

Forschungsinstitut  
Futtermitteltechnik der IFF  
Frickenmühle

38110 Braunschweig-Thune

Mai 2005

## **Forschungsprojekt Zusatzstoffstabilität**

Projektleiter: Dr. rer. nat. K.-D. Neumann



## 1. **Problemstellung**

Im Zusammenhang mit dem Trend zu einer intensiveren Veredlung von Mischfutter, deren vorrangiges Ziel die Verbesserung der Nährstoffeigenschaften bei hinreichender Hygienisierung ist, ergibt sich durch das mit der Veredlungsintensität steigende hydrothermisch-mechanische Beanspruchungsniveau des Futters für die Mischfutterherstellung eine Widerspruchssituation, weil hohe Beanspruchungsintensitäten zu Einbußen bei empfindlichen organischen Zusatzstoffen führen. Da nur wenige Betriebe über Einrichtungen zur „End-of-Line“-Produktion verfügen, sind die meisten Mischfutterhersteller gezwungen, die beanspruchenden Verfahrensparameter, die Zusatzstoffformulierungen und deren Dosierung, mit der gegebenenfalls Einbußen ausgeglichen werden müssen, so aufeinander abzustimmen, dass die gegenläufigen Anforderungen bei größtmöglicher Wirtschaftlichkeit weitgehend erfüllt werden.

## 2. **Ergebnisse der IFF-Fragebogenaktion**

Im Rahmen einer IFF-Fragebogenaktion wurden Mitgliedsfirmen aufgefordert, zur Thematik des Einsatzes von Zusatzstoffen bei der Mischfutterproduktion Stellung zu nehmen.

Die insgesamt hohe Rücklaufquote (ca. 40 %) zeigt das hohe Interesse der Mischfutterbetriebe an dieser Fragestellung auf.

Im Fragebogen wurden folgende Themenbereiche abgefragt:

1. Angabe zur jährlichen Produktionsmenge
2. Zum Einsatz kommende Verfahren im Produktionsprozess
3. Einsatz von End-of-Line-Maßnahmen
4. Angabe, welche Komponenten in welcher Form dem Futter beigefügt werden. Hierbei wurde nach Aminosäuren, Vitamine, Enzyme, Probiotika sowie Tierarzneimittel unterschieden.
5. Einsatz geschützter bzw. stabilisierter Zusatzstoffe
6. Kostenschätzung der in den Punkten 4 und 5 eingesetzten Stoffgruppen
7. Einsatzort der aufgeführten Komponenten im Produktionsprozess



8. Angabe von eventuell aufgetretenen Stabilitäts- und Wiederfindungsproblemen mit eventueller Begründung
9. Maßnahmen zum Ausgleich bzw. zur Verhinderung verfahrenstechnisch bedingter Minderungen der betreffenden Komponenten
10. Einschätzung der Mehrkosten für dieses Vorgehen

Aus der Fragebogenaktion können einige grundsätzliche Tendenzen festgehalten werden:

- End-of-Line-Maßnahmen in Mischfutterwerken sind offensichtlich noch die Ausnahme (nur 4 von 19 Unternehmen haben Einrichtungen zur End-of-Line-Zugabe von Zusatzstoffen, in einem weiteren Unternehmen ist der Einbau eines entsprechenden Anlagenbereichs vorgesehen).
- Die Verwendung geschützter Komponenten, vorrangig geschützter Vitamine, ist üblich (13 Firmen verwenden geschützte Zusatzstoffe, hingegen gaben nur 2 Unternehmen an, keine entsprechenden Komponenten zu verwenden).
- Weniger üblich sind Maßnahmen zur Begrenzung der thermischen Beanspruchung (Festschreibung von Maximaltemperaturen in Verfahrensanweisungen; 6 Nennungen) sowie die gezielte Überdosierung empfindlicher Komponenten; 5 Nennungen).
- **Trotz der umfangreichen Bemühungen zur deklarationstreuen Herstellung veredelter Mischfutter ist die verminderte Wiederfindung hydrothermisch empfindlicher Zusatzstoffe verbreitet und wird neben analytischen Problemen vorwiegend den beanspruchenden Veredlungsschritten zugeschrieben.**

### 3. Zielstellung

Das Forschungsvorhaben hat zum Ziel, die Stabilität festdispenser, handelsüblicher Markenprodukte der Vitamine A, E, und K<sub>3</sub> sowie des Enzyms Phytase gegenüber den bei der Mischfutterveredlung verfahrensbedingt auftretenden Beanspruchungen auf Basis systematischer Versuchsreihen zu ermitteln. Dabei sollen experimentelle Daten zu den mit den angestrebten Wirkungen der jeweiligen Veredlungsprozesse (vorrangig Kompaktierung, Hygienisierung und Inhaltsstoffverfügbarkeit) einhergehenden verfahrensbedingten Einbußen an bedeutenden Zusatzstoffen ermittelt werden. In der Ergebnisdarlegung wird die Behandlungswirkung an den ausgewählten Komponenten in



Behandlungswirkung an den ausgewählten Komponenten in Abhängigkeit von der verfahrensbezogenen Beanspruchungsintensität dargestellt.

