

3. Verfahren für eine industriemäßige Ferkelhaltung

Als Ergebnis der Untersuchungen konnte ein Verfahren für die Ferkelhaltung vorgeschlagen werden, das den Anforderungen an eine industriemäßige Produktion gerecht wird. Folgende Bedingungen wurden realisiert:

- Weitgehende Trennung der technischen Ausrüstung in spezialisierte Funktionsbereiche
- Anordnung von komplizierten Arbeitselementen stationär in zentralen Einrichtungen (Futteraufbereitung und -dosierung, Restfuttermrückgewinnung, Reinigung und Desinfektion der Käfige und Fütterungseinrichtung, Umstallung, Tierkontrolle und -pflege)
- Günstige Arbeitsbedingungen für Bedienungs- und Pflegepersonal
- Gewährleistung günstiger Umweltbedingungen für die Tiere (Einzelhaltung, Einzeldosierung des Futters, automatisierbare Lehend-Tot-Kontrolle durch Restfuttermessung)
- Möglichkeit der Realisierung aller Förderaufgaben im Haltingsabschnitt (außer Luft) mit einem einheitlichen Fördersystem
- Entmistung während der Haltung ohne mechanische Arbeitselemente

Als schon in Tierversuchen erprobte neue technische Prinzipien sind ein Fütterungselement für Flüssigfutter /4/

und eine Aufzucht- und Transporteinheit /5/ zu nennen. An der Vervollkommnung der konstruktiven Lösungen wird weitergearbeitet.

4. Zusammenfassung

Es wird eine Methode zur Erarbeitung neuer konstruktiver Prinzipien vorgeschlagen.

Die Analyse erfolgt bis zu Wirkpaarungen und der Aufstellung von Grundprinzipien.

Die Synthese wird in mehreren Konkretisierungsstufen durchgeführt.

Abschließend wird auf eine technische Ausrüstung zur industriemäßigen Ferkelhaltung, die nach dieser Methode erarbeitet wurde, hingewiesen.

Literatur

- /1/ Engler, B./H. Birnbaum: Rationalisierung der technischen Vorbereitung im Anlagenbau. Fertigungstechnik und Betrieb 22 (1972) H. 4, S. 194-198.
- /2/ Hansen, F.: Konstruktionsystematik. Berlin: VEB Verlag Technik 1968, 3. Auflage.
- /3/ Mätzold, G.: Technologische Probleme bei der sozialistischen Rationalisierung der Tierproduktion. Dt. Agrartechnik 22 (1972) H. 2, S. 71-73
- /4/ —: Fütterungselement für Flüssigfutter. WP A 01 K/154293, Patentschrift 89 279
- /5/ —: Aufzucht- und Transporteinheit für die Haltung von Tieren, vorzugsweise für abgesetzte Ferkel. WP A 01 K/154058, Patentschrift 87693 A 9186

Möglichkeiten zur Beeinflussung der Viskosität und des Absetzverhaltens von Flüssigfutter in der Ferkelaufzucht

Dipl.-Ing. H. Egly, KDT*

1. Problemstellung

In industriemäßig produzierenden Anlagen, die Flüssigfutter einsetzen, stellen die Fließeigenschaften der Futtermittel eine entscheidende Grundlage für die Konstruktion der technischen Ausrüstung dar.

Bei der Aufzucht frühabgesetzter Ferkel sowie bei der mutterlosen Ferkelaufzucht werden vitamin- und eiweißreiche Futtermittel verwendet. Eine Voraussetzung für den ökonomischen Umwandlungsprozeß dieser hochwertigen Futtermittel in tierische Substanz ist u. a. ein Minimum an Futterverlusten. Sowohl in stationären Rohrleitungssystemen als auch in mobilen Futterverteilern ist dem Problem „Verlustsenkung“ große Bedeutung beizumessen.

Eine Analyse der auftretenden Futterverluste zeigte, daß drei Anteile zu unterscheiden sind /1/ /2/:

- aktive Verluste durch das Tier (Beim Freßvorgang wird u. a. Flüssigfutter aus dem Trog verspritzt.)
- passive Verluste durch das Tier (Besonders bei der mutterlosen Aufzucht kommt es vor, daß Tiere die angebotene Futtermittelration nicht aufnehmen. Sofern hier keine Restfuttermittelrückgewinnung erfolgt, handelt es sich um Futterverluste.)
- technische Verluste (Auf dem Weg von der Zubereitung bis zum dem Tier zugänglichen Bereich treten Verluste vorwiegend durch anhaftende Filme auf.)

