

Bernhard Zacharias, Christoph Herzog, Hansjörg Schrade und Hans Schenkel

Beurteilung der Funktionsfähigkeit einer Fütterungsanlage mit pneumatischer Futterverteilung

In schweinehaltenden Betrieben wird die bedarfsgerechte Nährstoffversorgung der Tiere durch die Funktionsfähigkeit der Fütterungsanlage wesentlich mitbestimmt. Deshalb wurde an einer unter Praxisbedingungen eingesetzten Anlage die Funktionsfähigkeit anhand der Dosier- und Einstellfehler, der Mischfehler und der Reproduzierbarkeit der Mischung sowie der Verschleppung untersucht. Die Dosier- und Einstellfehler lagen unter 6 %. Bei Sollmengen von 300 g und 600 g traten bei Calcium Mischfehler von 33 bzw. 15 % auf. Bei einer Sollmenge von 4 000 g ging der Mischfehler auf 8 % zurück. Die Verschleppung war bei Calcium mit 30,53 % hoch. Die analysierten Mischfehler und die Verschleppungen bei den Elementen Magnesium und Phosphor wiesen unter Berücksichtigung des Analysenfehlers darauf hin, dass eine weitgehend homogene Einmischung und kontaminationsfreie Verteilung erfolgte.

Schlüsselwörter

Dosierfehler, Einstellfehler, Mischfehler, Reproduzierbarkeit, Verschleppung

Keywords

Error of dosage, error of adjustment, error of mixing, repeatability of mixing, carry over

Abstract

Zacharias, Bernhard; Herzog, Christoph; Schrade, Hansjörg and Schenkel, Hans

Evaluation of the functional capability of a feeder with pneumatic conveying

Landtechnik 66 (2011), no. 4, pp. 243–245, 4 tables, 6 references

The functional capability of the feeder can play a pivotal role in providing essential nutrients for animals according to the requirement. Therefore, the functional capability of the feeder in a commercial pig farm was evaluated using the error of dosage, the error of adjustment, the error of mixing, the repeatability and the carry over of the feeder. The error of dosage and the error of adjustment did not exceed 6 %.

Dosing 300 g and 600 g of feed, for calcium an error of mixing of 33 and 15 % was found respectively. Dosing 4 000 g of feed the error of mixing was reduced to 8 %. For the carry over of calcium 30.53 % were found. For magnesium and phosphorus the error of mixing and the carry over indicated an almost homogenous mixing process and a minimized contamination of the feed.

Die Anmischung und pneumatische Verteilung von Futter über eine Fütterungsanlage ist aufgrund der physikalischen Eigenschaften des Futters eine technische Herausforderung für die Hersteller solcher Anlagen [1]. Von der Funktionsfähigkeit des Futtermisch- und Verteilsystems wird die bedarfsgerechte Nährstoffversorgung der Tiere wesentlich mitbestimmt [2]. Zur Beurteilung der Funktionsfähigkeit einer Fütterungsanlage mit pneumatischem Verteilungssystem auf einem schweinehaltenden Betrieb wurden zunächst die Dosier- und Einstellfehler der Anlage bestimmt. Nachfolgend wurden für die Mengenelemente Calcium, Magnesium und Phosphor die Mischfehler, die Reproduzierbarkeiten der Mischung und die Verschleppung ermittelt.

Material und Methoden

Die geprüfte Fütterungsanlage mit pneumatischer Futterverteilung (Spotmix Anlage, Schauer Maschinenfabrik GmbH & Co KG) bestand im Wesentlichen aus einem Portionsmischer, einem Luftverdichter, Transportleitungen mit Rohrweichen und

Rotationsverteiltern, Zyklonen an den Endventilen sowie einem Prozessrechner. Die Anlage wurde unter Praxisbedingungen in der Landesanstalt für Schweinezucht in Boxberg eingesetzt.

