

Schrotfeinheit – Vermahlungsgrad von Getreide Versuchsbericht S 10

1. Ausgangssituation - „Nicht zu fein schroten!“

Die „optimale“ Schrotfeinheit von Getreide ist relativ und betriebsindividuell. Fest steht aber, dass viele unserer Futtermischungen zu wenig Futterstruktur und damit Ballaststoffwirkung haben:

- Mit gröberer Futterstruktur/weniger intensiver Vermahlung lassen sich Häufigkeit und Intensität von Magenschleimhautalterationen (Magenulcus) deutlich reduzieren (Wolf und Kamphues 2007);
- Verminderung der Salmonellen-Prävalenz bei gröberer Struktur und Verzicht auf Pelletierung (Kamphues 2007);
- Günstige Effekte auf Darmfunktionsfähigkeit (weniger Verstopfungen) und Kotbeschaffenheit bei weniger intensiver Vermahlung des Futters (Warzecha, 2006).
- Gebundener Stickstoff in der Gülle (höherer Kotanteil) und damit weniger Ammoniakabgasung/Stickstoffverluste (Kirchgeßner, 2004);
- Grobe Futterstruktur – mehr Wasserbindung (weicherer Kot), mehr Absorption von Stoffwechselschlacken/Mykotoxinen, ... (Drochner, 2002);
- Grobe Futterstruktur – mehr Nahrung für Dickdarmflora (Biofilm, Milchsäurewirkung, ...) (Simon, 2006).

Wird Schrot allerdings zu grob aufbereitet, verliert man an Verdaulichkeit und Energiekonzentration. Ein Verdauungsversuch mit verschiedenen Vermahlungsstufen des Futters sollte dazu neue Kennwerte liefern.

Versuchsziele waren die Ermittlung von:

- Wirkungsgrad der Mühle
 - Siebgrößen-/Drehzahlveränderungen
 - Schrotmenge/Zeiteinheit
 - Schrottemperatur (°C)
- Arbeitsaufwand
 - Servicebedarf (Reinigung/Wartung/Einstellarbeiten, ...)
 - Siebwechsel
 - Drehzahlwechsel
- Nährstoffverdaulichkeiten/-verluste bei unterschiedlichen Vermahlungsgraden

2. Versuchsdurchführung und Ergebnisse

2.1 Wirkungsgrad der Mühle bei unterschiedlichen Vermahlungsgraden

Weizen und Gerste (je ca. 50 kg) wurden mit unterschiedlichen Sieben (Lochung 2/3/4/5/6 mm) und Drehzahlen (1790 – 2940 U/min) mit der Hammermühle für Fütterungsversuche im Fachzentrum für Schweinehaltung Schwarzenau geschrotet und anschließend mittels Siebkasten beurteilt. Am Beispiel der wichtigsten Getreidearten Gerste und Weizen und einigen ausgewählten Kenngrößen (Tab. 1) aus den insgesamt 20 Varianten kann abgeleitet werden:

- Durch den Wechsel der Siebe lässt sich eine gerichtete und wirkungsvolle Veränderung der Korngrößenverteilung vornehmen. Je feiner das Sieb, desto geringer ist bei gleicher Drehzahl der Durchsatz, desto mehr Partikel $< 1\text{ mm}$ finden sich im Siebkasten.

