfieber erkranken, in Problembetrieben können es mehr als 25 % sein (Dirksen et al. 2002).

Ätiologisch liegt der Gebärparese eine fütterungsinduzierte hormonelle Insuffizienz zugrunde. Die Nebenschilddrüsen produzieren aufgrund des verminderten Kalzium-Bedarfes während der Trockenstehperiode im Sinne eines „Feedback-Mechanismus“ nur geringe Mengen von Parathormon. Durch die nach der Abkalbung plötzlich einsetzende, hohe Milchproduktion und durch die damit verbundene massive Abgabe von Kalzium kommt es, ausgelöst durch den Mangel an Parathormon, zu einem plötzlichen Absinken des Ca-Gehaltes im Plasma der betroffenen Kühe. Diese akute Hypokalzämie äußert sich klinisch durch Absinken der Körpertemperatur auf subnormale Werte, Verdauungsstörungen, Festliegen infolge akuter Muskelschwäche und es kommt zum Verlust des Sensoriums und des Bewusstseins. Die Erkrankung mündet binnen weniger Stunden in einem komatösen Zustand und führt unbehandelt zum Tod des Tieres. Durch unkoordinierte und erfolglose Aufstehversuche kommt es oftmals zu weiteren Komplikationen wie Muskelrissen, Nervenschäden und Knochenbrüchen, welche die Prognose für die Kuh verschlechtern. Aufgrund der gestörten Fresslust muss bei an Milchfieber erkrankten Tieren zusätzlich mit einer sekundären Ketose gerechnet werden. Als mögliche Folgeerkrankungen der Gebärparese gelten Nachgeburtshalten, Gebärmutterentzündungen, Fruchtbarkeitsstörungen und auch die Labmagenverlagerung. Die hypokalzämische Gebärparese kann durch eine tierärztliche Behandlung rasch geheilt werden.

Neben der klinisch manifesten Gebärparese führt auch das subklinische Auftreten der Gebärparese (geschätzte Inzidenz: 40 %) zu einer Beeinträchtigung der Milchleistung und der Tiergesundheit.

## Theoretische Grundlagen zum Einsatz und zur Wirkung saurer Salze in der Ration

Saure Salze bestehen chemisch gesehen aus dem Rest einer starken Säure (Anionen:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^-$ ,  $\text{PO}_4^-$ ) und dem Rest einer schwachen Base (Kationen:  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ). Bedeutende saure Salze sind Magnesiumsulfat, Kalziumsulfat, Ammoniumsulfat, Ammoniumchlorid, Kalziumchlorid und Magnesiumchlorid. Aufgrund ihres Anionenüberschusses bewirken diese Salze eine „Ansäuerung“ der Ration. Durch Aufnahme einer sauren Ration kommt es zu einer Absenkung bzw. Kompensation des Blut-pH-Wertes, wodurch die Produktion von Parathormon stimuliert wird. Diese Parathormonwirkung führt zu einer Steigerung des Kalzium-Stoffwechsels (Vitamin  $\text{D}_3$ -Anstieg) und eine Hypokalzämie wird wirksam verhindert (Oetzel und Goff 1999)

Bei der chemischen Analyse der Rationskomponenten wird deren Gehalt an Anionen und Kationen ermittelt. Während die monovalenten Ionen von Natrium, Kalium und Chlor eine hohe Bioverfügbarkeit besitzen und im Körper nicht verändert werden, kommt es bei den Elementen Phosphor und Schwefel zu Abweichungen zwischen dem analytisch ermittelten Gehalt und der tatsächlichen Verfügbarkeit ihrer ionisierten Form. Die in der Ration enthaltenen Elemente Kalzium, Magnesium, Phosphor und Schwefel sind zumeist inkomplett dissoziiert, haben eine wechselnde Bioverfügbarkeit und können im Körper zu unterschiedlichen Formen metabolisiert werden. Aus diesem Grund ist der Einfluss dieser Elemente auf den Säure-Basenhaushalt schwächer und noch immer nicht vollständig geklärt.

Zur Berechnung der DCAB hat sich international folgende Gleichung durchgesetzt (Oetzel 2002):

$$\text{DCAB (meq/kg T)} = (\text{Na \%} \times 435 + \text{K \%} \times 256) - (\text{Cl \%} \times 282 + \text{S \%} \times 624)$$

Die entsprechenden Faktoren für die einzelnen Elemente ergeben sich aus der Division von 1000 durch das jeweilige Äquivalentgewicht. Die Formel berücksichtigt damit die unterschiedlichen Atomgewichte von Na, K, Cl und S.

Bei der Berechnung mit obiger Formel würde beispielsweise eine im Grünland übliche Ration einen Kationenüberschuss von +250 meq/kg T (Milliäquivalent pro kg Trockenmasse) aufweisen. Während der letzten 3 Wochen der Trächtigkeit sollte sich dieser Wert jedoch im negativen Bereich von -100 bis -200 meq/kg T bewegen, um eine wirksame Gebärpäresese prophylaxe im Sinne des DCAB-Konzeptes erzielen zu können. Eine Trockensteherration mit der oben erwähnten Grassilage müsste also durch Futtermittel mit einer niedrigen DCAB und durch Zugabe saurer Salze ergänzt werden, um den angesprochenen negativen Bereich zu erreichen.

Verschiedene Mineralfuttermittel mit einem Zusatz an sauren Salzen sind am Markt kommerziell erhältlich und werden in der Praxis oftmals leider ohne eine entsprechende chemische Futteranalyse und damit ohne Berechnung der tatsächlichen DCAB eingesetzt.

