

Möglichkeiten zur Energieeinsparung bei der Getreidezerkleinerung mit der Hammermühle GM 405

Dipl.-Ing. E. Schade, KDT/Dr. agr. W. Wünsche, KDT/Dr.-Ing. B. Oberbarnscheidt
Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

1. Aufgabenstellung

In den meisten Getreideaufbereitungsanlagen zur Herstellung von Futtermitteln sind Hammermühlen installiert. Die Getreidezerkleinerung mit Hammermühlen ist energieintensiv. Deshalb bestand die Aufgabe, zu untersuchen, mit welchen Rationalisierungsmaßnahmen beim Zerkleinern des Getreides Energie eingespart werden kann.

Ausgehend von dem Grundsatz, das Getreide entsprechend der Tierart nur so fein wie nötig zu zerkleinern, lag ein Schwerpunkt der Untersuchungen in der Ermittlung der Sieblochdurchmesser je Getreideart, bei denen ein Ganzkornanteil von höchstens 0,5 % im Schrot enthalten ist.

Dieser Anteil ist nach den Qualitätsanforderungen an Mischfutter für Geflügel und Wiederkäuer zulässig.

In den Getreideaufbereitungsanlagen werden für das Fördern des Schrottes Förderschnecken, Trogkettenförderer und Becherwerke eingesetzt. Für das pneumatische Absaugen und Abscheiden des Schrottes von der Hammermühle GM 405 ist ein elektrischer Anschlußwert von 18 kW erforderlich. Dieser kann je nach technologischer Lösung auf 3 bis 5 kW reduziert werden, wenn anstelle der Pneumatikanlage mechanische Förderer eingesetzt werden. Zu ermitteln war, welche Auswirkungen diese Umrüstung vor allem auf Massenstrom, Energiebedarf und Zerkleinerungsgrad hat. Da Futtergetreide zunehmend mit Konservierungsmitteln feucht gelagert wird, mußten die Untersuchungen zum Zerkleinern von feuchtem Getreide den Nachweis erbringen, ob Feuchtgetreide mit der Hammermühle GM 405 ohne Funktionsstörungen verarbeitet werden kann und wie sich u. a. der Massenstrom und der spezifische Energiebedarf verändern.

2. Versuchsaufbau und Lösungsweg

Die Versuchseinrichtung bestand aus einem Getreidesilo G 807, einer Dosierschnecke A 200, die über ein Stufengetriebe angetrieben wurde, und der Hammermühle GM 405 mit serienmäßiger pneumatischer Gutabführung. Für die mechanische Gutabführung wurde eine Förderschnecke A 315 unter der Hammermühle angebracht. Dazu mußte die Hammermühle auf ein Stahlgestell gesetzt werden. Zur Messung der notwendigen Luft-

abführung beim Einsatz der Förderschnecke wurde die Pneumatikanlage über einen Schieber zur Luftregulierung an die Hammermühle GM 405 angeschlossen. Damit konnte auch der abgeschiedene Feingutanteil ermittelt werden.

Während der Versuche wurden gemessen:
– Massenstrom bei verschiedenen Drehzahlen der Dosierschnecke und Getreidearten durch Wiegen von Proben, die am Zulauf der Hammermühle entnommen wurden (Bild 1)

– Leistungsaufnahme der Antriebsmotoren von Hammermühle, Gebläse und Förderschnecke A 315

– Trockenmassegehalt (TM-Gehalt) und Schüttdichte des Getreides

– Zerkleinerungsgrad, Schüttdichte und TM-Gehalt des Schrottes.

Variiert wurden bei den einzelnen Versuchen mit pneumatischer und mechanischer Gutabführung die Getreideart, die Feuchte des Getreides (Weizen), die Sieblochgröße und der Massenstrom bis zur vollen Auslastung der Antriebsmotoren des Gebläses sowie der Hammermühle (Tafel 1).

3. Ergebnisse

3.1. Massenstrom

Die Massenströme bei der Getreidezerkleinerung mit der Hammermühle GM 405 sind von Sieblochdurchmesser, Art der Gutabfüh-

– rung, Feuchte des Getreides und Getreideart abhängig.

Die lineare Abhängigkeit zwischen Sieblochdurchmesser und Massenstrom, die je nach Getreideart unterschiedlich ist, wird nur mit der mechanischen Gutabführung erreicht. Die pneumatische Gutabführung übt bei allen Sieblochdurchmessern einen massenstrombegrenzenden Einfluß aus, der besonders in größeren Sieblochdurchmesserbereichen feststellbar ist. Die Massenströme bei der mechanischen Gutabführung liegen durchschnittlich über 40 % höher als bei der pneumatischen Gutabführung.