Gegenstand der weiteren Betrachtungen sollen die „Technischen Verluste“ sein. Die Untersuchungen haben das Ziel, Möglichkeiten zur Minderung der Haftfilmdicke, der Vermeidung bzw. Verminderung der Sedimentation und einer Verbesserung des Fließverhaltens zu finden, wobei die Eigenschaften des Flüssigfutters im Hinblick auf die Tierernährung nicht negativ beeinflusst werden dürfen.

2. Theoretische Betrachtungen

Die Fließeigenschaften, die Haftfilmdicke und das Absetzverhalten stehen in enger Wechselbeziehung. Da es sich bei Flüssigfutter in der Ferkelaufzucht oder bei Sauermilchersatzpräparaten um keine Newtonsche Flüssigkeit handelt, sondern um ein Gemisch aus verschiedenen Substanzen mit unterschiedlichen Eigenschaften, ist eine Berechnung nach den Gesetzmäßigkeiten der Strömungslehre nicht unmittelbar möglich /3/.

2.1. Anforderungen an Flüssigfutter aus technischer Sicht

Betrachtet man die Zusammenhänge, so ist folgender Sachverhalt festzustellen:

2.1.1. Zum Fließverhalten (Scheinviskosität)

Beim Fördern von Flüssigfutter in Rohrleitungen ist die Antriebsleistung vom Druckverlust in der Leitung und von der zu fördernden Menge je Zeiteinheit abhängig /3/. Eine Verminderung der Viskosität senkt die erforderliche Antriebsleistung und ist deshalb für den Förderprozeß anzustreben.

2.1.2. Zum Absetzverhalten

Das Absetzverhalten bzw. die Entmischung, sowohl bei der Lagerung als auch beim Förderprozeß in stationären Rohren (Steigrohren) oder mit mobilen Verteilern, hat negative Auswirkungen auf den technologischen Ablauf durch Beeinflussung des physikalischen Fördervorgangs (Energie) und auf die gleichmäßige Versorgung der Tiere mit Nährstoffen. Weiterhin kann ein starkes Absetzen der festen Futterbestandteile zu Verstopfungen von Pumpen und zu anderen Funktionsstörungen führen.

* Universität Rostock, Sektion Landtechnik (Direktor: Prof. Dr. sc. techn. Chr. Eichler)

2.1.3. Zum Haftfilm

Eine geringe Haftmenge an den Wandungen der technischen Einrichtungen mindert die Futterverluste und ist deshalb aus ökonomischen Gesichtspunkten anzustreben.

2.2. Gesetzmäßige Wechselwirkungen zwischen den Eigenschaften der Mischungsbestandteile

Die Viskosität (Scheinviskosität) wird vorwiegend beeinflusst vom Trockensubstanzgehalt, von den Eigenschaften der Mischungsbestandteile, von der Temperatur, vom Druck und von den Grenzschichteneigenschaften zwischen der Trägerflüssigkeit und den Feststoffteilchen.

Da die Futtermischungen aus einer derart großen Vielzahl von verschiedenen Komponenten bestehen, seien nur die wichtigsten angeführt ^{4/}:

Talgmilchpulver, Magermilchpulver, Volleipulver, Eiweißpulver, Hafermehl, Reismehl und Austauschstoffe (wie Blutmehl, Fischmehl, Zellaugennitridhefe u. a. m.).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß in den Sauermilchersatzpräparaten Eiweiß, Fett, Kohlenhydrate, Wasser, Minerale und Vitamine aufgeten. Einige Rezepte sehen auch organische Säuren vor.

- Eiweiß bzw. Eiweißpulver ist in Wasser gut löslich. Es bewirkt eine Erhöhung der Viskosität und neigt zum schleimigen Haften.
- Fett ist in Wasser unlöslich. Bei einem Zersprühen oder bei intensiven Mischvorgängen liegt das Fett in feinen Tröpfchen vor. Anzustreben ist eine stabile Suspension. Erfahrungen zeigen jedoch, daß das Fett ohne zusätzliche Maßnahmen stark zu Koaleszenserscheinungen neigt und somit eine Entmischung bewirkt.
- Kohlenhydrate sind nicht direkt löslich, zeigen aber eine sehr ausgeprägte Quellneigung, d. h. sie nehmen Wasser auf und werden flexibel. Je nach Konzentration nimmt die Scheinviskosität relativ stark zu (schleimig bis kleisterähnlich).
- Organische Säuren (Zitronensäure, Ameisensäure u. a.), einige sauer reagierende Mineralstoffe (wie z. B. Kupfersulfat, Manganchlorid u. a.) und einige Vitamine (wie z. B. Vitamin C-Ascorbinsäure) bewirken eine Herabsetzung der Oberflächenspannung des Wassers, verursachen aber gleichzeitig ein Koagulieren der Proteine. Koaleszenserscheinungen werden durch ein saures Medium ebenfalls beschleunigt.