## Der praktische Einsatz saurer Salze in der Milchviehfütterung

Als erster Schritt bei der Implementierung des DCAB-Konzeptes wird die Reduktion von stark kaliumhaltigen Komponenten in der Ration der Trockensteher empfohlen. Der Kaliumgehalt der Ration sollte unter 1,5 %/kg T liegen. Kalium ist ein starkes Kation und durch dessen Reduktion sind in der Folge auch geringere Mengen saurer Salze zur optimalen Ansäuerung der Ration nötig. Futtermittel mit einem hohen Anionengehalt sind beispielsweise Rapsextraktionsschrot, Birtreber, Körnermais, Hafer und Gerste. Futtermittel mit einem hohen Kationengehalt sind z.B. Futterrüben, Melasse und Grün-

futter. Angaben über den Ionengehalt einzelner Futtermittel können auch aus Tabellen entnommen werden. Die tatsächlichen Gehaltswerte an Ionen, insbesondere an Kalium und Schwefel sind jedoch sehr stark von den Boden- und Düngeverhältnissen, dem Pflanzenbestand und dem Nutzungszeitpunkt abhängig und deshalb regional sehr unterschiedlich. Chemische Futteruntersuchungen sind aus diesem Grund zur exakten Berechnung der DCAB unumgänglich (Oetzel 2002).

Die im Handel erhältlichen sauren Salze stellen Mischungen aus verschiedenen azidogen wirksamen Komponenten dar. Als Hauptbestandteile finden sich Chloride, Phosphate und Sulfate. Bedarfsdeckende Zusätze an Kalzium, Phosphor und Magnesium sowie an bedeutenden Vitaminen und Spurenelementen ergänzen diese Mineralstoffmischungen.

Damit ein entsprechender azidogener Effekt eintritt und so eine Gebärparese wirksam verhindert werden kann, müssen die sauren Salze wenigstens 14 Tage, besser 21 Tage vor dem errechneten Geburtstermin eingesetzt werden. Mit der Abkalbung muss die Versorgung mit sauren Salzen abrupt eingestellt werden. Durch regelmäßige Messung des Harn-pH-Wertes ist der Anwender in der Lage, den tatsächlich erreichten azidotischen Status des Tieres auf relativ einfache Art und Weise zu ermitteln und zu überwachen (Goff et al. 1991).

Die Ansäuerung wird als optimal im Sinne des DCAB-Konzeptes und zugleich als tiergesundheitlich unbedenklich angesehen, wenn der Harn-pH-Wert zwischen pH 6,0 und pH 7,0 liegt. Aus zahlreichen Untersuchungen ist bekannt, dass eine ungenügende Ansäuerung des Harn-pH-Wertes über pH 7 keine Wirksamkeit in der Milchfiebertvorbeuge zeigt. Harn-pH-Werte unter pH 6 zeugen von einer exzessiven Übersäuerung (Oetzel 2002). Gesundheitliche Störungen sind dann nicht mehr auszuschließen, da die Azidose vom endogenen Puffersystem nur noch ungenügend kompensiert werden kann. Ausgehend von Zellschäden kommt es zur Beeinträchtigung von Gewebe- und Organfunktionen, sodass sich eine schwere metabolische Azidose mit einem lebensbedrohlichen Zustand entwickeln kann.

## **Mögliche Schwierigkeiten beim Einsatz saurer Salze**

- **Störungen der Futteraufnahme**

Die verminderte Futteraufnahme stellt wahrscheinlich das größte Problem beim Einsatz saurer Salze dar. Eine gestörte/verminderte Futteraufnahme von Milchkühen, speziell um den Abkalbzeitpunkt kann zum Auslöser von schweren tiergesundheitlichen Störungen wie negativer Energiebilanz und Ketose, Leberverfettung und anderen, postpartalen metabolischen Erkrankungen sein. Eine Absenkung der DCAB um 300 meq/kg T verursacht eine um 10 - 12 % verminderte Trockenmasseaufnahme (Oetzel 2002). Andere Untersuchungen sprechen von einer verminderten Trockenmasseaufnahme von 5 - 7 % (Beede et al. 1992; Joyce et al. 1999). Neben dem teilweise extrem bitteren Geschmack der sauren Salze dürfte auch die von den Salzen ausgelöste metabolische Azidose selbst als Appetitzügler fungieren. Diese Annahme wird durch eine Untersuchung bestätigt, in welcher bei Verfütterung von Magnesiumsulfat, welches nur gering azidotisch wirksam ist, auch nur eine vergleichsweise geringe Abnahme der Futteraufnahme zu verzeichnen war. Mit steigendem azidotischem Effekt des sauren Salzes sinkt auch dessen Akzeptanz (Moore et al. 2000).

Durch Verhinderung einer exzessiven Ansäuerung bzw. bei rechtzeitigem Reagieren auf einen solchen Zustand (durch Absetzen der sauren Salze) wird die Energiebilanz der Kühe kaum negativ beeinträchtigt. Nach dem endgültigen Absetzen der sauren Salze unmittelbar nach der Abkalbung kommt es im Vergleich mit „unbehandelten“ Tieren zu einem vermehrten Anstieg der Futteraufnahme und derart behandelte Kühe zeigten auch eine signifikant erhöhte Milchleistung. Dieses positive Ergebnis wird hauptsächlich auf den milchfieberverhindernden Effekt der sauren Salze zurückgeführt (Oetzel 2002).

Einen bedeutenden Einfluss auf die Akzeptanz einer angesäuerten Ration hat natürlich die Fütterungstechnik bzw. das Fütterungssystem.