Die zu erarbeitenden Daten sollen Futtermittelhersteller zu einer sachgerechten Beurteilung von Möglichkeiten und Grenzen der unterschiedlichen branchenüblichen Veredlungsverfahren hinsichtlich der Verwendung sensibler Zusatzstoffe befähigen. Mit der erörterten Zielstellung soll das Forschungsvorhaben zur Klärung folgender Fragen führen:

- Wo liegen die Beanspruchungsgrenzen von wichtigen Zusatzstoffen bzw. Zusatzstoffformulierungen bei hydrothermischen bzw. hydrothermisch-mechanischen Verfahrnstufen?
- Welche Prozessparameter garantieren bei den jeweiligen Veredlungsverfahren eine hinreichende Stabilität dieser Zusatzstoffformulierungen?
- Erfolgt bei diesen Parametern auch eine hinreichende Hygienisierung und stoffliche Veredlung?
- Welchen Einfluss haben bei der Langzeitkonditionierung Verweilzeit und Temperatur auf die Stabilität von Zusatzstoffformulierungen?
- Welche Beziehung besteht hinsichtlich des Hygienisierungserfolgs sowie der Zusatzstoffstabilität zwischen den Wirkungen einer längeren Beanspruchungsdauer bei minderer Beanspruchungsintensität und kurzer Verweilzeiten unter hohen Beanspruchungsintensitäten?
- Welche Aktivitätsverluste sind für Zusatzstoffformulierungen nach hohen Behandlungsintensitäten in Abhängigkeit von der Lagerungsdauer zu erwarten?
- Welche verfahrenstechnischen Alternativen bieten sich an, wenn bei Veredlungsprozessen Zusatzstoffe beeinträchtigt und/oder die erforderliche Hygienisierungswirkung nicht erzielt werden?
- Sind unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte Empfehlungen für die Prozesseinstellungen möglich, die sowohl die Stabilität als auch eine hinreichende Hygienisierung ermöglichen?



#### 4. **Versuchsprogramm**

Das Projekt ist in Arbeitsabschnitte gegliedert, die sich an den im Nutztierbereich verbreitet eingesetzten hydrothermischen bzw. hydrothermisch-mechanischen Veredlungsverfahren (Kurzzeitkonditionieren und Pelletieren, Langzeitkonditionieren und Pelletieren sowie Druckkonditionieren) orientieren und hinsichtlich der zu untersuchenden Zusatzstoffformulierungen und der Parameter Beanspruchungstemperatur und -dauer modular aufgebaut sind. Zur Untersuchung von Verfahrensalternativen zur Einbringung empfindlicher Zusatzstoffe in Mischfutter ist ein weiterer Arbeitsabschnitt unter Einbeziehung von End-of-Line-Maßnahmen vorgesehen. Sämtliche für die Durchführung des Forschungsprojekts benötigten Anlagen sind im Forschungsinstitut Futtermitteltechnik vorhanden und ermöglichen eine exakte Steuerung der Prozesse sowie die detaillierte Beschreibung aller relevanten Prozessparameter.

Ausgangsmaterial für die experimentellen Untersuchungen ist Ferkelfutter, für das eine intensive Veredlung – vor allem im Hinblick auf den Stärkeaufschluss und die Hygienisierung – von großer Bedeutung ist. Um die für übliche Konzentrationen geringe Analysengenauigkeit zu erhöhen, werden die Formulierungen der einbezogenen Zusatzstoffe dem Futter in erhöhten Konzentrationen als Bestandteile von Vormischungen zugefügt und eingemischt. Anschließend werden sie den jeweiligen Veredlungsprozessen unterzogen. Bei der Prozessführung werden die Futtermischungen unterschiedlich definiert intensiven Beanspruchungen ausgesetzt (siehe Abbildung 1-3).

Im Anschluss werden Sammelproben der Produkte entnommen und analysiert. Die chemischen und mikrobiologischen Analysen (die mikrobiologischen Analysen beschränken sich auf die Ermittlung der Gesamtkeimzahl, deren behandlungsbedingte Reduzierung als Maß für die Abschätzung des Hygienisierungserfolgs dient) liefern Erkenntnisse über Zusammenhänge zwischen wesentlichen Behandlungsparametern und erwünschten Effekten (Hygienisierung, Stärkeaufschluss – beim Druckkonditionieren) sowie unerwünschten Wirkungen der hydrothermischen bzw. mechanisch-hydrothermischen Behandlung auf die Zusatzstoffformulierungen. Zur Ermittlung von Schädigungen, die erst im Anschluss an den Beanspruchungsprozess auftreten, wird die Wiederfindung der



betreffenden Zusatzstoffe nach einer Lagerungsdauer von 1, 2 und 3 Monaten unter Normbedingungen (23 °C, 50 % rel. Luftfeuchtigkeit) bestimmt.