Einen entscheidenden Einfluß auf das Verhalten derartiger Mischungen haben die Grenzflächenspannungen zwischen Teilchen und Flüssigkeit. Eine hohe Oberflächenspannung der Trägerflüssigkeit bewirkt, daß ein Ausfallen der schwebenden Teilchen beschleunigt wird. Ist dagegen die Oberflächenspannung sehr klein, hat dies eine gute Benetzung zur Folge, — die Grenzflächenspannung ist niedrig und das Teilchen wird von der Flüssigkeit besser gehalten.

Die Teilchengröße, die Teilchenform und der Dichteunterschied haben ebenfalls einen Einfluß auf die Sedimentation. Teilchen, die in kolloidaler Größenordnung vorliegen, liefern relativ stabile Mischungen. Liegt der Trockensubstanzgehalt unter 15 und 18 Prozent, erfordert die Herstellung relativ stabiler Gemische weitere Maßnahmen. So macht es sich erforderlich, koagulations- und koaleszenzhemmende, — d. h. oberflächenspannungsmindernde (nicht saure) — Zusatzstoffe zu verwenden. Derartige Stabilisatoren bzw. Emulgatoren bewirken bei der Trägerflüssigkeit eine Verminderung der Oberflächenspannung von etwa 62 auf 20 bis 25 dyn/cm bei Zugaben von 0,5 bis 2 Prozent bei rd. 25 °C.

Besonders günstige Wirkungen haben auf neutrale Fett-Eiweiß-Wasser-Suspensionen langkettige Fettsäureester der Saccharose. Geht man von der praktischen Anwendung derartiger Zuckertenside in der Molkereiwirtschaft aus, erscheint die Einführung solcher verbesserter Futteraufbereitungsverfahren als erfolversprechende Maßnahme bei der Flüssigfuttersversorgung in industriellen Großanlagen.

Die Fließ- und Hafteigenschaften an den Werkstoffwandungen werden durch die multivalenten Kraftwirkungen innerhalb der Dispersion einerseits und durch die Oberflächeneigenschaften des Werkstoffs andererseits bestimmt. Die Oberflächeneigenschaften des Werkstoffs sind die entscheidenden Bestimmungsgrößen des Werkstoffs. Die van der Waalschen Anziehungskräfte und die Bornschen Abstoßungskräfte treten bei verschiedenen Werkstoff-Flüssigkeitspaarungen unterschiedlich stark in Erscheinung ^{5/}. Bei Werkstoffen mit hydrophiler (wasseranziehender) Oberfläche überwiegen die van der Waalschen Kräfte — es kommt zur Ausbildung von Menisken, die Oberflächenspannung ist relativ hoch (> 40 dyn/cm) der Randwinkel ist relativ klein ($< 60^\circ$), die Adhäsionsarbeit relativ groß, — es liegt eine gute Benetzbarkeit vor (Glas, Stahl, Aluminium). Bei Werkstoffen mit hydrophober (wasserabstoßender) Oberfläche überwiegen die Bornschen Abstoßungskräfte — die Oberflächenspannung ist niedrig, die Adhäsionsarbeit ebenfalls, der Randwinkel wird relativ groß ($> 90^\circ$) — es handelt sich um nicht benetzende Stoffe (Bohnerwachs, Talg, Stearin, Polyäthylen, Polycarbonat, Polytrifluorchloräthylen oder Heideflon). Eine zunehmende Oberflächenrauheit erhöht den Strömungswiderstand und vergrößert die Haftmenge.

Die Dicke des Haftfilms bzw. die Haftmenge ist abhängig von den Kohäsionskräften der Dispersion und den Adhäsionskräften zwischen Werkstoffoberfläche und Flüssigkeit. Bei Newtonschen Flüssigkeiten ist die Haftfilmdicke unter Einwirkung der Erdbeschleunigung eine Funktion der Zeit. Der Grenzwert der Haftfilmdicke liegt bei einem Moleküldurchmesser (Kriechöle, Öl und Benzin auf Wasser). Bei Futtermittelgemischen mit unterschiedlichen Komponenten treten grundsätzlich andere Erscheinungen auf. Eine besondere Rolle spielt das Fett. Sofern keine wirksamen Emulgatoren die feinen Fetttropfchen in der Trägerflüssigkeit (Wasser) stabil halten, kommt es zu einer Anlagerung der Fettteilchen an den Wandungen. Hier zeigen sie eine gute Benetzbarkeit.