Mit zunehmendem Feuchtegehalt des Getreides verringern sich die Massenströme. Gegenüber dem Massenstrom von trockenem Weizen verringert sich z. B. der Massenstrom bei einer Feuchte des Weizens von 21 % um durchschnittlich 27 % und bei einer Feuchte von 25 % um durchschnittlich 42 %. Je nach Sieblochdurchmesser verändert sich der Massenstrom in den Feuchtebereichen unterschiedlich.

Der bekannte Einfluß der Getreideart auf den Massenstrom hat sich bestätigt. Bezogen auf die maximal erreichbaren Massenströme ergibt sich bei den Getreidearten folgende Reihenfolge: Mais, Roggen, Weizen, Gerste, Hafer. Die Unterschiede der Massenströme zwischen den Getreidearten verändern sich mit dem Sieblochdurchmesser und mit der Art der Gutabführung.

Tafel 1
Übersicht zu den Versuchen

Gutart	TM-Gehalt %	Gutabführung		Sieblochdurchmesser mm
		pneumatisch	mechanisch	
Weizen, trocken	86...87	×	×	3,0/3,5/4,0/5,0/6,3/8,0
Weizen, feucht	79	×	×	3,0/3,5/4,0/5,0/6,3/8,0
Weizen, naß	75	×	×	3,0/3,5/4,0/5,0/6,3/8,0
Mais	84		×	3,0/3,5/4,0/5,0/6,3/8,0/ 10,0/12,0
Roggen	87		×	3,0/3,5/4,0/5,0
Gerste	87	×	×	3,0/3,5/5,0/6,3/8,0
Hafer	80	×	×	3,0/3,5/4,0/5,0/6,3/8,0

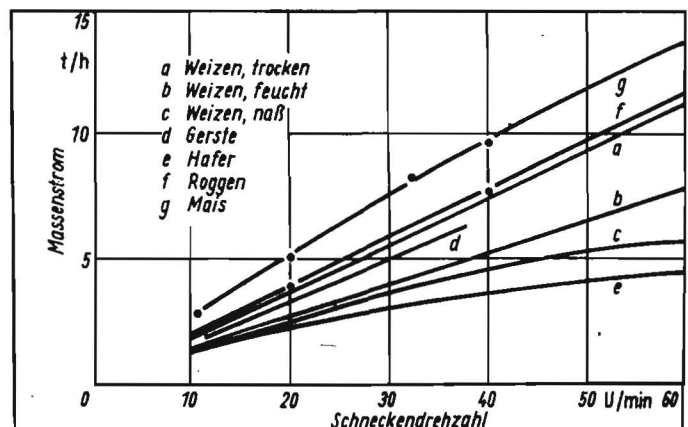


Bild 1
Massenstrom verschiedener Getreidearten bei Gutabführung mit Gebläse in Abhängigkeit von der Schneckendrehzahl

Fortsetzung von Seite 318

- [3] Feiffer, P.: Grundsätze zur Beherrschung des Mähdrusches unter schwierigen Erntebedingungen. Getreidewirtschaft, Berlin 15 (1981) 5/6, S. 125–127.
- [4] Feiffer, P.: Einstell- und Verlustprüfstab für alle Ernteerschwerisse E 512/E 516. Markkleeberg: agrabuch 1980.
- [5] Feiffer, P.: Bedienanleitung zur Gütesicherung im Mähdrusch, 4. Aufl. Markkleeberg: agrabuch 1979.
- [6] Feiffer, P.: Wissensspeicher Mähdrusch. Berlin: Dt. Landwirtschaftsverlag 1975.

