

Futter optimal vermahlen

Methode zur Erfassung des Vermahlungsgrades vom Mehl ermittelt

Prof. Dr. Mechthild Freitag, Dr. Julia Pfeiffer, Dorothee Döhne, Fachhochschule Südwestfalen / Soest

Dr. Gerhard Stalljohann, LK NRW; Franz Korte, Firma EXTRA-Vit, Möhnesee

Dass Schweinefutter gemahlen werden muss, steht außer Frage. Ganze Körner werden ganz und unverdaut wieder ausgeschieden. Das Schwein ist zwar in der Lage, mit seinem Gebiss eine grobe Vorvermahlung vorzunehmen – das ist jedoch eher vergleichbar mit dem Zerreiben von Körnern zwischen Steinen. Um die im Getreide enthaltenen Nährstoffe nutzen zu können, müssen die Verdauungsenzyme bis an die einzelne Zelle gelangen, und das setzt eine intensive Zerkleinerung des Futters voraus. Je feiner das Getreide vermahlen ist, desto besser ist die Nährstoffausnutzung, also die Futtermittelverwertung. Fütterungsversuche haben gezeigt, dass bei einem hohen Anteil grober Futterpartikel die Ausschlagung ebenfalls schlechter wird.

Seit langem ist jedoch auch bekannt, dass zu feines Futter eine Überbeanspruchung des Verdauungstraktes hervorrufen kann. Zum einen wird es von den Tieren nicht gerne gefressen, so dass die Futteraufnahme sinkt. Wissenschaftliche Untersuchungen haben gezeigt, dass bei ad libitum Fütterung von grob geschrotetem Getreide mehr aufgenommen wird als von fein geschrotetem. Das gilt natürlich nur für mehlartiges Futter, nicht für Pellets. Zum anderen gibt es offensichtlich einen Zusammenhang zwischen einem hohen Anteil sehr feiner Partikel im Futter und dem Auftreten von Entzündungen bis zu Geschwüren am drüsenlosen Teil des Mageneingangs. Bei grob vermahlenem Futter entsteht im Magen der Schweine ein pH-Gradient, der von der wenig sauren, fast neutralen Region am Mageneingang bis zur sehr sauren Magenausgangsregion reicht. Mit Ausnahme des Mageneingangs ist die Magenwand durch eine dicke Schleimschicht vor der Magensäure geschützt. Bei sehr fein vermahlenem Futter wird der Mageninhalt zu schnell von Magensaft durchdrungen und der Magen vorzeitig entleert, so dass eine stabile Schichtung des Mageninhalts nur kurz oder gar nicht gebildet wird. Der saure Mageninhalt schwappt nach oben Richtung Mageneingang, der nicht durch Schleim geschützt ist, und führt dort zu Reizungen, den Vorstufen eines Magengeschwürs. Außerdem werden bei zu schneller Magenpassage Krankheitskeime, die mit dem Futter aufgenommen wurden, nicht ausreichend abgetötet und können dann Durchfall verursachen. Bei Salmonellenbelastungen im Betrieb wird deshalb empfohlen, gröber vermahlenes Futter einzusetzen.

Eine komplette Umstellung auf sehr grob vermahlenes Futter ist jedoch aus ökonomischen Gründen nicht sinnvoll, da in vielen Fällen die Nachteile durch Einbußen aufgrund der schlechteren Futtermittelverwertung und Ausschlagung bei grober Vermahlung die Vorteile der Magengesundheit überwiegen. Zur Optimierung beider Faktoren – Tiergesundheit und Ökonomie – ist eine Aufteilung in unterschiedliche Partikelgrößen anzustreben. Dazu werden von mehreren Forschergruppen Empfehlungen gegeben. Wie aus Tabelle 1 ersichtlich, variieren die Empfehlungen zur Partikelfraktionierung allerdings in einem weiten Bereich. Praxisempfehlungen sind aus der Übersicht nicht sicher abzuleiten, da die Analysen der Partikelgrößen in den Versuchsfuttermitteln nicht mit einheitlichen Verfahren durchgeführt wurden, die einzelnen Versuchsergebnisse also nicht vergleichbar sind. Bislang existierte

keine standardisierte Methode zur Ermittlung der Korngrößenverteilung in mehlförmigen Futtermitteln.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war daher die Entwicklung einer Siebmethode zur Bestimmung der Partikelgrößen in mehlförmigen Futtermitteln und die Überprüfung der Partikelfraktionierung in der landwirtschaftlichen Praxis.

