

Probleme der Einstreuherstellung für die einstreuarmer Haltung laktierender Sauen

Dr. K. Drehsig/Dr. sc. G. Klatt, Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf-Rostock der AdL der DDR
Dipl.-Landw. U. Köhler, Kooperative Schweinestammzucht Polkenberg

1. Allgemeines zur Einstreuproblematik

Die Schaffung einer intensiven Tierproduktion mit industriemäßigen Produktionsmethoden wird durch die Entwicklung neuer Haltungsformen wesentlich mitbestimmt. In industriemäßigen Anlagen mit hohen Tierkonzentrationen ist die Anwendung einstreuloser Haltungsformen auch für laktierende Sauen objektiv notwendig geworden. Für die Entwicklung im Prognosezeitraum wird eingeschätzt, daß bis zum Jahr 1990 noch etwa 35% der gegenwärtig vorhandenen Gebäude für die Schweinehaltung genutzt werden müssen [1]. Deshalb sind neben der Errichtung neuer Produktionskapazitäten Rekonstruktions- und Rationalisierungsmaßnahmen in älteren Gebäuden von Bedeutung. Dabei kommt es in den vorhandenen Abferkelställen darauf an, Haltungsformen für laktierende Sauen auf massiven Fußböden zu entwickeln, die den Umweltansprüchen der Tiere gerecht werden, hinsichtlich Investitionen und Materialeinsatz sowie Bewirtschaftung ökonomisch vertretbar und wenig materialintensiv sind sowie eine Steigerung der Arbeitsproduktivität bei gleichzeitiger Verbesserung der Arbeitsbedingungen für die Werk tätigen ermöglichen. Bei der Entwicklung industriemäßiger Produktionsbedingungen setzten sich in den letzten Jahren mit zunehmenden Bestandskonzentrationen immer mehr einstreuarmer, stallraumsparende Haltungsformen durch, bei denen die Sauen bewegungsarm gehalten werden. Damit sind im wesentlichen folgende Vorteile verbunden:

- Verringerung des Investitionsbedarfs zur Einstreulagerung und -aufbereitung
- geringerer Bedarf an Einstreumaterial
- Senkung des Arbeitszeitaufwands bei der Einstreuversorgung und beim Entmisten
- Möglichkeiten der Anwendung einheitlicher Gülle-Entmistungstechnologien.

Die meisten der in der Literatur vorhandenen Ausführungen zum Einstreuproblem sind kurzgefaßte Andeutungen oder Empfehlungen aufgrund praktischer Erfahrungen, wobei als wesentlichste Funktionen der Einstreu genannt werden:

- Reinigungseffekt, Trockenhaltung der Buchten und Erhöhung der Griffigkeit der Fußböden
- Verringerung der Wärmeableitung durch den Fußboden

- Verminderung der Karpalgelenkverletzungen bei den Ferkeln
- Verbesserung des Stallklimas und der Haltungshygiene.

Als geeignete Einstreumaterialien werden Häckselstroh, Sägespäne bzw. feine Hobelspäne oder Sägemehl, kurzes und exakt gehäckseltes Stroh mit einem möglichst geringen Staubanteil empfohlen. Bei einstreuarmer Haltungsformen wird auf geringe, täglich zu verabreichende Mengen von 0,8 bis 1,5 kg je Abferkelbuch orientiert. An ein Einstreumaterial, das für die einstreuarmer Haltung unter industriemäßigen Bedingungen geeignet ist, müssen folgende Forderungen gestellt werden:

- Ausgangsmaterial muß in der Landwirtschaft ausreichend vorhanden sein, z. B. Stroh
- hoher Zerkleinerungsgrad zur Erreichung möglichst geringer Teilchengrößen
- geringer Staubanteil des zerkleinerten Materials
- großes Feuchtigkeitsaufnahmevermögen
- billige, mechanisierte Herstellung, handarbeitsarme Versorgung und Verarbeitung im Abferkelstall.