- **Inadäquates Fütterungssystem**

Als ideale Voraussetzung für einen befriedigenden Einsatz von sauren Salzen ist eine eigene TMR für trockenstehende Kühe anzusehen. Bei diesem Fütterungssystem sind die geschmacklichen Nachteile der sauren Salze am besten kaschiert und die Futteraufnahme wird nur wenig beeinträchtigt. Die Futteraufnahmen der zu behandelnden Tiere sollten über 1,8 % ihres Körpergewichtes liegen und die Rationskomponenten müssen von hoher Qualität sein (Oetzel 2002). Da hochträchtige Kalbinnen aus verschiedenen Gründen (Anpassung an neue Haltungs- und Rationsverhältnisse usw.) bereits mit den trockenstehenden Kühen aufgestallt und gefüttert werden, erhalten sie bei TMR-Fütterung ebenfalls die sauren Salze. Bei den Kalbinnen kann natürlich kein milchfiebersenkender Effekt erwartet werden, Probleme bei der Akzeptanz der Ration, speziell in der Umstellungsphase, sind jedoch möglich. Es gibt aber auch Ergebnisse über einen positiven Einfluss saurer Salze bezüglich der Verhinderung von Euterödemen, welche speziell bei Kalbinnen Probleme verursachen können (Lema et al. 1992).

Der Einsatz saurer Salze bei Kühen in Weidehaltung sowie bei Grünfütterung ist aus mehreren Gründen nicht praktikabel (Soder und Holden 1999). Da das Weide- bzw. Grünfutter aufgrund ihres möglicherweise hohen Kationengehaltes (speziell Kalium) eine sehr hohe DCAB haben kann, wären die einzusetzenden Mengen an sauren Salzen ebenfalls sehr hoch und wieder wird sich das Problem ergeben: wie bringt der Anwender die entsprechende Menge saurer Salze 2 mal täglich, 21 Tage lang in den Pansen der Milchkuh?

- **Gesundheitliche Beeinträchtigung der neugeborenen Kälber azidotischer Kühe?**

Es gibt keine wissenschaftlichen Untersuchungen zu der Frage, ob die Kälber von mit sauren Salzen behandelten Kühen in ihrer Gesundheit und ihrer Entwicklung beeinträchtigt werden oder nicht. Der durch saure Salze ausgelöste, vorübergehende azidotische Zustand wird von adulten Rindern üblicherweise komplikationslos kompensiert und überstanden. Im Gegensatz dazu befindet sich der Säure-Basenhaushalt neugeborener Kälber in einem besonders labilen Zustand. Verschiedene äußere Einflüsse wie Durchfälle, respiratorische Probleme sowie diätetische Fehler können rasch zu schweren gesundheitlichen Problemen führen. Bei durch das DCAB-Konzept vorbelasteten Tieren könnten die Pufferkapazitäten des Blutes besonders beansprucht und rasch erschöpft werden.

Die Auswirkungen des DCAB-Konzeptes auf den Säure-Basenhaushalt, den Mineralstoffhaushalt sowie auf die Vitalparameter von Milchkühen und deren Kälber werden zur Zeit im Rahmen eines Projektes an der BAL Gumpenstein untersucht.

- **Prolongierte Verfütterung saurer Salze**

Die Auswirkungen einer länger als 30 Tage dauernden Verfütterung einer anionenhaltigen Ration wurden bislang nicht wissenschaftlich untersucht. In der Praxis könnte diese Situation in Einzelfällen jedoch auftreten, wenn beispielsweise eine unphysiologisch verlängerte Trächtigkeitsdauer besteht oder etwa der berechnete Abkalbetermin nicht stimmt (z.B. falsche oder fehlende Aufzeichnungen bzgl. Besamungstermin).

## **Schlussbemerkung**

Die hypokalzämische Gebärparese stellt eine in den meisten Fällen fütterungsinduzierte und somit vermeidbare Erkrankung dar. Exakte Rationsberechnungen, regelmäßige Erhebungen der Futteraufnahmen, die optimale Einstellung der Körperkondition und speziell der richtige Einsatz von Mineralstoffmischungen gerade in der Trockenstehzeit sind essentielle Voraussetzungen zur Verhinderung der Gebärparese.

Der Einsatz von sauren Salzen ist eine von mehreren, zum Teil sehr wirksamen Methoden zur Verhinderung der Gebärparese. Die eigentliche Hauptursache der Erkrankung, nämlich eine fehlerhafte Mineralstoffversorgung durch zu hohe Kalzium- und Kaliumversorgung (und zu geringe Versorgung mit Phosphor und Magnesium bei weiteren Pareseformen) vor der Abkalbung wird von den Vertretern und Anwendern der einzelnen Methoden leider allzu oft vergessen.

Als Grundvoraussetzung für einen erfolgreichen Einsatz einer anionenreichen Ration müssen folgende Punkte beachtet werden: chemische Analyse des Ionengehaltes, Vermeidung kationenreicher Rationskomponenten, Berechnung der DCAB und Substitution durch saure Salze, regelmäßige Kontrolle des Harn-ph-Wertes und der Futteraufnahmen.

**Literaturstellen können beim Verfasser angefordert werden.**

### **Anschrift des Autors**

Dipl.Tzt. Dr. Johann Gasteiner  
BAL Gumpenstein  
A-8952 Irdning  
E-mail: Johann.Gasteiner@bmlfuw.bal.gv.at

## **Fütterungskonzepte für Milchkühe in den USA**

### **W. KNAUS**

Universität für Bodenkultur Wien

Seit vielen Jahrzehnten kommt das Prinzip des „Wachsens oder Weichens“ in der amerikanischen Landwirtschaft deutlich stärker zum Tragen als anderswo. Die US-Milchwirtschaft befindet sich in einem Konzentrationsprozess riesigen Ausmaßes.

Ausgehend von vergleichsweise großen Milchviehbetrieben Anfang der 90-er Jahre vollzieht sich seither ein rasanter Strukturwandel, der in den kommenden 10 Jahren sehr viele Milchviehhalter mit weniger als 200 Kühen zur Aufgabe zwingen wird. Niemand kann heute abschätzen, ab welcher durchschnittlichen Kuhzahl sich dieser scharfe Verdrängungswettbewerb abschwächen wird, aber das Tempo, mit der diese Veränderungen in Richtung „milcherzeugendem Industriebetrieb“ ablaufen, ist atemberaubend.