Tab 1: Empfehlungen zur Partikelgrößenfraktionierung von mehlförmigen Futtermitteln für Schweine

Partikelgröße	Hoppenbrock et al., 1996 %	Kamp-hues et al., 2004 %	Ulbrich et al., 2004 %	Kamp-hues, 2007 %	Treiber, 2007 %	Wolf und Kamp-hues, 2007; %
>2 (1,4*) mm		5	5 - 10	20 - 30*		
1-2 mm			30 - 35			
>1mm		10		35 - 45		15 - 20
< 1 mm	≤ 70				≤ 60	
0,5 – 1 mm			30 -40			
< 0,5 mm			≤ 25		≤ 50	
< 0,4 mm				20 - 25		
< 0,2 mm		< 20				20

* Partikelgröße 1,4 mm in Kamphues, 2007

Entwicklung einer Siebmethode

Ein für den Routineeinsatz geeignetes Analyseverfahren muss bei möglichst geringem Zeitaufwand eine realistische Einschätzung des Vermahlungsgrades liefern und eine hohe Wiederholbarkeit aufweisen. Außerdem dürfen während der Siebung die Futterpartikel durch die mechanische Belastung nicht weiter zerkleinert werden. Bei der Untersuchung von Schweinefuttermitteln gilt dies in besonderem Maße für die Fraktionen mit den feinen Partikeln, da diese am ehesten geeignet sind, Gesundheitsprobleme zu verursachen. Diese Grundsätze wurden bei der Entwicklung der folgenden Methode zur Korngrößenfraktionierung von mehlförmigen Futtermitteln berücksichtigt.

Die Siebungen wurden mit einem Siebturm der Firma Retsch (Typ AS 200 control) durchgeführt. Zum Einsatz kamen Siebe mit den Maschenweiten 2 mm – 1 mm - 0,5 mm und 0,25 mm. Die Untersuchungen mit einem noch feineren Sieb wurden bald eingestellt, da die Siebzeit sich zu stark verlängerte. Die Siebe wurden übereinander gesetzt, 50 g Futter auf das oberste Sieb gegeben und so von den groben zu den feinen Sieben nach unten durch gesiebt. Die letzte Schicht wurde von einem Siebboden aufgefangen. Da auch das 0,25 mm Sieb leicht verstopfte, wurden als Siebhilfe drei Vulkollanwürfel (12 mm Kantenlänge) bzw. ein Kettenring auf das Sieb gelegt. Vergleichende Untersuchungen zeigten, dass für Schweinefutter Kettenringe als Siebhilfe besser geeignet sind als Vulkollanwürfel.



Abb. 1: Siebturm AS 200 control, Retsch GmbH (Foto: Döhne); Siebhilfe Kettenring (Foto: Pfeiffer)

Die Methodenentwicklung erfolgte mit Ferkelfutter aus der hauseigenen Mahl- und Mischanlage des Landwirtschaftszentrums Haus Düsse, da Ferkelfutter den höchsten Anteil feiner Partikel aufweist. Das Futter bestand aus Weizen, Gerste, Sojaextraktionsschrot aus geschälter Saat, Mais, Weizenkleie, Waffelmehl, Bierhefe, Calciumcarbonat, Sojaöl, Vormischung, Monocalciumphosphat, L - Lysin, Natriumchlorid, Calcium-Natriumphosphat, DL - Methionin, Kartoffeleiweiß, L - Threonin, und L - Tryptophan. Die Inhaltsstoffe für das Ferkelfutter betragen 17,5 % Rohprotein, 1,3 % Lysin, 4,8 % Rohfaser, 4,5 % Rohfett, 5,7 % Rohasche, 0,85 % Calcium, 0,6 % Phosphor, 0,22 % Natrium und 13,5 MJ ME / kg.