A 3770

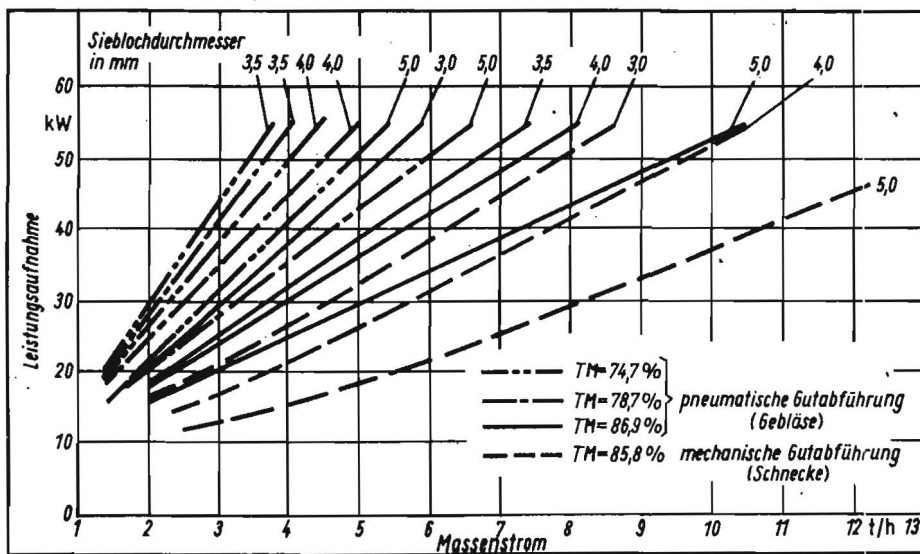


Bild 2. Leistungsaufnahme des Hammermühlens bei Weizen in Abhängigkeit von Sieblochdurchmesser und Massenstrom bei pneumatischer und mechanischer Gutabführung

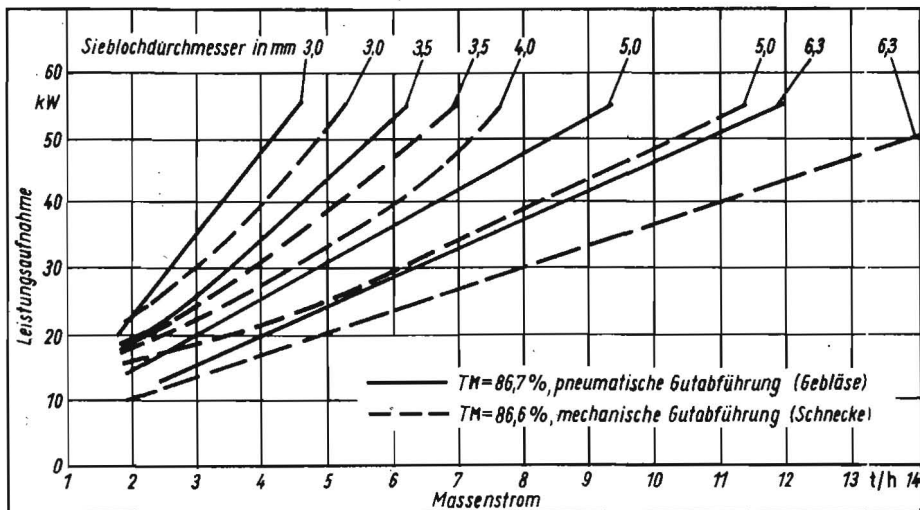


Bild 3. Leistungsaufnahme des Hammermühlens bei Gerste (TM = 86,6 %) in Abhängigkeit von Sieblochdurchmesser und Massenstrom bei verschiedener Gutabführung

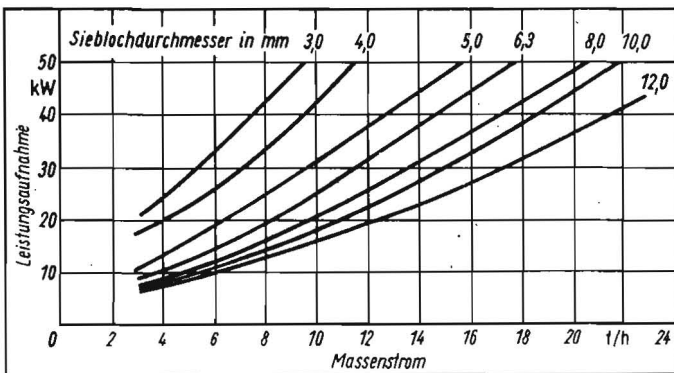


Bild 4. Leistungsaufnahme des Hammermühlens bei Weizen (TM = 84,4 %) in Abhängigkeit von Sieblochdurchmesser und Massenstrom bei mechanischer Gutabführung (Schnecke)