Bereits heute stehen in den USA knapp 30% aller Milchkühe auf Betrieben mit mehr als 500 Kühen (Lucy, 2001). Die durchschnittliche Milchleistung aller Kühe wurde in den letzten 50 Jahren von 2.410 kg auf 8.061 kg gesteigert, ein Anstieg um das 3,3-fache (Stevenson, 2001).

Es gibt kein universell empfehlenswertes Fütterungskonzept für Milchviehhalter. Viele betriebsindividuelle Faktoren sind in diesem Zusammenhang von Bedeutung: Herdengröße, Haltungssystem, Zahl der Leistungsgruppen, Art und Menge der betriebseigenen Futtermittel, maschinelle Ausstattung etc. Neben der züchterischen Veränderung der Milchkühe war es vor allem die zunehmend konzentratreiche Fütterung, die zur Leistungssteigerung beigetragen hat.

### **Ganzmischration (TMR = Total Mixed Ration)**

Die Verfütterung von TMRs hat sich auf Großbetrieben bereits in den 70-er Jahren durchgesetzt. Mit Hilfe dieser Fütterungstechnik soll einerseits der Arbeitsaufwand minimiert und andererseits jeder Bissen, den die Kuh zu sich nimmt, hinsichtlich Nährstoffzusammensetzung und Futterstruktur uniform sein. Die Verhinderung der selektiven Futteraufnahme erleichtert eine permanent balancierte Nährstoffversorgung, sodass es weniger leicht zu störenden Schwankungen im ruminalen Fermentationsprozess kommt. Unter diesen Bedingungen kann die Trockenmasse-Aufnahme bei gleichzeitiger Ausreizung der Obergrenzen des Kraftfuttereinsatzes maximiert werden. Im Hochleistungsbereich werden diese Möglichkeiten aus rein ökonomischen Gründen verfolgt. Weidesysteme, die als die nachhaltigsten Formen der Landwirtschaft gelten (Heitschmidt et al., 1996), wurden wegen der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen schon ab Mitte der 50-er Jahre zurückgedrängt.



## System der Phasenfütterung

Unter Bedachtnahme auf das Laktationsstadium und den Reproduktionszyklus der Kühe kommen auf einem amerikanischen Milchviehbetrieb bis zu sechs verschiedene Rationen zum Einsatz. Nachfolgende Angaben sind Empfehlungen von Michael F. Hutjens (1998), Extension Dairy Specialist, Department of Animal Sciences, University of Illinois, Urbana, USA.

**Tabelle1:** Empfehlungen für die Nährstoffversorgung von Milchkühen während der verschiedenen Phasen der Laktation und Trächtigkeit (Hutjens, 1998)

	Trockenstehende Kühe		Laktierende Kühe			
	> 3 Wo. a.p. (Phase 1)	≤ 3 Wo. a.p. (Phase 2)	≤ 3 Wo. p.p. (Phase 3)	22 - 80 Tage p.p. (Phase 4)	80 - 200 Tage p.p. (Phase 5)	> 200 Tage p.p. (Phase 6)
IT, kg	12,7	10,0	18,2	23,6	22,2	19,1
XP, % T	13	15	19	18	16	14
DIP <sup>a</sup> , % XP	70	60	60	62	64	68
UIP <sup>b</sup> , % XP	30	40	40	38	36	32
SIP <sup>c</sup> , % XP	35	30	30	31	32	34
TDN, % T	60	67	75	77	75	67
NE <sub>L</sub> (MJ/kg T)	5,81	6,36	7,19	7,46	7,19	6,36
EE <sup>d</sup> , % T	2	3	5	6	5	3
ADF, % T	30	24	21	19	21	24
NDF, % T	40	35	30	28	30	32
NFC <sup>e</sup> , % T	30	34	35	38	36	34
Wichtige Mineralstoffe, % T						
Ca	0,60	0,70	1,10	1,00	0,80	0,60
P	0,26	0,3	0,5	0,46	0,42	0,36
Mg	0,16	0,2	0,33	0,3	0,25	0,2
K	0,65	0,65	1,00	1,00	1,00	0,90
Na	0,10	0,05	0,33	0,30	0,20	0,20
Cl	0,20	0,15	0,27	0,25	0,25	0,25
S	0,16	0,20	0,25	0,25	0,25	0,25
Vitamine, IU/Tag						
Vitamin A	100.000	100.000	110.000	100.000	50.000	50.000
Vitamin D	30.000	30.000	35.000	30.000	20.000	20.000
Vitamin E	800	1.000	800	600	400	200

<sup>a</sup>DIP = im Pansen abbaubares Futterprotein.

<sup>b</sup>UIP = im Pansen nicht abbaubares Futterprotein.

<sup>c</sup>SIP = lösliches Futterprotein.

<sup>d</sup>EE = Ätherextrakt.

<sup>e</sup>NFC = Nicht-Faser-Kohlenhydrate.

### **Phase 1: far off dry cows (trockenstehende Kühe)**

Diese Periode beginnt mit dem Trockenstellen der Kühe und dauert bis zum 21. Tag vor dem Abkalben (Hutjens, 1994). Es wird empfohlen diese Tiere unter allen Umständen als separate Gruppe zu halten. Diese Phase soll beitragen die nachfolgende Laktation zu initiieren. Um Stoffwechselstörungen zu vermeiden wird eine tägliche Gewichtszunahme von höchstens 450 g angestrebt. Das entspricht der Zunahme der Körperkondition um einen halben BCS-Punkt (BCS = body condition score), idealerweise von 3,0 auf 3,5.