Als Siebparameter wurden Siebdauer und Siebintensität variiert. Die Laborsiebmaschine Typ AS 200 control ist eine Wurfsiebmaschine, auch Vibrationssiebmaschine genannt. Das Siebgut wird durch einen elektromagnetischen Antrieb in eine dreidimensionale Wurfbewegung gebracht, die zu einer Ausbreitung des Siebgutes auf der gesamten Siebfläche führt. Die Drehbewegung der Siebmaschine sorgt dafür, dass die Partikel beim nächsten Zurückfallen auf das Sieb eine andere Orientierung haben, so dass es ihnen möglich ist, bei entsprechendem Durchmesser durch die Maschen zu fallen. Je größer die Wurfhöhe der Partikel (Amplitude), desto intensiver die Siebung. Die Siebungen wurde bei verschiedenen Einstellungen wiederholt. bis bei der kürzest möglichen Siebdauer eine möglichst hohe Wiederholbarkeit erreicht wurde. Der Umfang der kleinsten Partikelfraktion war der Indikator, ob das Futter auch ausreichend ausgesiebt war. Es zeigte sich, dass

dieses Ziel bei einer Siebdauer von 7 Minuten und einer Amplitude von 1,5 am besten erreicht war. (Eine genaue Beschreibung der Methodenentwicklung sowie eine Liste der für diesen Artikel verwendeten Literatur sind bei der Erstautorin erhältlich).

Schnellverfahren: Siebung mit dem „Schaumann-Sieb“

Als einfache Methode, um in der Praxis einen Überblick über die Korngrößenverteilung eines Futtermittels zu bekommen, wird häufig ein Siebkasten verwendet, landläufig als „Schaumann-Sieb“ bekannt, da er über die Firma Schaumann zu beziehen ist. Der Siebkasten enthält 4 Kammern und unterteilt das Mehl in die Partikelfraktionen > 3 mm, 3-2 mm, 2- mm und < 1 mm. Eine weitere Differenzierung der Partikel kleiner als 1 mm ist mit dieser Methode nicht möglich.

Zur Siebung wird ein Holzklötzchen vor das Sieb in die linke (große) Kammer eingesetzt und die Kammer dann voll (100 Vol.-%) mit Mehl befüllt (Abb. 2 unten). Anschließend wird das Klötzchen entfernt, der Deckel geschlossen und der Kasten senkrecht gehalten und 3-5 Minuten geschüttelt. Zum Ablesen der Ergebnisse wird der Kasten wieder waagrecht hingestellt, der Holzklötz in die größte Kammer (Abb. 2 oben) eingesetzt und die Größe der Siebfractionen in Volumenprozent abgelesen.