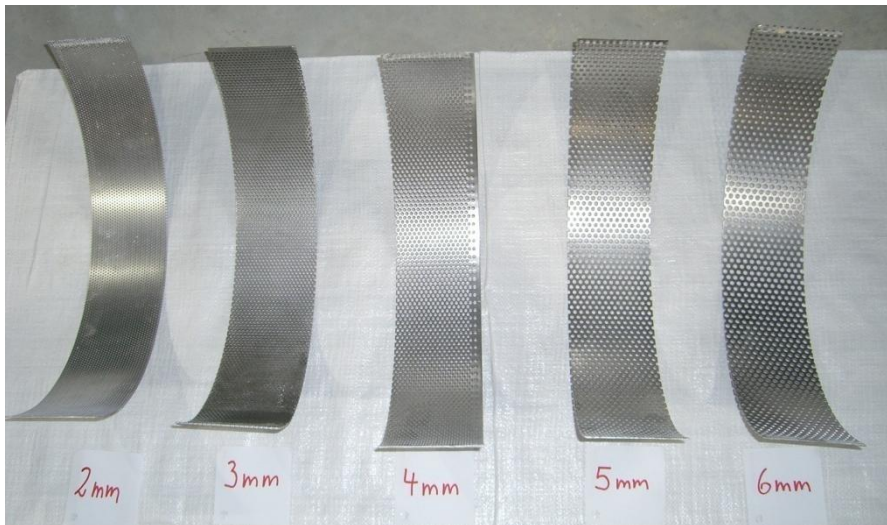


Abb. 1: Verwendete Siebe

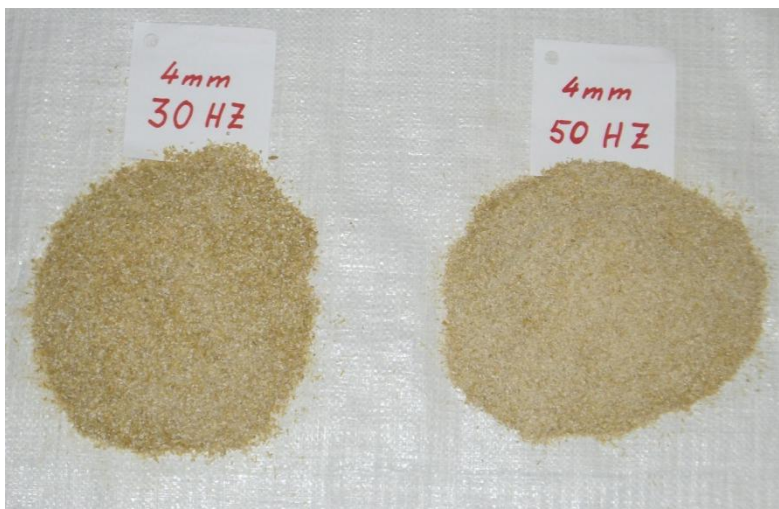


Abb. 2: Struktur von Gerstenschrot nach Drehzahlverstellung

- Je geringer die Drehzahl, desto weniger Durchsatz, aber auch geringere Erwärmung und weniger Partikel im Feinbereich bzw. mehr im Grobbereich. Der Durchsatz könnte durch Optimierung der Getreidezufuhr zur Schrotmühle wahrscheinlich noch gesteigert werden. Bei fallender Drehzahl regelt die Ansaugüberwachung sehr schnell ab, zum Weitertransport des Mahlgutes aus dem Schlagraum sollte ev. ein Zusatzgebläse eingebaut werden.
- Feine Siebe (2 mm) und gleichzeitig geringe Drehzahlen (< 2400) sind nicht sinnvoll - der Durchsatz wird überproportional verringert, der Feinstanteil wird aber nur geringfügig weniger.
- Bei sehr niedrigen Drehzahlen (< 2000) nimmt der Anteil der Partikel $< 1\text{ mm}$ aufgrund des geringen Durchsatzes und der damit verbundenen längeren Verweildauer des Mahlgutes im Schlagraum der Mühle z.T. wieder zu.

- Große Sieblochung (> 4mm) und niedrige Drehzahl kosten wahrscheinlich einige Verdaulichkeitspunkte und Energiekonzentrationsverluste. Die Frage ist, ob mehr auf gesundheitsfördernde oder auf maximalleistende Rationen Wert gelegt wird. (siehe Eingangserwägungen!).
- Grobe Siebe bedeuten v.a. mehr Durchsatz – plus 1 mm Siebweite bringen bei gleicher Drehzahl etwa 150 kg mehr Mahlgut pro Stunde. Der Zunahmeeffekt ist natürlich bei geringer Siebweite stärker.
- Etwa gleicher Durchsatz verlangt beim 2 mm Sieb maximale Drehzahl und ergibt v.a. Feinfraktionen, beim 4 mm Sieb mittlere Drehzahl mit wirksamen Mengen an Strukturanteilen und beim 5 mm Sieb reicht eine geringe Drehzahl zur Verringerung des Verstaubungsanteils und zur Erhöhung der Grobfraktion im erwünschten 2 – 3 mm Bereich aus.
- Der Wechsel vom 2 mm auf das 5 mm Sieb bringt bei hoher Drehzahl kaum Vorteile bezüglich der Futterstruktur, bei niedriger sehr wohl. Man muss folglich Siebweite und Drehzahl aufeinander abstimmen.
- Weizen wird mit dem 2 mm Sieb etwa doppelt so schnell gemahlen (900 kg/h) als Gerste (500 kg/h), dies liegt an der Kornstruktur und –textur. Der Durchsatzvorteil mit Weizen schwächt sich aber sehr schnell mit zunehmender Siebgröße ab – beim 4 mm Sieb ist der Weizenvorteil noch gering, bei 5 mm Siebgröße ist der Weizendurchsatz gleich dem Gerstendurchsatz.
- Bei Weizen finden sich immer 10 – 15 Prozentpunkte mehr in der Feinstfraktion (< 1 mm) - also reduziert fein vermahlener Weizen (Feinsieb, hohe Drehzahl) die Strukturwirkung der Ration weit mehr als Gerste.