3.2. Leistungsaufnahme

Die Leistungsaufnahme des Hammermühlens ist von Massenstrom, Sieblochdurchmesser, Art der Gutabführung, Feuchte des Getreides und Getreideart abhängig (Bilder 2, 3 und 4). Die Leistungsaufnahme steigt nahezu proportional mit dem Massenstrom. Bei gleichem Massenstrom verringert sich die Leistungsaufnahme mit größer werdendem Sieblochdurchmesser wesentlich. Gegenüber der pneumatischen Gutabführung sinkt die Lei-

stungsaufnahme des Hammermühlens bei der mechanischen Gutabführung um etwa 30 %. Mit zunehmendem Feuchtegehalt des Getreides erhöht sich die Leistungsaufnahme. Für Weizen ergibt sich z. B. bei einem Sieblochdurchmesser von 5 mm und einem Massenstrom von 4 t/h in Abhängigkeit vom Feuchtegehalt eine Steigerung der Leistungsaufnahme von 24 kW bei 13 % auf 41 kW bei 25 % Feuchte. Unter gleichen Bedingungen ist der Lei-

stungsbedarf des Hammermühlensmotors für das Zerkleinern je nach Getreideart unterschiedlich. Am niedrigsten ist dieser beim Mais. Es folgen Weizen, Roggen, Gerste und Hafer. Bei einem Sieblochdurchmesser von 5 mm und einem Massenstrom von 8 t/h werden benötigt für

- Mais	25 kW
- Weizen	43 kW
- Gerste	47 kW.

Die Leistungsaufnahme des Gebläsemotors der Pneumatikanlage beträgt ein Mehrfaches der Leistungsaufnahme der Förderschnecke zur Gutabführung. Im Leerlaufbetrieb und im Bereich geringer Massenströme entsteht durch den Gebläsemotor eine hohe Leistungsaufnahme bei geringer kapazitiver Auslastung. Im Bereich hoher Massenströme wirkt das Gebläse leistungsbegrenzend. Der Leistungsbedarf einer kurzen Förderschnecke beträgt dagegen nur etwa 1 bis 4 kW für den gesamten Massenstrombereich.

3.3. Spezifischer Energiebedarf

Der spezifische Energiebedarf für das Zerkleinern verringert sich mit zunehmendem Massenstrom und strebt einem von Hammermühle und Gutart abhängigen Minimum zu, das jedoch nur bei größeren Massenströmen erreicht wird (Bild 5). Die Abnahme des spezifischen Energiebedarfs in Abhängigkeit vom Massenstrom ist bei kleineren Sieblochdurchmessern ausgeprägter als bei größeren. Der Einfluß des Sieblochdurchmessers auf den spezifischen Energiebedarf wird durch den Vergleich der Sieblochdurchmesser 3 mm und 5 mm bei einem Massenstrom von 5 t/h deutlich.

Werden die Lösungen für die Gutabführung gegenübergestellt, dann liegt der spezifische Energiebedarf, bezogen auf einen Massenstrom von 5 t/h, bei der mechanischen Gutabführung bei Weizen um 4,2 kWh/t (43 %) und bei Gerste um 3,6 kWh/t (31 %) niedriger (Bild 6). Der spezifische Energiebedarf für das Zerkleinern steigt mit zunehmendem Feuchtegehalt des Getreides. Für das Zerkleinern von Weizen mit einer Feuchte von 25 % steigt der spezifische Energiebedarf im Durchschnitt gegenüber trockenem Weizen (Feuchte 13 %) auf 40 %. Wie beim Massenstrom und bei der Leistungsaufnahme spiegelt sich auch beim spezifischen Energiebedarf der Einfluß der Getreideart wider. Mais läßt sich energetisch am günstigsten zerkleinern. Danach folgen Roggen, Weizen, Gerste und Hafer.

3.4. Zerkleinerungsgrad

Der Zerkleinerungsgrad ist in erster Linie vom Sieblochdurchmesser und von der Getreideart abhängig. Mit größer werdendem Sieblochdurchmesser nimmt der Anteil der Korngrößen $\leq 0,5$ mm ab, und der Grobkornanteil vergrößert sich (Tafel 2). Bei gleichem Sieblochdurchmesser ist der Feinkornanteil je Getreideart und Art der Gutabführung unterschiedlich. Die Relationen, bezogen auf die Getreidearten, verändern sich mit dem Sieblochdurchmesser. Am höchsten ist der Feinkornanteil beim Weizen. Danach folgen Roggen, Gerste, Hafer und Mais. Durch die mechanische Gutabführung verringert sich der Feinkornanteil bei gleicher Getreideart und bei gleichem Sieb um 2 bis 11 %. Die Grenze für den Sieblochdurchmesser

bezüglich des im Schrot enthaltenen Anteils ganzer Körner ist von der Getreideart abhängig. Bis zu 0,5 % ganze Körner sind im Schrot enthalten, wenn folgende Sieblochdurchmesser verwendet werden:

- Mais 10,0 mm
- Hafer 6,3 mm
- Weizen, Roggen 5,0 mm
- Gerste 4,0 mm.