#### **4.1 Arbeitsabschnitte**

Das Versuchsfutter wird in Chargen von jeweils 250 kg hergestellt (für die Druckkonditionierungsversuche werden jeweils 1.000 kg benötigt, die durch das Zusammenfügen von 4 Teilchargen hergestellt werden), wobei die Zusatzstoffe dem mehlartigen Futter in einer Vormischung zugefügt werden. Zum Homogenisieren der Mischung wird ein Zweiwelken-Paddelmischer verwendet. Die Mischzeit beträgt jeweils 3 Minuten.

Das Programm des Forschungsprojekts ist modulhaft aufgebaut. Folgende Untersuchungen werden durchgeführt:

##### **I. Konventionelles Pelletieren**

Das Mischfutter wird mit einer Anlage mit Ringmatrizenpresse mit einem Durchsatz bis etwa 250 kg/h pelletiert. Für das Pelletieren ist eine Matrize mit 3 mm-Bohrungen und Kanallängen von 60 mm vorgesehen. Das Konditionieren erfolgt mit Sattedampf, bei den Einstellungen mit niedrigen Pressenausgangstemperaturen ggf. unter Zufügen von Wasser. Die Verweilzeit des Futters im Konditioneur beträgt etwa 45 Sekunden. Zur Untersuchung der Wirkung des konventionellen Pelletierens, bestehend aus Kurzzeitkonditionieren, Pressen und Kühlen des Futters, auf die Stabilität der originären Komponenten und der den Hauptbestandteilen zugefügten Zusatzstoffformulierungen wird die Endtemperatur des Mischfutters nach Matrizendurchgang als zu variierendes Maß für die Beanspruchung herangezogen. Die Endtemperatur wird in sechs Versuchseinstellungen sukzessive angehoben (Abbildung 1). Das kurzzeitkonditionierte Futter wird unmittelbar im Anschluss an die Konditionierung verpresst und gekühlt. Der resultierende Energieeintrag setzt sich aus der durch die Dampfzugabe im Konditioneur zugefügten hydrothermischen Energie und der mechanischen Energie des Verpressens zusammen und ist aus den Temperaturdifferenzen zwischen dem Futter vor und nach der Konditionierung und dem Pressen bzw. der Leistungsaufnahme der Presse zu berechnen.

##### **II. Druckkonditionieren**

Die Wirkung der Druckkonditionierung mittels Expander auf die dem Futter zugefügten Zusatzstoffformulierungen wird untersucht, indem die erzielte Maximaltemperatur des



Futters am Expanderkopf als variables Maß für die Beanspruchung der Komponenten dient. Diese Temperatur wird in drei Versuchseinstellungen sukzessive angehoben (Abbildung 2). Das gekühlte Expandat wird strukturiert, beprobt und untersucht. Zur Kennzeichnung der Beanspruchungsintensität werden der hydrothermische Energieeintrag im Konditioneur sowie der mechanische Energieeinträge im Expander ermittelt.

### **III. Langzeitkonditionieren und Pelletieren**

Zur Untersuchung der Wirkung des Langzeitkonditionierens und des anschließenden Pelletierens auf die Zusatzstoffstabilität wird dem Konditioneur zur Verlängerung der Verweilzeit unter Temperatur- und Feuchtigkeitsbeanspruchung ein beheizbarer Reifekessel nachgeschaltet, den das kurzzeitkonditionierte Futter kontinuierlich im Massenstrom durchströmt. Aufgrund der wesentlichen Bedeutung der Verweilzeit für die Stabilität empfindlicher Zusatzstoffe werden in den Versuchseinstellungen zwei Beanspruchungstemperaturen im Reifekessel einbezogen und mit jeweils vier unterschiedliche Verweilzeiten, die über den Austrag aus dem Reifekessel eingestellt werden, kombiniert (Abbildung 3). Für die Untersuchungen wird sowohl nach der hydrothermischen Beanspruchung gekühltes als auch im Anschluss pelletiertes Material herangezogen. Bei ausgewählten Einstellungen wird das Futter durch Säurezusatz gegen Rekontaminationen geschützt. Die für die Versuchseinstellungen zu ermittelnden Energieeinträge setzen sich aus der durch die Dampfzugabe im Kurzzeitkonditioneur zugefügten hydrothermischen Energie sowie optional der mechanischen Energie des Verpressens zusammen.

### **IV. End-of-Line-Maßnahmen**

Getrennt von den anderen Arbeitsabschnitten sollen mit End-of-Line-Maßnahmen Verfahrensalternativen zur kontinuierlichen sowie diskontinuierlichen Einbringung geeigneter Zusatzstoffformulierungen untersucht werden. Details zu den durchzuführenden Untersuchungen werden nach Bearbeitung der anderen Module in Abhängigkeit von deren Resultaten festgelegt. Sie werden den an den Untersuchungen interessierten Mitgliedsunternehmen umgehend mitgeteilt.