Tab.1: Kenndaten einiger Gerstenschrote

Sieblochung mm	Drehzahl U/min	Durchsatz kg/h	Temperatur °C	Partikel > 3mm	Partikel 2 – 3 mm	Partikel 1 – 2 mm	Partikel < 1 mm
2	2940	510	16	0	0	66	34
5	2940	990	17	0	6	60	34
4	2940	840	16	0	3	77	20
4	2390	630	15	0	6	68	26
4	2090	450	14	0	8	65	27
4	1790	210	12	0	14	53	30
2	2090	180	13	0	0	70	30
5	2090	510	13	0	15	60	25

2.2 Sojaextraktionsschrot mitschroten?

Vereinzelt werden Sojaextraktionsschrote sehr großkörnig (abhängig von der Herkunft, Bearbeitung, Typ/Schalenanteil, Verklumpungen, Verklebungen beim Abkühlen/bei höheren Ölgehalten) ausgeliefert und dann mit der Schrotmühle nachzerkleinert. Neben den zusätzlichen Arbeits- und Energiekosten erhöht sich auch das Risiko der Aminosäurezerstörung. Lysin z.B. denaturiert bereits bei 60°C. Für die Struktur- und Ballaststoffwirkung der Ration ist das Sojaminschroten das „KO-Kriterium“ wie die Partikelgrößenverteilung in Abbildung 3 zeigt. Feine Vermahlung (links, Abb.3) (kleine Sieblochung, hohe Umdrehungszahl) führen zur „Verstaubung“. Dagegenhalten könnte man mit sehr großen Siebweiten und/oder sehr niedriger Umdrehungszahl der Mühle. Besser sind allemal griesige, trockene Sojachargen definierter und sicherer Qualität.