Der Anteil ganzer Körner verdoppelt sich bei der pneumatischen Gutabführung und bei Sieben mit einem Lochdurchmesser über 5,0 mm. Bei mechanischer Gutabführung kann für Gerste auch ein 5-mm-Sieb eingesetzt werden, ohne daß die Grenze von 0,5 % für ganze Körner überschritten wird. Mit zunehmender Feuchte des Getreides verringert sich der Feinkornanteil nur um 2 bis 5 %. Der Feuchtegehalt hat demnach keinen entscheidenden Einfluß auf den Zerkleinerungsgrad. Ein Einfluß des Massenstroms auf den Zerkleinerungsgrad konnte ebenfalls nicht festgestellt werden.

3.5. TM-Gehalt und Schüttdichte

Der TM-Gehalt vom zerkleinerten Getreide weist gegenüber den Körnern auch bei unterschiedlicher Feuchte des Getreides und unterschiedlicher Gutabführung keine Veränderungen auf. Die Schüttdichte von Schrot wird beeinflusst von Sieblochgröße, Getreideart und Art der Gutabführung. Sie verringert sich im Sieblochdurchmesserbereich bis zur Ganzkorngrenze gegenüber den Körnern von Weizen, Roggen, Gerste und Mais um durchschnittlich 16 bis 26 %. Beim Hafer sind es 40 % (Tafel 3). Bei der pneumatischen Gutabführung verändert sich die Schüttdichte des Schrotes bis auf das Haferschrot nur geringfügig mit dem Sieblochdurchmesser.

Erfolgt die Gutabführung mechanisch, dann erhöht sich die Schüttdichte von Weizen-, Roggen- und Maisschrot mit zunehmendem Sieblochdurchmesser. Die Schüttdichten von Gersten- und Haferschrot verringern sich dagegen mit größer werdendem Sieblochdurchmesser.

3.6. Staubanfall bei der mechanischen Gutabführung

Der von der Hammermühle erzeugte Luftstrom muß bei mechanischer Gutabführung abgesaugt werden. Für die Luftabführung ist eine Leistung von rd. 720 m³/h erforderlich. Der anfallende Staub ist abzuschneiden. Je nach Getreideart und Sieblochdurchmesser kann mit Staubmassen von 15 bis 30 kg je Tonne verarbeiteten Getreides gerechnet werden (Tafel 4). Der Staubanfall verringert sich bei größeren Sieblochdurchmessern. Wenn Mais verarbeitet wird, fällt am wenigsten Staub an.

4. Diskussion der Ergebnisse

Der Massenstrom wird bei der Getreidezerkleinerung in starkem Maß vom Zerkleinerungsgrad beeinflusst. Durch den steilen Anstieg des Massenstroms in Abhängigkeit vom Sieblochdurchmesser können die spezifischen Aufwendungen wesentlich gesenkt werden, wenn für die einzelnen Tierarten das Getreide so fein wie nötig zerkleinert wird. Im Bereich vom 3-mm-Sieb bis zum Sieb für die Ganzkorngrenze je Getreideart verdoppelt sich der Massenstrom bei der mechanischen Gutabführung. Da die Leistungsaufnahme des Hammermühlenmotors bei größeren Sieblochdurchmessern gering-