Dosier- und Einstellfehler

Für die Bestimmung von Dosier- und Einstellfehlern wurden 300 g, 600 g, 1 000 g, 2 000 g und 3 000 g Futter (61 % Weizen, 17 % Gerste, 19 % Sojaextraktionsschrot, 3 % Mineralfutter) als Sollmengen vorgegeben und in jeweils 10 Wiederholungen vom Mischer an ein Ventil transportiert. Der Einstellfehler ergibt sich aus der absoluten Abweichung der ausdosierten Menge von der vorgegebenen Sollmenge und wird in Prozent ausgedrückt. Der Dosierfehler ist der Variationskoeffizient der ausdosierten Istmengen:

$$\text{absolute Abweichung \%} = \frac{|\text{Sollwert} - \text{Istwert}|}{\text{Sollwert}} \cdot 100$$

$$\text{Variationskoeffizient} = \frac{\text{Standardabweichung}}{|\text{Mittelwert}|} \cdot 100$$

Mischfehler und Reproduzierbarkeit der Mischung

Für die Bestimmung des Mischfehlers und der Reproduzierbarkeit der Mischung wurde dem Prozessrechner der Fütterungsanlage eine Ration aus 77 % Weizen, 20 % Sojaextraktionsschrot und 3 % Mineralfutter zur Anmischung vorgegeben. In den Einzelkomponenten wurde Calcium (Ca), Magnesium (Mg) und Phosphor (P) bestimmt. Mit diesen Elementgehalten der Einzelkomponenten sowie den vorgegebenen prozentualen Anteilen der Einzelkomponenten in der Mischung wurde für alle Elemente ein Sollwert für die Mischung errechnet.

Nachfolgend wurden 300 g, 600 g und 4 000 g dieser Mischung in 3-facher Wiederholung erstellt und jeweils beprobt. In den Proben wurden Ca, Mg und P bestimmt und diese analysierten Werte mit den errechneten Sollwerten verglichen.

Der Mischfehler ergab sich aus der absoluten Abweichung der in den Mischungen analysierten Konzentrationen der Elemente von den errechneten Sollwerten. Die Reproduzierbarkeit der Mischung wurde durch den Variationskoeffizienten der in den Mischungen analysierten Elementkonzentrationen ausgedrückt.

Verschleppung

Für die Bestimmung der Verschleppung wurde zunächst 1 kg Futter (77 % Weizen, 20 % Sojaextraktionsschrot, 3 % Mineralfutter) an ein Ventil transportiert, anschließend 1 kg Weizen in 10-facher Wiederholung. Vor dem Transport des Weizens wurde von diesem eine Probe entnommen und Ca, Mg und P bestimmt. Die gemessenen Konzentrationen der Elemente wurden als Referenzwerte eingesetzt.

Die prozentuale Abweichung der Elementgehalte im Weizen nach dem Transport vom Referenzwert ergab die Verschleppung. Diese wurde als Mittelwert der 10 Wiederholungen angegeben.

Analytik

Die Bestimmung der Mengen- und Spurenelemente erfolgte entsprechend den Methoden des Verbandes der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalten [3]. Weiterhin wurde der Fehler der Analyse für jedes Element als Variationskoeffizient aus jeweils fünf Wiederholungsmessungen ermittelt.

Ergebnisse

Tabelle 1 zeigt die Dosier- und Einstellfehler. Mit Ausnahme des Dosierfehlers bei einer Sollmenge von 300 g lagen alle Fehler unter 5 %. Eine eindeutige Abhängigkeit der Dosier- und Einstellfehler von der Sollmenge konnte nicht festgestellt werden.