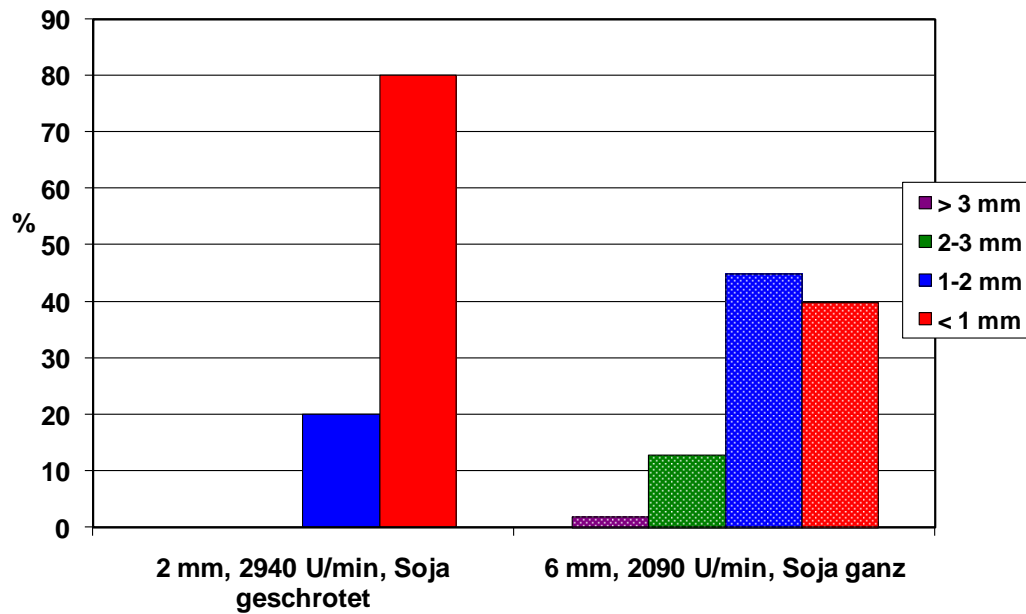


Abb.3: Partikelverteilung von Ferkelfutter ohne und mit Sojavermahlung bei Extremeinstellungen der Schrotmühle

2.3 Arbeitsaufwand für Einstellarbeiten an der Schrotmühle

Das Wechseln der Siebe dauert für geübte Futtermeister 4 – 5 Minuten (Abb. 4). Die Frage ist, ob ständige Siebwechsel bei der Vielzahl an Futtervarianten (grobes Tragefutter bis feines Ferkelfutter) und herzustellenden Tagesportionen machbar sind – nein! Herauskommt dann doch wieder ein Kompromiss oder die oft „langjährige Ureinstellung“. Eleganter geht die computergesteuerte Änderung bei jeder Futtercharge mit dem Frequenzumrichter (Abb. 5). Die Kosten für dieses Steuergerät sind allerdings nicht unerheblich (3000 – 5000 €).

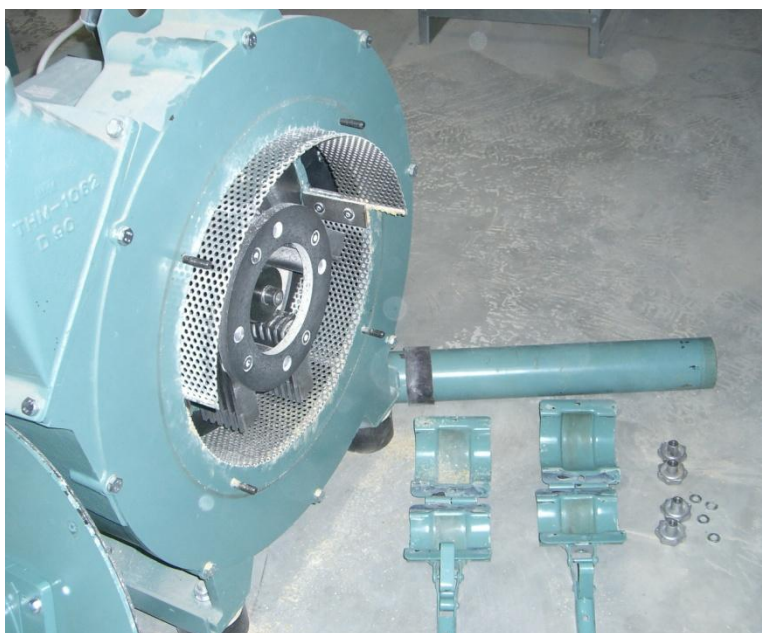


Abb. 4: Siebwechsel an der Mühle



Abb. 5: Drehzahlveränderungen (50 Hz = 2940 U/min; 30 Hz = 1790 U/min)

2.4 Richtig Schütteln!

Die Verwendung von einfachen Siebkästen (ca. 60 €/Stück) in der Beratung statt teurer Siebtürme (ca. 3000 €) mit definierten Schüttelbewegungen, Schüttelzeiten und Abwiegen der Fraktionen entbindet nicht vom sorgfältigen Umgang damit. Die dazu entwickelten Klassenverteilungen (z.B. Tragefutter: Soll < 1mm 30%, < 2 mm 50%, < 3 mm 15 %, > 3 mm max. 5 % ± 5% Toleranz oder Ferkelfutter: Soll < 1 mm 45 %, < 2 mm 45 %, < 3 mm 7 % ± 5% Toleranz) gehen aus von

- Schütteln der fertigen Rationen (inkl. Soja und Mineralfutter), ohne Öl-/Fettzulagen (Verhinderung des Verklebens der Feinsiebe, siehe Abb. 6)
- gleichmäßigem Schütteln ohne Stürzen
- Schütteldauer > 3 min
- Wiederholte Messungen repräsentativer Proben
- Richtiger Interpretation des Schüttelergbnisses in Zusammenhang mit dem Rohfasergehalt und der Rohfaserart sowie der Kotbeschaffenheit bzw. der Tiergesundheitsanforderungen.