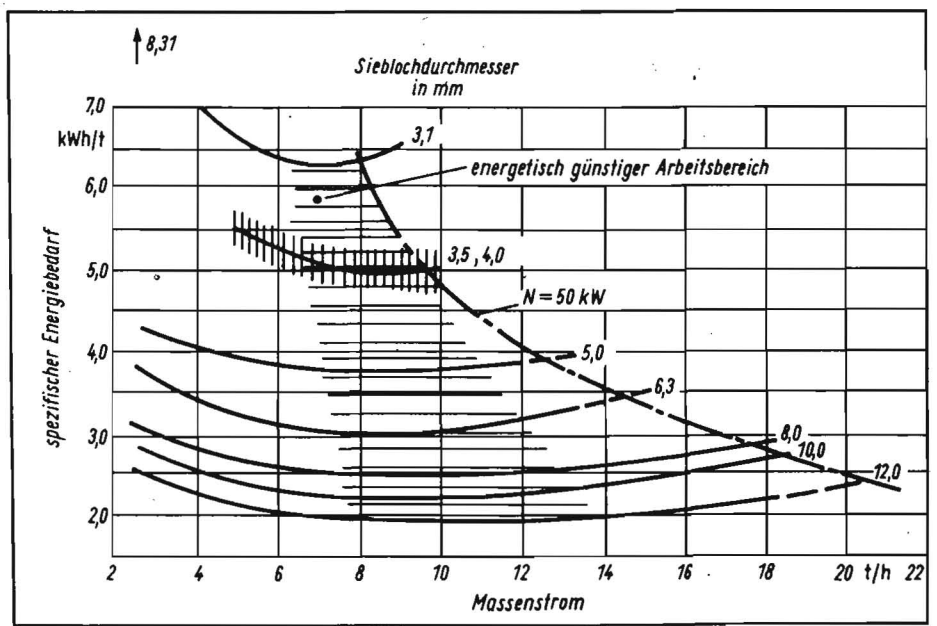


Bild 5. Abhängigkeit zwischen spezifischem Energiebedarf und Massenstrom bei verschiedenen Sieblochdurchmessern für Körnermais (TM = 84...86 %)

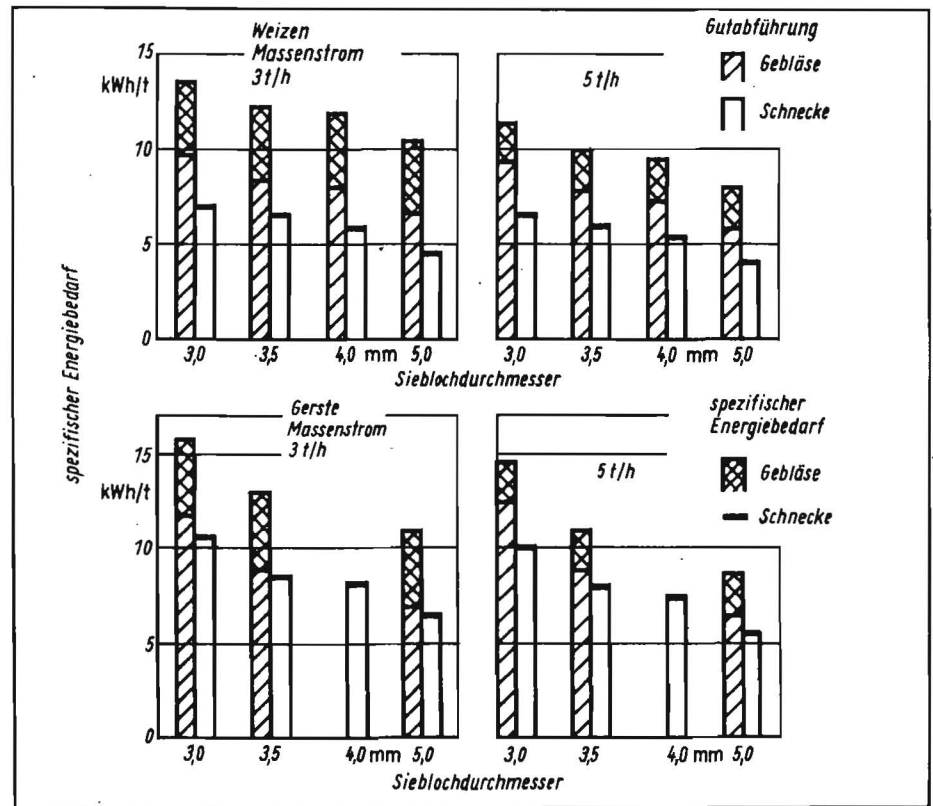


Bild 6. Spezifischer Energiebedarf für die Hammermühle und die Gutabführung mit Gebläse und Förderschnecke

ger zunimmt als der Massenstrom, entsteht auch dadurch ein niedriger spezifischer Energiebedarf bei größeren Sieblochdurchmessern. Am niedrigsten ist der spezifische Energiebedarf mit 2,5 kWh/t TM, wenn Mais mit einem Sieblochdurchmesser von 8,0 mm oder 10,0 mm bei mechanischer Gutabführung zerkleinert wird (Bild 5).

Massenstrom, Leistungsaufnahme, spezifischer Energiebedarf und Zerkleinerungsgrad verändern sich mit der Getreideart. Für die effektive Ausnutzung der Kapazität der Hammermühle ist es deshalb vorteilhafter, wenn

die Getreidearten einzeln zerkleinert werden. Wird z. B. ein Gerste-Mais-Gemisch verarbeitet, dann müßte ein 4-mm-Sieb verwendet werden. Der Mais wird dabei mit einem 3 bis 4 kWh/t höheren spezifischen Energiebedarf zerkleinert als bei der Einzelvermahlung mit einem 8- oder 10-mm-Sieb. Durch das getrennte Verarbeiten der einzelnen Getreidearten erhöht sich die Frequenz für den Siebwechsel, weil neben dem Zerkleinerungsgrad je Tierart die Getreideart zu berücksichtigen ist. Dieser erhöhte Aufwand, der mit größeren Stillstandszeiten der Ham-