Tab. 1

Dosier- und Einstellfehler

Table 1: Error of dosing and error of adjustment

Sollmenge Target quantity	Dosierfehler Error of dosage	Einstellfehler Error of adjustment
g	%	%
300	5,39	3,90
600	4,12	3,48
1000	3,29	4,69
2000	2,06	2,08
3000	3,45	3,42

In **Tabelle 2** sind die Mischfehler und die Reproduzierbarkeiten der Mischungen für die einzelnen Elemente angegeben. Die höchsten Mischfehler und die schlechtesten Reproduzierbarkeiten traten bei den Sollmengen 300 g und 600 g bei Calcium auf. Der Fehler wurde jedoch mit steigenden Sollmengen

Tab. 2

Mischfehler und Reproduzierbarkeit der Mischung [%]

Table 2: Error and repeatability of mixing [%]

Sollmenge Target quantity	Mischfehler und Reproduzierbarkeit Error and repeatability of mixing	Ca	Mg	P
g		%	%	%
300	Mischfehler error of mixing	33,23	9,35	5,25
	Reproduzierbarkeit repeatability	33,66	11,65	4,27
600	Mischfehler error of mixing	15,48	6,95	5,18
	Reproduzierbarkeit repeatability	20,95	9,30	6,04
4000	Mischfehler error of mixing	8,14	5,79	1,94
	Reproduzierbarkeit repeatability	6,35	2,21	2,69

geringer. Der geringste Mischfehler trat bei allen Sollmengen bei Phosphor auf.

Die Verschleppung war bei Ca mit 30,53 % am größten und mit 3,06 % bei P am geringsten (**Tabelle 3**). Auch der Analysenfehler war mit 6,88 % bei Ca verglichen mit den anderen Elementen am höchsten (**Tabelle 4**).

Tab. 3

Mittelwert der Verschleppung [%]

Table 3: Mean of the carry over [%]

Ca	Mg	P
30,53	3,81	3,06

Tab. 4

Analysenfehler [%]

Table 4: Error of analysis [%]

Ca	Mg	P
6,88	3,04	2,23

Diskussion

Die Dosier- und Einstellfehler lagen in einem Bereich, bei dem eine ausreichend genaue Futtermengenzuteilung sichergestellt ist. Einstellfehler unter 5 % wurden auch in Untersuchungen an Fütterungsanlagen mit pneumatischer Futterverteilung als ausreichend eingestuft [4]. Beide Fehler hängen im Wesentlichen von der Anlage selbst sowie von der zu dosierenden Futtermenge ab. Die Dosiergenauigkeit der Einzelkomponenten in den Mischern ist durch eine technische Grenze der Anlage bestimmt. Diese Grenze wird auch durch die Auflösung der Waage von 10 g und die Ungenauigkeit der Dosierschnecken beeinflusst.

Von einem Einfluss der Futterzusammensetzung auf die Dosier- und Einstellfehler ist ebenfalls auszugehen [5]. In der vorliegenden Arbeit wurde zur Bestimmung der Dosier- und Einstellfehler nur eine einzige Futtermischung eingesetzt, die in ihrer Zusammensetzung einer praxisüblichen Ration für Schweine entsprach. Zum Einfluss unterschiedlicher Rationszusammensetzungen auf die Dosier- und Einstellfehler kann dementsprechend keine Angabe gemacht werden. Dies gilt auch für die Mischfehler und die Verschleppung. Obwohl in der vorliegenden Arbeit keine eindeutige Abhängigkeit des Einstellfehlers von der auszudosierenden Sollmenge zu beobachten war, ist prinzipiell jedoch davon auszugehen, dass der Einstellfehler mit steigenden Sollmengen sinkt. Grund hierfür ist der abnehmende relative Anteil einer bestimmten absoluten Abweichung an einer Sollmenge.