Unterstützt von Koaleszenserscheinungen bildet sich ein Fettfilm auf der Werkstoffoberfläche, der nur mit fettlösenden Waschmitteln zu entfernen ist. Sind die Fettanteile in Mizellen¹ gebunden, ist die Homogenität und Stabilität besonders gut. Eine Mizellbildung hat jedoch z. T. ein Thixotropieverhalten zur Folge, das einem guten Fließverhalten entgegenwirkt.

Eine Solubilisation in Verbindung mit Tensiden zur Erhöhung der Homogenität bei gleichzeitiger Verbesserung der hydrophilen Eigenschaften der Dispersion erscheint als günstigste Variante der Flüssigfuttersaufbereitung.

Noch zu klären wäre die Frage der Bekömmlichkeit von Zuckertensiden. Es ist jedoch zu erwarten, daß hier keine Bedenken angebracht sind; denn für die menschliche Ernährung und für Kleinkinder sind diese Emulgatoren unbedenklich. Notwendig erscheint auch eine Klärung der Frage, ob das Futter für frühabgesetzte Ferkel angesäuert besser ist oder nicht.

3. Schlußfolgerungen für die Anwendung

Zur Herstellung von Flüssigfutter aus Wasser (Milch, Magermilch o. ä.) und Zusatzstoffen sollten diese vor der Zubereitung pulverfein gemahlen werden. Ein Mahlen nach dem Mischen mit Wasser in Kolloidmühlen ist ebenfalls möglich (besonders bei hohem Gehalt an Kohlenhydraten). Der Trockensubstanzgehalt sollte zwischen 10 und 20 Prozent liegen (bei Talgmilchbasis 12 bis 16 Prozent). Der Fettanteil sollte möglichst an eine Trockenkomponente gebunden werden (wie bereits bei Talgmilch). Zur Stabilisierung der Emulsion wird je nach Fettart und Menge 0,3 bis 1,5 Prozent eines Zuckertensids dazugegeben (Saccharasemo-

¹ Gruppe von Einzelmolekülen, die durch Nebenkraft zusammengehalten werden und die Größe von Kolloidteilchen erreichen

nolaurat, Dodecylsaccharoseurethan oder Margamuls und Amomuls MS vom VEB Chemische Werke Buna).

Als Werkstoffe sollten solche mit niedriger Oberflächenspannung, wie Polyäthylen und Heideflor, verwendet werden.

4. Zusammenfassung

Bei Flüssigfutter für frühabgesetzte Ferkel mit einem Trokensubstanzgehalt von 10 bis 20 Prozent und Hauptmischungsbestandteilen aus Eiweiß, Fett und Kohlenhydraten werden die Homogenität, die Stabilität, die Fließeigenschaften und die Haftverluste durch die Anwendung von Zuckertensiden günstig beeinflusst. Die Teilchengröße sollte durch mechanische Zerkleinerung bis in kolloidale Größenordnung gebracht werden. Die geeignetsten Werkstoffe sind Polyäthylen und Heideflor.

Zu einigen technologischen Fragen der Aussaat von Wintergetreide durch Agrarflugzeuge

1. Wintergetreideaussaat — ein neues Arbeitsgebiet für Agrarflugzeuge

Seit einiger Zeit werden in einer Reihe von Landwirtschaftsbetrieben verschiedener Gebiete der DDR verstärkt Agrarflugzeuge zur Aussaat von Wintergetreide eingesetzt. So ließen z. B. allein im Kreis Güstrow, Bezirk Schwerin, 1970/71 21 LPG, VEG und kooperative Einrichtungen Winterroggen und z. T. auch Winterweizen auf insgesamt rund 800 ha Anbaufläche durch Agrarflugzeuge der Interflug aussäen. Heute beträgt die jährlich mit dem Flugzeug ausgesäte Fläche in diesem Kreis rund 1200 ha.

In den letzten beiden Jahren (1971 und 1972) wurde im Gebiet der DDR Wintergetreide auf einer Ackerfläche von jährlich 15000 bis 20000 ha aus der Luft ausgesät. Das starke praktische Interesse an dieser neuen Einsatzmöglichkeit von Agrarflugzeugen unterstreicht gleichzeitig die Notwendigkeit, verschiedene damit verbundene Probleme näher zu untersuchen und ein entsprechendes Verfahren zu entwickeln.