Tafel 2. Siebfractionen und Ganzkornanteil bei der Getreidezerkleinerung

Siebloch- durchmesser (Hammer- mühle) mm	Absiebfraktion/ Anteil ganzer Körner (GK)	pneumatische Gutabführung				mechanische Gutabführung			
		Weizen %	Weizen (TM = 75 %) %	Gerste %	Hafer %	Weizen %	Roggen %	Gerste %	Mais %
3,0	<0,5 mm	40,4	35,3	—	26,9	29,4	13,6	12,4	9,5
	>3,15 mm	0,0	0,0	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	GK	0,0	0,0	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3,5	<0,5 mm	24,6	31,7	25,3	24,0	23,5	19,1	12,1	8,4
	>3,15 mm	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	GK	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0
4,0	<0,5 mm	31,5	27,1	—	25,8	26,0	13,5	15,5	7,3
	>3,15 mm	0,0	0,0	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	GK	0,1	0,0	—	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0
5,0	<0,5 mm	24,4	26,3	18,7	15,8	22,1	10,0	15,9	3,3
	>3,15 mm	0,3	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	1,3	0,7
	GK	1,0	0,6	1,3	0,1	0,4	0,9	0,4	0,0
6,3	<0,5 mm	25,7	15,2	13,9	12,4	14,1	—	11,9	6,8
	>3,15 mm	0,9	1,7	2,0	1,0	0,9	—	2,2	1,5
	GK	4,1	3,3	3,3	0,0	2,3	—	0,1	0,0

Tafel 3. Mittelwert der Schüttdichten des zerkleinerten Getreides

Getreideart	TM-Gehalt %	Schüttdichte Ausgangs- material kg/m ³	Mittelwert im Siebloch- durchmesser- bereich bis zur Ganzkorngrenze kg/m ³	Siebloch- durchmesser 3,0 mm	Siebloch- durchmesser 5,0 mm
				kg/m ³	kg/m ³
<i>pneumatische Gutabführung</i>					
Weizen	87	713	531	532	530
Weizen	79	632	434	433	417
Weizen	75	640	425	428	434
Gerste	87	623	493	496	486
Hafer	80	523	305	334	251
<i>mechanische Gutabführung</i>					
Weizen	86	726	575	569	580
Roggen	87	698	585	581	592
Gerste	87	669	498	502	492
Mais	84	729	565	541	574

Tafel 4. Staubanfall in kg, bezogen auf 1 t verarbeiteten Getreides, bei der Getreidezerkleinerung mit der Hammermühle und bei mechanischer Gutabführung

Getreideart	Sieblochdurchmesser in mm				
	3,0	3,5	4,0	5,0	6,3
Weizen	20,7	—	22,4	17,0	—
Roggen	31,4	24,8	25,5	19,3	—
Gerste	20,4	19,6	20,6	14,3	—
Mais	—	—	—	1,2	2,0

merkmühlen verbunden ist, kann vermindert werden, wenn die Hammermühlen mit einer Schnellwechseinrichtung für die Siebe ausgestattet werden oder wenn bei hoher Verarbeitungskapazität an Getreide zwei Hammermühlen aufgestellt werden. Wird wirtschafts-eigenes Getreide in den landwirtschaftlichen Betrieben aufbereitet, ist die Hammermühle meistens in einer Schicht nicht ausgelastet. In solchen Getreideaufbereitungsanlagen ist Zeit für den öfteren Siebwechsel auch beim Einsatz einer Hammermühle vorhanden. Der ausrüstungstechnische Aufwand für das Lagern und Dosieren zur Herstellung von Mischfutter ist bei der Einzelvermahlung der Getreidearten technologisch nach der Hammermühle in die Maschinenkette einzuordnen. Durch die Zwischenlagerung des Schrottes nach dem Zerkleinern ist technologisch die Voraussetzung zur vollen kapazitiven Auslastung der Hammermühle gegeben.