#### *Fütterungsempfehlungen:*

Getreideschrot wird in Mengen von 1 bis 3 kg pro Tier und Tag verfüttert. Höhere Getreidegaben werden im Falle einer Körperkondition von unter 3,0 BCS-Punkten und/oder einer schlechten Grundfutterqualität empfohlen. Die Fütterung von 2 bis 3,5 kg Maissilage-Trockenmasse liefert zusätzliche Energie und hilft die Kalzium- und Kalium-Zufuhr zu verringern und die Schmackhaftigkeit der Ration zu verbessern. Mineralstoffe sollten nicht zur freien Aufnahme angeboten werden.

### **Phase 2: close up dry cows (Kühe vor dem Abkalben)**

Diese Phase umfasst die letzten 3 Wochen vor dem Abkalben. Eine Steigerung des Anteils an Getreide in der Ration führt zu einer Vermehrung jener Mikroorganismen im Pansen, die in der Lage sind Rationen zu fermentieren, die große Mengen an Nicht-Struktur-Kohlenhydraten aufweisen. Eine Vergrößerung der Pansenzotten und damit der Oberfläche an der Innenseite des Pansens werden angestrebt. Aus nachfolgenden Gründen kann es zu einer negativen Energiebilanz kommen:

- 15 bis 30 % geringere Trockenmasse-Aufnahme als in Phase 1;
- stark steigender Nährstoffbedarf des ungeborenen Kalbes;
- Bildung von Kolostrum und Regeneration des Milchdrüsengewebes.

#### *Fütterungsempfehlungen:*

- Steigerung der Vorlage von Getreideschrot auf 2 bis 3,5 kg T/ Tag;
- Erhöhung des Rohproteingehaltes der Ration auf 14 bis 15% (bezogen auf T) durch Verwendung von Eiweißfuttermitteln mit einem hohen Anteil an UIP;
- Fetteinsatz mit 150 g/Tag begrenzen;
- 2 bis 3,5 kg (bezogen auf T) nicht gehäckseltes Grundfutter (Heu);
- Reduzierung der Natrium-Ergänzung;
- Vorlage von anionischen Salzen, um einem niedrigen Kalziumspiegel im Blut vorzubeugen;
- Einsatz von Hefeprodukten (10 bis 120 g/Tag) und Niacin (6 g/Tag);
- täglich 230 g Propylen-Glycol beginnend 7 bis 3 Tage vor dem Abkalben oder Einsatz von 150 g Kalzium-Propionat im Falle des Auftretens einer subklinischen Ketose.

### **Phase 3: fresh cows (frisch laktierende Kühe)**

Zu dieser Gruppe gehören Kühe, die in den ersten 2 bis 3 Wochen der Laktation stehen. Eine individuelle Betreuung der Kühe ist in dieser Phase entscheidend und daher sollen nachfolgende Erhebungen/Beobachtungen täglich gemacht werden:

- Futteraufnahme und -Verhalten;
- Messung der Körpertemperatur, bis diese unter 39,1 Grad Celsius sinkt;
- Abhören der Pansenbewegungen mit einem Stethoskop – pro Minute sollte eine Kuh 1 bis 2 Pansenbewegungen haben;
- Nachgeburtverhalten;
- Test auf Ketonkörper im Harn oder in der Milch zur Feststellung des Energiestatus.

Die Ration für frisch laktierende Kühe sollte ein „Mittelding“ sein zwischen der Ration die vor dem Abkalben und jener, die in der Hochleistungsphase gefüttert wird. Eine ausreichende Faserversorgung und ein nicht zu hoher Stärkegehalt der Ration fördern die Futteraufnahme.

#### *Fütterungsempfehlungen:*

- 1,5 bis 2,5 kg (bezogen auf T) qualitativ hochwertiges nicht gehäckseltes Grundfutter (Heu) trägt zur Funktion des Pansens bei;
- Einsatz von Kraftfuttermischungen deren Eiweiß im Pansen wenig abbaubar ist und die einen hohen Anteil verdaulicher Faser (Sojaschalen, Zitrustrester) als Energiequelle aufweisen.
- Erhöhung der Nährstoffdichte in der Ration, um der niedrigeren Futteraufnahme entgegen zu wirken;
- Einsatz von Hefeprodukten um faserabbauende Bakterien zu fördern;
- Verwendung von Puffersubstanzen (z.B.: Na-Bicarbonat) zur Stabilisierung des Pansen-pH;
- Einsatz von täglich 12 g Niacin zur Hintanhaltung von Ketose;
- Verabreichung von täglich 230 g Propylen-Glycol oder von 150 g Kalzium-Propionat, um den Blutzuckerspiegel zu erhöhen.

### **Phase 4: early lactation cows (hoch laktierende Kühe)**

Rationen für diese Phase werden ab der 3. Laktationswoche bis ca. 100 Tage nach dem Abkalben gefüttert. Kühe erreichen in dieser Zeit ihre maximale tägliche Milchleistung. Ein Teil der dafür notwendige Energie wird aus Körperreserven bezogen, da die tägliche Futteraufnahme mit dem Milchleistungsanstieg nicht Schritt halten kann. Qualität und Menge des aufgenommenen Futtereiweißes sind entscheidend für das Erbringen höchster Milchmengen.

*Fütterungsempfehlungen:*

- Vorlage bester Grundfuttermittel, um die Trockenmasse-Aufnahme zu steigern;
- Einsatz von im Pansen schwer abbaubaren Futtereiweißen, um den Bedarf an Lysin und Methionin zu decken;
- graduelle Steigerung der Energiezufuhr über Getreideschrot (maximal 1/2 kg/Tag);
- Fetteinsatz sollte mit 1/2 kg/Tag begrenzt werden;
- keine Überbelegungen im Laufstall (jede Kuh soll jederzeit ungehindert Futter aufnehmen können).