2. Technisch-technologische Fragen des Flugzeugeinsatzes

2.1. Flugzeug und Flugtechnologie

Bei der Breitsaat vom Flugzeug aus ist besonders auf eine gleichmäßige Verteilung des Saatguts über die zu besäende Fläche zu achten. Die besten technischen Voraussetzungen dafür besitzt das Agrarflugzeug Z-37, dessen Schleuderstreuausrüstung sich gut für die Saatgutverteilung eignet. Gegenwärtig sind die Streuanlagen M-63 und M-64 (Bild 1) im Einsatz, ab 1974 werden die Flugzeuge Z-37 mit der verbesserten Anlage M-72 ausgerüstet.

Wesentlich ist eine möglichst genaue Einhaltung der Arbeitsfluggeschwindigkeit von 130 km/h = 36 m/s sowie der Arbeitsflughöhe durch den Piloten; sie sollte bei normalen Witterungsbedingungen im allgemeinen 10 bis 15 m betragen. Da sich bei Saatgut die Gefahr einer ungleichmäßigen Verteilung mit zunehmendem Windeinfluß vergrößert, sind die Arbeiten bei Windgeschwindigkeiten über 5 m/s und bei Abweichung der Windrichtung von der Flugachse um mehr als 30° einzustellen. Zur näheren Definition der Grenzbereiche und zur Kennzeichnung von Ausnahmebedingungen sind weitere Untersuchungen erforderlich.

* Institut für Düngungsforschung Leipzig-Potsdam der AdL der DDR (Direktor: Prof. Dr. sc. K. Beer)

Literatur

- 1/ Rössel, D.: Spezielle technische Untersuchungen zur Erforschung der Zusammenhänge zwischen technischer Ausrüstung und tierischer Leistung für Ferkel ab 4 Tagen Lebenszeit unter den Bedingungen der industriellen Schweinefleischproduktion. Forschungszwischenbericht 1970, Sektion Landtechnik, Universität Rostock (unveröffentlicht), S. 94–99
- 2/ Egly, H.: Gestaltung einer Fütterungseinrichtung für die Ferkelaufzucht mit Flüssigfutter in industriemäßigen Produktionsanlagen. Teilbericht zum Forschungsbericht 1972 Sektion Landtechnik, Universität Rostock (unveröffentlicht), S. 24 ff.
- 3/ Janßen, M.: Technik der Arbeitswirtschaft bei Flüssigfütterung, insbesondere in der Hackfruchtmast. KTL-Berichte über Landtechnik, Frankfurt/M. 1969, S. 45 ff.
- 4/ Freitag, B.: Untersuchungen zur optimalen Reinigung und Desinfektion von technischen Ausrüstungen in Ferkelproduktionsanlagen. Studie zum Forschungsbericht 1972, Sektion Landtechnik, Universität Rostock (unveröffentlicht), S. 11 ff. u. 77
- 5/ Beyer, H.: Lehrbuch der organischen Chemie. Leipzig: S. Hirzel-Verlag 1961, S. 309 ff. A 9185

Dr. sc. W. Heymann*

2.2. Verteilungsgenauigkeit des Saatguts und Arbeitsqualität

Die Arbeitsqualität bei der aviotechnischen Getreideaussaat ist abhängig von

- genauer Einhaltung der flugtechnologischen Parameter
- der Leistungsfähigkeit der Avio-Streuanlage und
- den physikalisch-mechanischen Eigenschaften des jeweiligen Saatguts.

Die wichtigste Grundlage für die erreichbare Streugenaugigkeit bei seitlicher Überlappung der einzelnen Streubahnen bildet das von diesen Faktoren bestimmte Streubild (typische Verteilungskurve des Saatguts über die Gesamtstreubreite). Bei der Streuanlage M-64 ergeben sich für die Wintergetreidearten unter Normalbedingungen die im Bild 2 dargestellten Streubilder. Eine Streukurve ist dann günstig zu beurteilen, wenn sie

- möglichst weitgehend symmetrisch ist,
- keine hohe Mittelspitze aufweist,
- weit ausladende flache Seitenflanken besitzt und
- eine absolute Breite von etwa 40 m aufweist.

Sind diese Voraussetzungen gegeben, dann kann im Bereich ab 9 m Arbeitsbreite aufwärts eine beliebige seitliche Überlappung der Streubahnen gewählt werden, ohne daß die

Bild 1. Streuanlage M-64 zum Agrarflugzeug Z-37