Abb. 6: Siebergebnisse mit 0/2/4 % Sojaöl

3. Verdauungsversuche mit Ferkeln

Die Rahmenbedingungen der Verdauungsversuche waren: Versuchsort Stoffwechselanlage Grub, Jan./ Feb. 2009, 8 Pi x (DE/DL) - Kastraten mit ca. 15 kg LM, 7 Tage Vorperiode, 7 Tage Sammeln, 2 Durchgänge/Futter, 2x2 Tiere/Futter, Change-over-Anlage, gleiche Futtermengen in den Gruppen, Herantasten in der Vorperiode, 2 Futteranalysen/Prüffutter.

Die Versuchsrationen waren alle gleich zusammengesetzt: 37 % Weizen, 37 % Gerste, 22 % Soja 43, 4 % Mineralfutter, die Futter stammten aus jeweils einer Charge. Variiert wurden sowohl die Siebgrößen (2/4/6 mm), die Umdrehungszahlen (2090/2940 U/min) und Soja geschrotet oder wie geliefert.

Die Ergebnisse (Tab. 2, Abbildung 7) aus den Verdauungsversuchen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die analysierten Gehaltswerte der Prüffutter liegen sehr eng beieinander und ausnahmslos innerhalb des Analysenspielraums.
- Alle Futter waren weit über die geforderte Verdaulichkeit der organischen Substanz für Ferkelfutter von 82 % gekommen.
- Die ermittelten Energiekonzentrationen sämtlicher Futtermischungen liegen für die gewählte, magere Rationszusammensetzung (keine Ölzulage, 50 % Weizen/50 % Gerste, Soja 43) im guten Bereich.
- Natürlich zeichnet sich ab, dass sehr feine Schrotung (2 mm Sieb, hohe Drehzahl) die Gesamtverdaulichkeit etwas erhöht. Der Preis dafür ist die geringere Futterstruktur.
- Bei der praxisrelevanten Sieblochung von 4 mm liefern sowohl hohe Drehzahlen als auch niedrige passende Verdauungswerte und Energiegehalte.
- Das 6 mm Sieb kann trotz niedriger Drehzahl mithalten
- Das Mitschrotten von Soja erbrachte keinen zusätzlichen Nutzen, die durchschnittlichen Energiegehalte der Sojagruppen (ganz bzw. geschrotet) waren gleich.

Tab. 2: Analysierte Nährstoffgehalte der Prüfrationen (in 88% T), ermittelte Verdauungskoeffizienten und daraus berechnete Energiegehalte (GfE – Formel 2006)

Futter (88 %T)		1	2	3	4	5	6	7	8
Sieb	mm	2	4	4	6	2	4	4	6
Drehzahl	U/min	2940	2940	2090	2090	2940	2940	2090	2090
Sojaextraktionsschrot 43		ganz				geschrotet			
Inhaltsstoffe									
T	g	889	886	889	896	892	886	889	896
Rohprotein	g	194	190	189	198	207	198	195	198
Lysin	g	12,5	12,6	12,6	12,6	13,3	12,8	12,7	12,9
Rohfett	g	20	23	22	23	20	22	21	21
Rohfaser	g	36	36	35	34	36	34	36	36
NfE	g	580	578	579	573	559	573	577	571
Stärke	g	427	431	436	423	409	425	431	422
Zucker	g	29	27	26	27	30	29	29	28
Ca	g	10,7	11,8	11,5	10,8	12,9	12,5	11,2	12,8
P	g	5,1	5,3	5,5	5,2	5,6	5,3	5,4	5,4
Rohnährstoffverdaulichkeiten									
VQ org. Sub	%	89	85	86	86	88	85	88	86
VQ Rp	%	88	81	80	83	88	82	83	83
VQ Rfe	%	78	63	63	69	76	60	69	65
VQ Rfa	%	37	31	32	30	34	30	43	35
VQ NfE	%	92	91	92	91	91	91	93	90
Umsetzbare Energie									
ME (frisch)	MJ	13,32	12,78	12,83	12,94	13,13	12,79	13,19	12,82
ME (100%T)	MJ	15,14	14,52	14,58	14,71	14,92	14,53	14,98	14,56