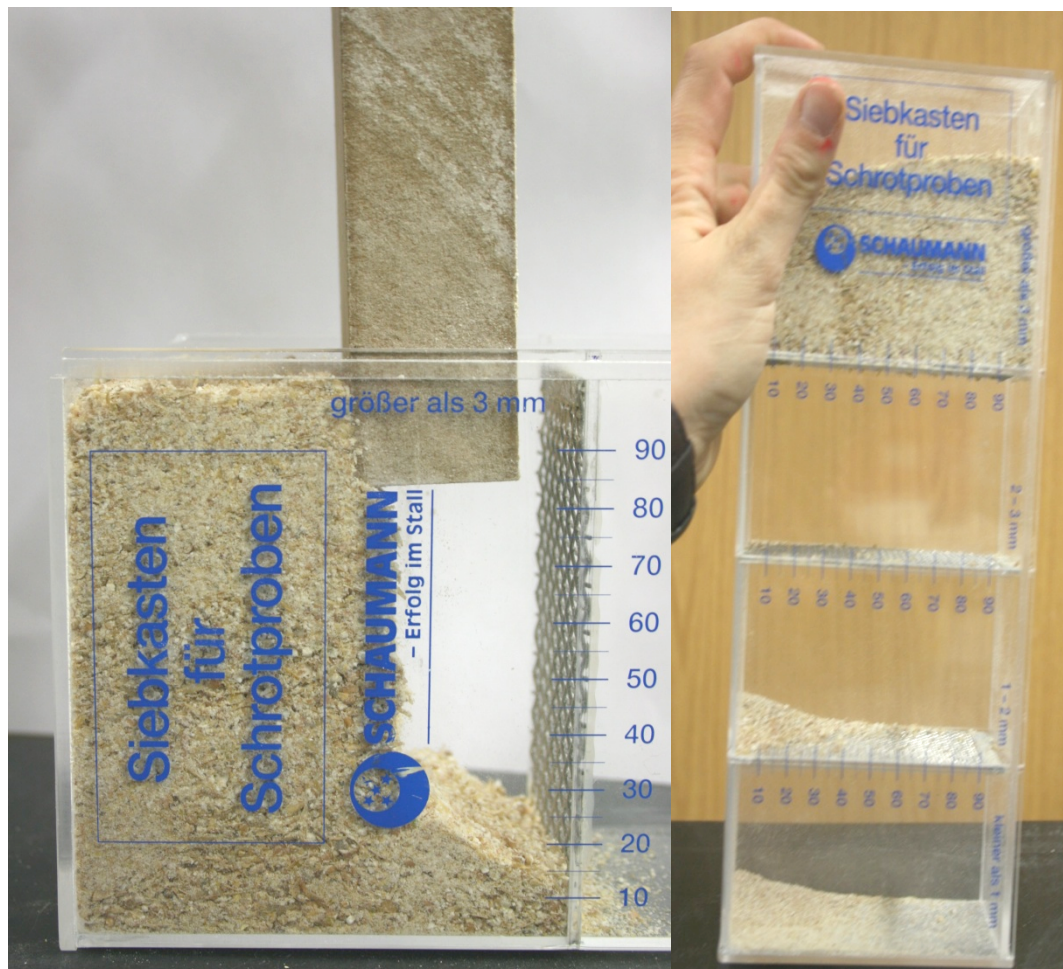


Abb. 2: Siebung mit dem Siebkasten für Schrotproben (Fotos: Pfeiffer)

Ein Vergleich der Verfahren „Siebturm“ und „Schaumann-Sieb“ ergab, dass mit der empfohlenen Futtermenge auch bei einer für eine manuelle Siebung sehr langen Siebdauer von 7 Minuten kein befriedigendes Ergebnis zu erzielen war. Es wurden im Vergleich zur Referenzmethode weniger als 80 % der Partikel < 1 mm ausgesiebt. Wurde die Auftragsmenge jedoch halbiert, konnte bei einer Siebdauer von 5 Minuten 90 % der Partikel < 1 mm ausgesiebt werden (Abb. 2). Dieses Ergebnis ist für die Praxis sicherlich akzeptabel und daher als Schnellmethode gut geeignet. Bei 3 Minuten Siebzeit wurden trotz Halbierung der Futtermenge dagegen nur gut 80 % der feinen Partikel ausgesiebt. Die empfohlene Siebdauer von 5 Minuten bei halber Befüllung (50 Vol. %) muss also eingehalten werden, um das Futter verlässlich beurteilen zu können.