**Phase 5: mid-lactation cows (Kühe im mittleren Laktationsabschnitt)**

In dieser Phase nimmt die tägliche Milchleistung wieder ab. Die maximale Trockenmasse-Aufnahme wurde bereits erreicht und das Körpergewicht ist gleich bleibend oder steigt wieder leicht an. Wird der Nährstoffbedarf nicht über das aufgenommene Futter gedeckt, kommt es zu einem raschen Abfall der Milchleistung und/oder der Milchinhaltsstoffe. Mit Beginn dieser Phase wird rBST verwendet.

*Fütterungsempfehlungen:*

- Optimierung der Trockenmasse-Aufnahme je nach Nährstoffdichte der Ration;
- Beginn des Wiederauffüllens von Körperreserven;
- Fettzusätze können auf das gewünschte Niveau gesteigert werden;
- Notwendigkeit von Futterzusatzstoffen sollte überdacht werden (z. Bsp: Hefeprodukte, Niacin, etc.).

**Phase 6: late lactation cows (Kühe im letzten Abschnitt der Laktation)**

Diese Periode kann mit dem 200. Tag der Laktation beginnen und endet mit dem Trockenstellen. Für viele Milchviehhalter ist wegen des hohen Leistungsniveaus eine Rationsumstellung in dieser Phase der Laktation nicht zweckmäßig. Kühe sollten am Beginn dieser Phase bereits 100 Tage trächtig sein. Die Milchleistung sinkt um ca. 6 (erstlaktierende Kühe) bzw. 9% pro Monat (Kühe in der 2. und weiteren Laktation). Die tägliche Gewichtszunahme (Körperreserven) sollte zwischen 400 und 700 g liegen.

*Fütterungsempfehlungen:*

- Erhöhung des Grundfutteranteils in der Ration;
- Menge an Eiweiß-Ergänzungsfutter zur Versorgung der Kühe mit UIP kann verringert werden;
- Fettzusätze zurück nehmen;
- keine Futterzusatzstoffe notwendig;
- BCS zwischen 3,25 und 3,75 anstreben.

## Resümee

Nach dem heutigen Stand des Wissens ist die TMR-Fütterung das System der Wahl, um sich an die absoluten Obergrenzen des Kraftfüttereinsatzes heranzutasten und damit die Futterraufnahme und Laktationsleistung von Kühen zu maximieren. Es ist dies ein Fütterungskonzept für den Großbetrieb, auf dem möglichst homogene Leistungsgruppen gebildet werden, damit es ab der Mitte der Laktation nicht zu einer starken Nährstoff-Übersorgung kommt. Die größte Schwierigkeit für Wissenschaft und Praxis ist die bestmögliche Abschätzung des sich rasch ändernden Nährstoffbedarfes von Hochleistungskühen und dessen annähernde Deckung kurz vor und nach dem Abkalben.

Durch massive Anstrengungen in der Forschung ist es in den letzten 50 Jahren gelungen die Grenzen des Kraftfüttereinsatzes und der Einzellaktationsleistungen immer weiter nach oben zu verschieben, vom Prinzip der Nachhaltigkeit ist man aber wegen der ökonomischen Rahmenbedingungen mehr und mehr abgewichen.

## Literatur

- Heitschmidt, R.K., R.E. Short, and E.E. Grings. 1996. Ecosystems, sustainability, and animal agriculture. *J. Anim. Sci.* 74:1395-1405.
- Hutjens, M.F. 1994. Dry cow feeding programs. *IL Dairy Report*, USA, p. 4.
- Hutjens, M.F. 1998. Considerations in feeding systems. *Proc. from the Dairy Feeding Systems Conf.*, Camp Hill, Pennsylvania, Dec. 8-10.
- Lucy, M.C. 2001. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: Where will it end? *J. Dairy Sci.* 84:1277-1293.
- Stevenson, J.S. 2001. Reproductive management of dairy cows in high-producing herds. *J. Dairy Sci.* 84(E. Suppl.):E128-E143.

## Anschrift des Autors

Dr. Wilhelm Knaus  
Institut für Nutztierwissenschaften, Abt. Tierernährung  
Universität für Bodenkultur Wien  
Gregor Mendelstr. 33  
A-1180 Wien  
E-Mail: knaus@edv1.boku.ac.at

## **Futterzusatzstoffe in der Biologischen Landwirtschaft**

**W. ZOLLITSCH<sup>1)</sup> UND R. HAMEDL<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Universität für Bodenkultur Wien, <sup>2)</sup> Austria Bio Garantie

### **Einleitung**

Im Biologischen Landbau werden Tiere als integrales Element eines Gesamtsystems gesehen. Bezüglich der Ernährung der Nutztiere sind neben deren Bedarf auch die wechselseitigen Abhängigkeiten Boden – Pflanze – Tier zu berücksichtigen. Diese Sichtweise wird in dem Modell des Betriebsorganismus beschrieben, in dem die einzelnen Betriebszweige wie Organe in einem übergeordneten Ganzen arbeiten. Die Funktionsweise dieses Systems ist dabei langfristig zu sichern ("Nachhaltigkeit").

Für die Tierernährung besteht dabei die Vorstellung eines weitgehenden Verzichts auf den Nährstoffimport durch Zukaufsfuttermittel in den Betrieb, da die Versorgung der Nutztiere mit Nährstoffen vordergründig durch betriebseigene Futtermittel erfolgen soll. Dieser Ansatz wird noch durch die EU-Verordnung 2092/91 (Teil B, Abschnitt 4.1) unterstützt, nach der die Fütterung eher der Qualitätsproduktion als der Maximierung der Erzeugung dient. Grundsätzlich soll allerdings "der ernährungsphysiologische Bedarf der Tiere in ihren verschiedenen Entwicklungsstadien" gedeckt werden (Vogl 2002). In der Praxis muss diese Strategie allerdings in Abhängigkeit von den konkreten Betriebsbedingungen (genetisches Potenzial der Tiere bzw. Leistungshöhe, Art, Menge und Qualität der zur Verfügung stehenden Futtermittel etc.) adaptiert werden. Dabei wird ähnlich wie in der konventionellen Tierhaltung auch auf bestimmte Futterzusatzstoffe zurückgegriffen.