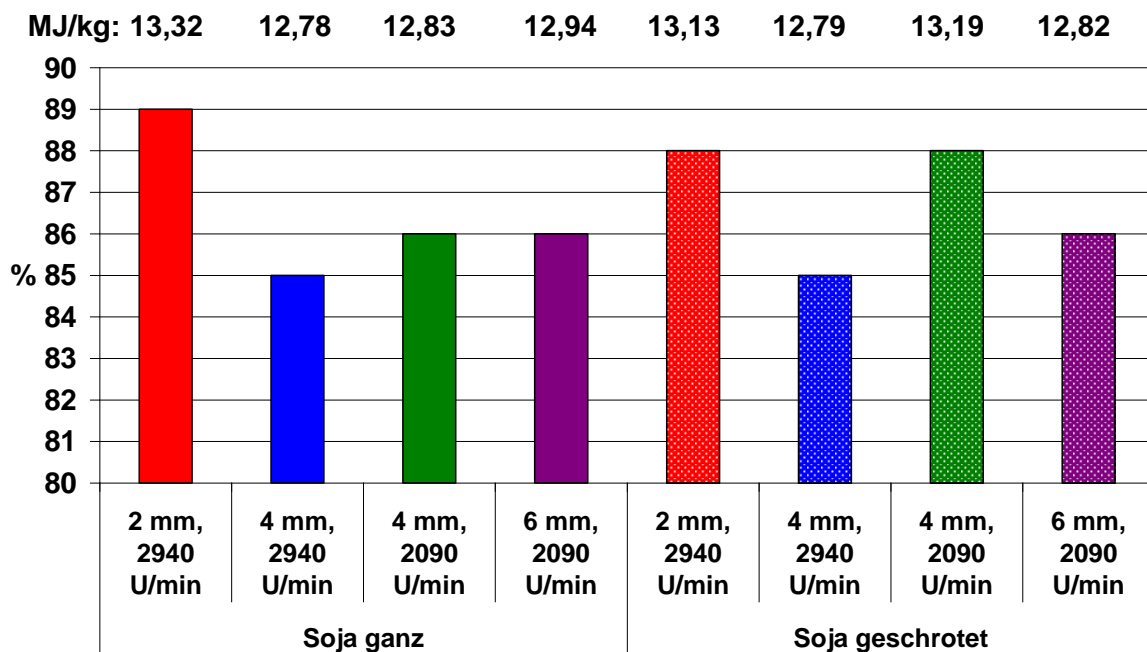


Abb. 7: Verdaulichkeiten der organischen Substanz und Energiegehalte von Ferkelfuttern bei Variation der Schrotfeinheit mittels Siebwechsel, Drehzahlwechsel, Soja 43 ungeschrotet bzw. geschrotet

4. Fazit

Die Veränderung der Siebgröße und/oder der Drehzahl der Schrotmühle führt nicht immer zu eindeutigen Ergebnissen. Nur über gezielte „Schrotversuche“ (Drehzahl-/Siebveränderungen) mit der betriebseigenen Mahltechnik und anschließender Beurteilung der kompletten Ration (ohne Öl) ev. mit Hilfe des Beraters kommt man zur „optimalen“ Einstellung. Sojaschrot sollte auf keinen Fall mitgeschrotet werden. Die Angst vor größeren Sieben und/oder geringeren Umdrehungen wegen Leistungseinbußen ist unbegründet. Es sollten einerseits keine ganzen oder halben Körner mehr im Siebkasten gefunden werden und andererseits der Feinstanteil unter 50% liegen. Gröberes Schroten bringt im Verdauungsversuch keine Einbrüche bezüglich der Energiekonzentration.

Universell nutzbar für alle Leistungsanforderungen scheint bei gut gewarteter und eingestellter Schrotmühle das 4 mm Sieb zu sein mit Drehzahlveränderungen von 2500 bis 2900 U/min. Damit schafft man einen idealen Kompromiss zwischen guter Durchsatzleistung, hoher Verdaulichkeit und wirksamer Futterstruktur.