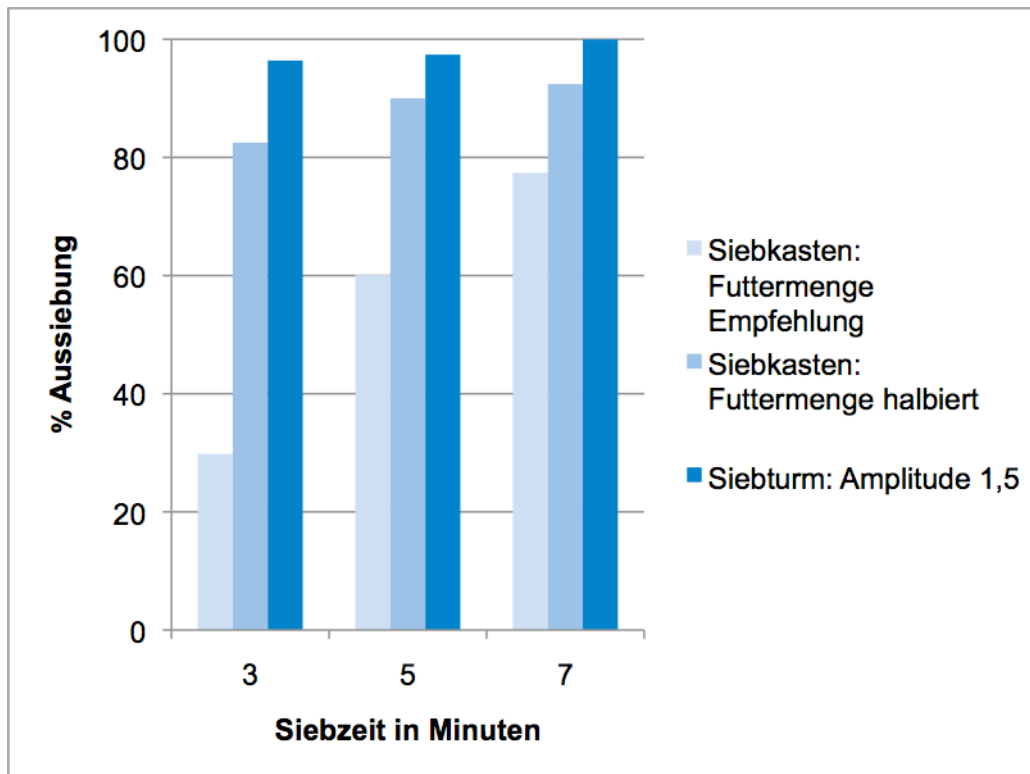


Abb. 3: Prozentuale Ausiebung der Partikelfraktion < 1 mm in Abhängigkeit von Siebdauer und –methode (Referenzwert: Siebturm AS 200 control, Amplitude 1,5; 7 Minuten Siebzeit)

Partikelgrößenverteilung in der Praxis

Sichere Empfehlungen zur Korngrößenverteilung in Schweinefuttermitteln können aus den oben genannten Gründen (sehr uneinheitliche Empfehlungen in der Literatur, bisher keine Standardmethode zur Bestimmung der Partikelgrößen) aktuell nicht gegeben werden. Von der Tierärztlichen Hochschule Hannover (Kamphues, 2009) wird jedoch für Mastschweine folgende Verteilung empfohlen: mindestens 15-30 % > 1 mm, maximal 35 % < 0,2 mm. Als zu fein gilt eine Verteilung von weniger als 5 % > 1 mm und mehr als 40 % < 0,2 mm.

Um zu überprüfen, in wieweit diese Empfehlungen in der Praxis eingehalten werden, wurden auf 49 Betrieben aus ganz Deutschland von insgesamt 113 Schweinefuttermitteln jeweils eine Probe desselben Futters am Mischer und eine am Trog gezogen und in den Laboren für Tierphysiologie der FH Südwestfalen / Soest auf die Korngrößenverteilung untersucht. Die Siebung musste vor Abschluss der Methodenentwicklung durchgeführt werden. Daher wurden als Siebparameter die Amplitude 1 bei einer Siebdauer von 9 Minuten gewählt, die in den bis dahin durchgeführten Analysen die beste Wiederholbarkeit gezeigt hatten. Ein Ziel der Untersuchung war ein Vergleich der Korngrößenfraktionierung von Ferkel-, Sauen- und Mastfuttermitteln. Außerdem sollte überprüft werden, ob es auf dem Weg vom Mischer zum Trog durch feine oder grobe Partikel zu Entmischungen kommt.

Zwischen den Futterproben waren kaum Unterschiede in der durchschnittlichen Korngrößenverteilung festzustellen. Ca. 40 bis 45 % der Futterpartikel waren größer oder gleich 1 mm und 30 % kleiner als 0,5 mm (Tab. 4). Damit entsprach die Korngrößenfraktionierung in etwa den in der Literatur empfohlenen Werten. Kleiner als 0,25 mm waren lediglich ca. 15 bis 17 %. Auch in dieser Fraktion werden somit die

empfohlenen Werte eingehalten. Lediglich ein Ferkelfutter hatte mehr als 35 % Partikel kleiner als 0,25 mm und war damit als zu fein vermahlen einzustufen.

Tab. 2: Korngrößenfraktionierung der Futterarten in % der Gesamtprobe (Entnahmeort: Mischer; Median) Differenzen zu 100 % ⇒ Verluste bei der Siebung

	Korngrößenfraktionen				
	> 2 mm	1 – < 2 mm	0,5 – < 1 mm	0,25 – < 0,5 mm	< 0,25 mm
Sauenfutter (n=53)	5,1	37,1	27,0	14,8	14,9
Mastfutter (n=28)	5,9	36,8	26,6	13,2	16,1
Ferkelfutter (n=32)	6,0	32,7	25,9	14,6	16,7

Ein anderes Bild ergab sich bei der Betrachtung der groben Futterpartikel. Von 113 Mischerproben hatten 85 mehr als 35 % Partikel größer als 1 mm und sind damit als grob geschrotet einzustufen. Mehr als 50 % grobe Partikel hatten 29 Futtermittel, 8 sogar mehr als 60 %. Grob vermahlen waren überwiegend Sauenfuttermittel, aber auch Ferkel- und Mastschweinefutter hatten zum Teil einen sehr hohen Anteil grober Partikel (Abb. 4). Hier sind sicherlich noch ökonomische Reserven vorhanden!