Im folgenden werden die Futterzusatzstoffe in solche mit Nährstoffwirkung und in solche mit Sonderwirkungen differenziert.

### **Futterzusatzstoffe mit Nährstoffwirkung**

In Tabelle 1 wird ein kurzer Überblick über die derzeitigen Regelungen der EU-VO 2092/91 (Anhang II, Teil D; Vogl 2002) bzw. den Diskussionsstand zur Verwendung von Spurenelementen, Vitaminen und synthetischen Aminosäuren gegeben. Letztere stellen futtermittelrechtlich eigentlich keine Futterzusatzstoffe dar, werden in der Diskussion aber häufig als solche verstanden.

Während bei der Rezeptur-Erstellung für Wirkstoff-Ergänzungsfuttermittel bezüglich der Spurenelemente lediglich gewisse Einschränkungen hinsichtlich der erlaubten Verbindungen bestehen, ist bei den Vitaminen für die Zukunft eine restriktivere Anwendung der EU-VO 2092/91 zu erwarten: Im Sinne der Harmonisierung des Kontrollprozesses wird dann auch in Österreich (ähnlich wie dies bspw. in Deutschland schon weitgehend der Fall ist) die Einschränkung betreffend die Verwendung von synthetischen Vitaminen bei Wiederkäuern umgesetzt werden. Dies dürfte – neben den Anpassungserfordernissen in der Mischfutter-Erzeugung – in bestimmten Betriebssituationen (bspw. mäßige Grundfutterqualität im Winterhalbjahr in Betrieben im Silosperrgebiet) zu einer mangelhaften Bedarfsdeckung führen.

**Tabelle 1:** Futterzusatzstoffe zur Nährstoff-Supplementierung in der Biologischen Landwirtschaft

<b>Zusatzstoff</b>	<b>Status gemäß EU-VO 2092/91</b>	<b>Ausblick</b>	<b>aktuelle / zukünftige Einschränkungen</b>
Spurenelemente	erlaubt	--	keine Chloride, keine organischen Verbindungen
Vitamine, Provitamine und ähnliche Stoffe	erlaubt	restriktivere Umsetzung	naturidentische Formen, nur an monogastrische Tiere; GVO? (Vit. B <sub>12</sub> )
synthetische Aminosäuren	dzt. nicht erlaubt	bedingt erlaubt?	nur DL-Methionin

Derzeit streben mehrere EU-Mitgliedsländer bzw. verschiedene InteressensvertreterInnen die Zulassung synthetischer Aminosäuren in der Fütterung monogastrischer Nutztiere in der Biologischen Landwirtschaft an. Die Motivation dafür ist unter anderem in regionalen Verhältnissen, die die Produktion proteinreicher Futtermittel erschweren, sowie in ökonomischen Interessen (sowohl der zuliefernden Industrie als auch der ProduzentInnen) begründet. Aufgrund des in der EU-VO 2092/91 mehrfach explizit festgelegten Verbots der Verfütterung gentechnisch erzeugter Produkte (siehe bspw. Teil B, Abschnitt 4.18; Vogl 2002) kommt nach einer allfälligen Novellierung der Verordnung nur DL-Methionin infrage. Dies brächte vor allem für Legehennenhalter eine Erleichterung; bei Broilern ist die Situation aufgrund der Verwendung genetischer Herkünfte mit niedrigeren Wachstumsraten als in der konventionellen Mast derzeit weniger kritisch. Nach einer früheren Feldstudie von Wiener (1996) besteht ein gewisser Zusammenhang zwischen dem geschätzten Methionin-Gehalt der Ration und der Leistungshöhe von Legehennen auf Bio-Betrieben. In jüngerer Zeit wird eine Methionin-Supplementierung vor dem Hintergrund der Problematik des Federpickens/Kannibalismus diskutiert. Exakte wissenschaftliche Untersuchungen zu dieser Thematik liegen derzeit nicht vor. Bei laktierenden Sauen, Ferkeln und Mastschweinen in der Anfangsmast ist zu erwarten, dass vor allem die Lysin-Versorgung im suboptimalen Bereich liegt (Zollitsch et al. 2000), während die Methionin-Versorgung weniger kritisch einzuschätzen ist. Dies wird durch aktuelle Untersuchungen zum Aminosäuren-Gehalt biologisch erzeugten Getreides bestätigt (Wlcek u. Zollitsch 2002, sowie unveröffentlichte Daten).

## **Futterzusatzstoffe mit Sonderwirkungen**

Einige Aspekte zu dieser heterogenen Gruppe sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Fütterungsenzyme besitzen derzeit praktisch keine Relevanz. Aus ernährungsphysiologischer Sicht könnte vor allem in der Geflügelfütterung wegen des beschränkten Mais-Einsatzes ein gewisser Anwendungsbereich für  $\beta$ -Glucanasen und Xylanasen bestehen, wobei die Einschränkung bezüglich der Anwendung gentechnischer Verfahren bei deren Erzeugung einen Hinderungsgrund darstellen dürfte.

Konservierungs- und diverse Hilfsstoffe werden einerseits zur Sicherung der Silage-Qualität verbreitet eingesetzt. Andererseits sind eine Reihe von Silikaten als Träger- und Hilfsstoff in der Mischfuttererzeugung weit verbreitet, wobei im Rahmen des Bio-Kontrollverfahrens die Übereinstimmung mit den geltenden gesetzlichen Grundlagen überwacht wird.