Im Gegensatz zu den Dosier- und Einstellfehlern, bei denen nur der Fehler der Wiegung der ausdosierten Futtermengen in das Ergebnis einfließt, kommt bei der Ermittlung des Mischfehlers mit dem Analysenfehler der Laboruntersuchung eine entscheidende Fehlerquelle hinzu. Dies gilt ebenso für die Verschleppung. Die Mischfehler bei Ca und Mg lagen bei al-

len Sollmengen über den jeweiligen Analysenfehlern. Bei P lag der Mischfehler nur bei der Sollmenge von 4000 g unter dem Analysenfehler. Eine deutliche Überschreitung zeigte sich bei Ca bei der Sollmenge von 300 g. Dies weist zusammen mit der schlechten Reproduzierbarkeit der Mischung darauf hin, dass eine homogene Einmischung von Ca bei der Sollmenge von 300 g in die Rationen nur schlecht möglich ist. Ebenso wurde für Ca mit 30,53 % die höchste Verschleppung ermittelt. Auch hier war der Fehler der Analyse deutlich überschritten.

Die hohen Werte für den Mischfehler und die Verschleppung von Ca sind nicht nur auf die Anlage zurückzuführen. Hier kann auch die Partikelgröße des eingesetzten Mineralfutters, das die Misch- und Verteilungsfähigkeit der Ration wesentlich mitbeeinflusst [6], entscheidend sein. Zudem erreicht der Mischfehler bei der Sollmenge von 4000 g Werte, die mit denen von Mg und P vergleichbar sind. Dies zeigt, dass der Mischfehler von der an- bzw. einzumischenden Menge abhängig ist.

Die Mischfehler und die Verschleppungen bei Mg und P überschritten die Analysenfehler weit weniger deutlich, sodass davon ausgegangen werden kann, dass eine annähernd homogene Einmischung und kontaminationsfreie Verteilung erfolgt.

Schlussfolgerungen

Die Dosier- und Einstellfehler der untersuchten Fütterungsanlage stellen eine ausreichend genaue Futtermengenzuteilung sicher. Bei praxisüblichen Sollmengen von 4000 g kann davon ausgegangen werden, dass die Elemente Ca, Mg und P weitgehend homogen in das Futter eingemischt werden. Eine höhere Verschleppung tritt nur bei Ca auf. Neben der Anlage kann dies jedoch auch durch das eingesetzte Mineralfutter bedingt sein.

Literatur

- [1] Cui, H.; Grace, J. R. (2006): Pneumatic conveying of biomass particles: a review. *China Particulol.* 4, S. 183-188
- [2] Groesbeck, C. N.; Goodband, R. D.; Tokach, M. D.; Dritz, S. S.; Nelssen, J. L.; Derouchey, J. M. (2007): Diet mixing time affects nursery pig performance. *J. Anim. Sci.* 85, S. 1793-1798
- [3] Naumann, K.; Bassler, R. (1976): Verband deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten. Methodenbuch III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Verlag J. Neumann-Neudamm, Melsungen, Berlin, Basel, Wien
- [4] Hephherd, R. Q.; Randall, M. J.; Lightfoot, A. L.; Armsby, A. W. (1982): Field trials of an automatic conveying and dispensing system for pelleted pig feeds. *J. Agric. Engng. Res.* 27, S. 455-463
- [5] McKendry, P. (2002): Energy production from biomass (part 1). Overview of biomass. *Bioresourc. Technol.* 83, S. 37-46
- [6] Friedrich, W.; Jansen, H. D. (1974): Mischgüte und Mischstabilität als Qualitätsmerkmale von Mischfutter. Übers. *Tierernährung* 2, S. 239-257

Autoren

Dr. Bernhard Zacharias ist am Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg für die Fütterung zuständig. Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg, Seehöfer Straße 50, 97944 Boxberg-Windischbuch, E-Mail: bernhard.zacharias@lsz.bwl.de

Christoph Herzog ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Landesanstalt für Landwirtschaftliche Chemie an der Universität Hohenheim.

Hansjörg Schrade ist Dienststellenleiter am Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg.

Prof. Dr. Hans Schenkel leitet die Landesanstalt für Landwirtschaftliche Chemie an der Universität Hohenheim.