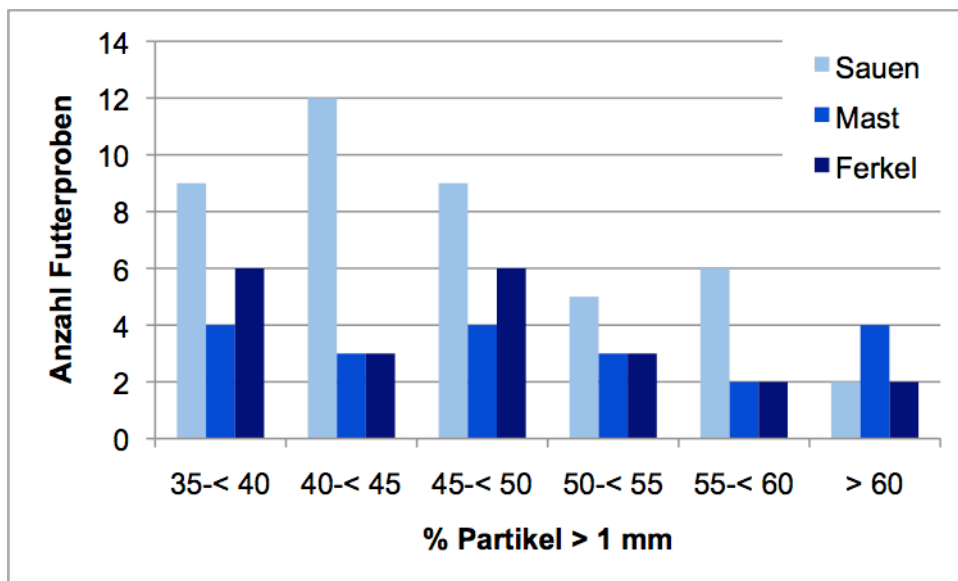


Abb. 4: Anteil Futtermitteln mit grober Vermahlung

Die Korngrößenverteilung war bei den Proben, die am Mischer bzw. am Trog gewonnen wurden, fast identisch. Eine Entmischung der groben und feinen Partikel auf dem Transportweg vom Mischer zum Trog war daher bei den untersuchten Proben nicht festzustellen (Tab. 3). Dieser Aspekt wird durch einen Vergleich der Nährstoffgehalte noch näher untersucht werden.

Tab. 3: Korngrößenverteilung der Futterproben am Mischer und am Trog (% der Gesamtprobe, Median)

Futterart	Probeort	> 2 mm	1 - 2 mm	0,5 - 1 mm	0,25 - 0,5 mm	< 0,25 mm
Sauenfutter	Mischer	5,0	36,4	26,2	14,4	14,6
Sauenfutter	Trog	4,4	36,4	26,6	14,6	15,4
Mastfutter	Mischer	5,8	36,0	26,2	13,0	15,8
Mastfutter	Trog	5,4	37,8	27,2	13,2	14,8
Ferkelfutter	Mischer	6,0	32,0	25,4	14,4	16,4
Ferkelfutter	Trog	4,8	32,6	25,6	14,8	15,4

Anzahl Proben s. Tab. 4; Differenzen zu 100 % ⇒ Verluste bei der Siebung

Fazit

Mit der entwickelten Labormethode zur Bestimmung der Partikelverteilung in Mehlfuttermitteln steht jetzt ein Standardverfahren zur Verfügung. Die zuverlässige Bestimmung der Partikelgrößen ist eine wesentliche Voraussetzung dafür, konkrete Empfehlungen für die Praxis im Hinblick auf Futteraufnahme und Futterverwertung sowie Risikobereiche für erhöhtes Auftreten von Magenreizungen und eventuell zur Reduzierung der Salmonellenbelastung in Betrieben zu erarbeiten.

Die stichprobenartige Untersuchung auf landwirtschaftlichen Betrieben hat ergeben, dass beim Einsatz von mehlartigen Futtermitteln in der breiten Praxis ein zu feiner Vermahlungsgrad aktuell keine akute Beeinträchtigung von Vitalität und Gesundheit darstellt. Auf einzelnen Betrieben wird das sicherlich differenziert zu betrachten sein. Zu beachten ist eher der Anteil grober Futterpartikel. Hier sind auf einigen Betrieben offensichtlich noch ökonomische Reserven in Bezug auf Futterverwertung und Ausschlichtung vorhanden.