**Tabelle 2:** Futterzusatzstoffe mit Sonderwirkungen in der Biologischen Landwirtschaft

<b>Zusatzstoff</b>	<b>Status lt. EU-VO 2092/91</b>	<b>Praxisrelevanz</b>	<b>aktuelle / zukünftige Einschränkungen</b>
Enzyme	erlaubt	dzt. keine	Futtermittelrecht, GVO??? für ERNTE-Betriebe verboten
Mikroorganismen	erlaubt	sehr hoch	Futtermittelrecht
Konservierungsstoffe	erlaubt	mittel	organ. Säuren zur Silagebereitung nach Genehmigung
"Hilfsstoffe"	erlaubt	hoch	Silikate, Silierhilfsmittel
"Ergänzungsfuttermittel"	bedingt erlaubt, tw. unklar	sehr hoch	Futtermittelrecht, Kontrollverfahren

Im Gegensatz zu diesen Zusatzstoff-Typen zielen Mikroorganismen (v.a. Saccharomyces-, Lactobacillen- und Enterococcus faecium-Präparate) sowie die in Tabelle 2 als "Ergänzungsfuttermittel" angeführte, sehr heterogene Gruppe von Futterzusatzstoffen auf tiergesundheitliche Effekte ab: Stabilisierung der Darmflora, kompetitive Exklusion, pH-Absenkung im GI-Trakt, etc. Die Bedeutung dieser Zusatzstoffe in der Praxis des Biolandbaus nimmt angesichts des expliziten Verbots der prophylaktischen Anwendung von Antibiotika, Kokzidiostatika und ähnlichen Substanzen bei gleichzeitig steigenden Leistungsanforderungen zu.

Während die Mikroorganismen im Futtermittelrecht klar geregelt sowie Einsatzziel und Wirkungsweise für sie zumindest einigermaßen bekannt sind, ist das für eine Reihe von so deklarierten "Ergänzungsfuttermitteln" nicht der Fall. Letztere werden meist unter Bezugnahme auf Anhang II, Teil C, Abschnitt 1.7 der EU-VO 2092/91 (Vogl 2002) in Form von Pflanzenextrakten, Gewürzen und Kräutern vertrieben. Bei ihnen bleiben Ziel des Einsatzes sowie die konkreten Voraussetzungen für eine erfolgreiche Anwendung unklar. Die Strategie der Verabreichung solcher Produkte in Form von Mischungen mit organischen Säuren, sauren Salzen, teilweise unerlaubten Trägerstoffen etc. unterstreicht die Notwendigkeit einerseits einer exakteren gesetzlichen Regelung und andererseits der Unterwerfung dieser Präparate unter ein entsprechendes Kontrollverfahren.

## Fazit

Auch in der Biologischen Landwirtschaft ist es vielfach nicht möglich, auf eine Reihe von Futterzusatzstoffen generell zu verzichten. Für die Erhaltung von Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Nutztiere ist der Einsatz von Futterzusatzstoffen mit Nährstoffcharakter (bspw. Spurenelemente und Vitamine) vor allem in Betriebssituationen angebracht, in denen der native Gehalt in den übrigen Rationskomponenten zur Bedarfsdeckung möglicherweise nicht ausreicht.



Da auch nach der Integration der Tierhaltung in die EU-VO 2092/91 der Diskussionsprozess um die Zulassung bestimmter Zusatzstoffe sowie die Umsetzung dieser Bestimmungen durch die nationalen Kontrollinstitutionen noch nicht abgeschlossen ist, sind auch in Zukunft diesbezügliche Veränderungen zu erwarten. Darüber hinaus ist es für die Biologische Landwirtschaft wünschenswert, wenn für eine Reihe von Futterzusatzstoffen, die von den derzeitigen Regulierungen nicht ausreichend exakt erfasst werden, ein klarer und praxistauglicher futtermittelrechtlicher Status definiert würde.

#### **Literatur**

Vogl, C. (2002): EU-Verordnung 2092/91 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel. 40. konsolidierte Fassung vom 29.10.2002.  
[http://www.boku.ac.at/oekoland/MitarbeiterInnen/Vogl\\_Certification.htm](http://www.boku.ac.at/oekoland/MitarbeiterInnen/Vogl_Certification.htm).

Wiener, B. (1996): Vergleich zwischen Legehennen- und Milchkuhfütterung auf biologisch wirtschaftenden Betrieben in der Steiermark. Diplomarbeit Universität für Bodenkultur Wien.

Wlcek, S. u. W. Zollitsch (2002): Rohprotein- und Aminosäuregehalte in Weizen und Triticale aus Ökologischem Anbau im Vergleich zu Tabellenwerten. In: Proceedings of the Nutrition Society 11, 2002: 76.

Zollitsch W., S. Wlcek, T. Leeb u. J. Baumgartner (2000): Aspekte der Schweine- und Geflügelfütterung im biologisch wirtschaftenden Betrieb. In: Bericht über die 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung an der Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, 6. – 8. Juni 2000: 155-162.

#### **Anschrift der Autoren**

Ao.Univ.Prof. Dr. Werner Zollitsch  
Institut für Nutztierwissenschaften, Abt. Tierernährung  
Universität für Bodenkultur Wien  
Gregor Mendelstr. 33  
A-1180 Wien  
E-Mail: zoll@edv1.boku.ac.at

Dipl.-Ing. Ronald Hamedl  
Austria Bio Garantie  
Königsbrunnerstrasse 8  
2202 Enzersfeld



**Wir danken den nachfolgenden Unternehmen  
für die großzügige Unterstützung des  
1. BOKU-Symposiums Tierernährung 2002 in Wien**

(Stand zu Redaktionsschluß am 2.12.2002)

**Roche Vitamins Ltd, Animal Nutrition and Health**

**Praxmayer Mühle**

**Linzer Kraftfutter GmbH & Co**

**Garant Tiernahrung GmbH**

**Agromed Austria GmbH**

**Indian Herbs GmbH**

**Biomin G.T.I GmbH**

**Reisenberger GmbH**