Für das Erreichen maximaler Massenströme und eines geringen spezifischen Energiebedarfs sind die Hammermühlen mit mechanischer Gutabführung zu betreiben, wie sie vom VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen auch angeboten werden. Der um über 40 % höhere Massenstrom bei der mechanischen Gutabführung ist teilweise damit zu erklären, daß das Getreide bei den Untersuchungen mit mechanischer Gutabführung gleichmäßiger am Zulauf über die Hammermühlenbreite verteilt und dadurch die verfügbare Siebfläche ausgenutzt wurde. Außerdem entsteht bei der mechanischen Gutabführung ein geringer Feinkornanteil (Tafel 2). Der spezifische Energiebedarf bei mechanischer Gutabführung wird nicht nur durch den Wegfall des Gebläses und den höheren Massenstrom gesenkt. Bedeutsam ist auch die deutlich geringere Leistungsaufnahme des Hammermühlenmotors gegenüber der pneumatischen Gutabführung bei gleichem Sieblochdurchmesser (Bilder 2 und 3). Funktionell entstehen bei der mechanischen Gutabführung keine Störungen. Das Schrot rieselt selbständig in die Förderschnecke, auch wenn feuchtes Getreide verarbeitet wird. Mit einer Förderschnecke A 315 kann der gesamte Massenstrombereich der Hammermühle mit geringer Leistungsaufnahme bewältigt werden. Die mechanische Gutabführung ist eine effektive Lösung, mit der Kapazitätsreserven der Hammermühle GM 405 erschlossen und

der Energiebedarf für das Zerkleinern gesenkt werden können. Die Umrüstung vorhandener Hammermühlenanlagen mit pneumatischem System auf eine mechanische Gutabführung wird als Rationalisierungsmaßnahme empfohlen.

Grundsätzlich ist bei der Beschickung der Hammermühle GM 405 darauf zu achten, daß das Getreide gleichmäßig verteilt über die Hammermühlenbreite zuläuft. Der Dosierer für das Beschicken der Hammermühle sollte mit einem stufenlosen Antrieb ausgerüstet werden. Das ermöglicht die lastabhängige Regelung der Hammermühle und damit die Sicherung des geringsten spezifischen Energieverbrauchs.

Die nachgewiesene Verarbeitungsmöglichkeit von Getreide mit einer Feuchte bis 25 % ermöglicht das Zerkleinern von erntefrischem und von feucht konserviertem Getreide mit der Hammermühle. Der höhere spezifische Energiebedarf entsteht durch den Rückgang des Massenstroms und Zunahme der Leistungsaufnahme des Hammermühlenmotors (Bild 2) mit zunehmender Feuchte des Getreides. Als Ursachen können die geringere Schüttdichte (Tafel 3), die schlechteren Fließigenschaften und der höhere Zerkleinerungsaufwand beim feuchten Getreide genannt werden.

Der Mehraufwand für die Zerkleinerung von Getreide mit dem genannten Feuchtegehalt beträgt gegenüber trockenem Getreide etwa 4 kWh/t (14,4 MJ/t). Würde man das Getreide auf eine Feuchte von 14 % trocknen, müßten je t Getreide 110 kg Wasser verdunstet werden, wofür bei einem spezifischen Energieverbrauch von 5000 kJ je kg H₂O 550 MJ erforderlich wären. Damit könnten, wenn nur ein Teil des erntefrischen und zum sofortigen Verbrauch bestimmten Getreides ohne vorherige Trocknung verarbeitet würde, beachtliche Energieeinsparungen erreicht werden. Nachteilig ist bei der Aufbereitung von feuchtem Getreide, daß das feuchte Schrot wegen zu starker Brückenbildung nicht in Getreidebehältern zwischengelagert werden kann. Durch die Feuchte wird außerdem die Lagerzeit von Schrot begrenzt. Deshalb wird empfohlen, feuchtes Getreide vor dem Zerkleinern mit trockenem Getreide zu vermischen. Die Anteile sind so zu wählen, daß das Schrot keine Feuchte über 16 % hat.

5. Zusammenfassung

Durch Untersuchungen zur Getreidezerkleinerung mit der Hammermühle GM 405 konnten weitere Einflußgrößen auf Massenstrom, Energiebedarf und Zerkleinerungsgrad des Getreides ermittelt werden. Der spezifische Energiebedarf kann beim Zerkleinern wesentlich gesenkt werden, wenn das Getreide je Tierart nur so fein wie nötig zerkleinert wird, die Getreidearten einzeln verarbeitet werden und das Schrot von der Hammermühle anstelle mit der Pneumatikanlage mit einer Förderschnecke abgeführt wird. Feuchtes Getreide kann ohne Funktionsstörungen mit der Hammermühle zerkleinert werden. Da aber feuchtes Schrot nicht in Lagerbehältern für Getreide zwischengelagert werden kann, ist das feuchte Getreide vor dem Zerkleinern mit trockenem Getreide bis zu einer Feuchte von 16 % zu vermischen. Die Maßnahmen zur Energieeinsparung können auch in vorhandenen Getreideaufbereitungsanlagen realisiert werden.