2. Technische Zerkleinerungsmöglichkeiten für Einstreuzwecke

Ausgehend von den derzeitigen technischen Möglichkeiten der Strohzerkleinerung (Tafel 1) müssen einige Besonderheiten berücksichtigt werden. Häcksler bewirken durch die Funktionsweise ihrer Schneidwerkzeuge nur eine einmalige Zerkleinerung des Verarbeitungsmaterials, wodurch eine große Schwankungsbreite der Teilchengrößen nicht zu vermeiden ist. Vorteilhafter sind Hammermühlen und Schneidgranulatoren, deren Arbeitsweise ermöglicht, daß das zerkleinerte Material durch Siebe auf Teilchengleichmäßigkeit „sortiert“ wird. Das Zerkleinerungsgut durchläuft die Maschine solange, bis alle Teilchen eine Mindestgröße erreicht haben. Die gegenwärtigen Ausführungen von Hammermühlen stellen jedoch ein Strohmehl her, das aufgrund seines hohen Zerkleinerungsgrades arbeitshygienisch einen nicht vertretbaren Staubanteil aufweist und deshalb von den Tierpflegern als Einstreumaterial abgelehnt wird. Ein Einsatz spezieller Kurzhäckselgetriebe beim Feldhäcksler E 280 ist während der Strohbergung nicht zu empfehlen, da hiermit gleichzeitig eine Verminderung der Leistung (zwischen 0,4 bis

Tafel 1. Technische Möglichkeiten zur Strohzerkleinerung für Einstreuzwecke

Einstreumaterial	Zerkleinerungsmaschinen		Herstellerbetrieb	Veränderung d. Teilchengröße durch	Erreichbare Teilchengrößen in mm	Maschinenleistung je h
	Maschinenart	Typ				
Häckselstroh	Häckselmasch. fahrbar	HN 400-1	VEB Landmasch. Freiberg	Veränderung d. Messerzahl	6...100	1,5 t
	Häckselmasch. stationär	HS 8000 Gr	VEB Landmasch. Freiberg	Veränderung d. Messerzahl (2, 4 u. 6)	6...100	6,0 t
	Feldhäcksler	E 066	VEB Kombinat Fortschritt-Landmasch.	Stirnrad-Schalgetriebe	15, 30, 50, 60, 90; mit Kurzhäckselgetriebe	0,5...1,0 ha
	selbstf. Feldhäcksler	E 280	VEB Kombinat Fortschritt-Landmasch.	8 od. 12 Messer; Einstellungen kurz, mittel, lang	9, 17, 26, 67, 100 5, 10, 20, 22, 40, 45, 90	bis 30 t (Silomais) 0,4...2,4 ha
Strohmehl	Hammermühle	50/63A	VEB Mühlenbau Dresden	Sieb mit 5- u. 8-mm-Lochung	30%: 10...20 70%: <10	1...1,4 t
Bröckelstroh	Schneidgranulatoren	GS 300/200 GS 300/400 GS 500/800	VEB Zerklein. maschinenbau Radebeul	Vierkantsiebe	2...30	
				6,3, 8, 10, 12, 16, 20 31,5 mm		

2,4 ha/h) verbunden ist. Im Interesse einer möglichst raschen Strohbergung während der Getreideernte ist eine nochmalige Zerkleinerung des Häckselstrohs zu Bröckelstroh zweckmäßig. Zur Herstellung von Bröckelstroh (teilweise auch als Strohgranulat bezeichnet) werden Schneidgranulatoren verschiedener Baugrößen eingesetzt, die ursprünglich für die plastverarbeitende Industrie zur Granulierung von Rückständen hergestellt wurden. Das Zerkleinerungsprinzip dieser vom VEB Zerkleinerungsmaschinenbau Radebeul hergestellten Granulatoren ist im Bild 1 ersichtlich. Die Strohhalme werden nicht nur zerschnitten, sondern gleichzeitig zerquetscht und zerschlagen. Um eine hohe Teilchengleichmäßigkeit und große Zerkleinerungsleistung zu erhalten, ist die Zerkleinerung von Häckselstroh beim Einsatz von 10-mm-Vierkantsieben zu empfehlen. Nach der von einem Neuererkollektiv des VEB Landtechnischer Anlagenbau Suhl verbesserten Technologie der Bröckelstroherstellung durch entsprechende Zuführeinrichtungen in Form eines vorgeschalteten Häckslers und eines Ansaugzyklons ist es möglich, mit einem Schneidgranulator vom Typ GS 300/400 und einem 10-mm-Vierkantsieb rd. 200 kg Bröckelstroh je Stunde zu erzeugen.

3. Untersuchungsergebnisse

3.1. Vergleich verschiedener Einstreumaterialien unter Laborbedingungen

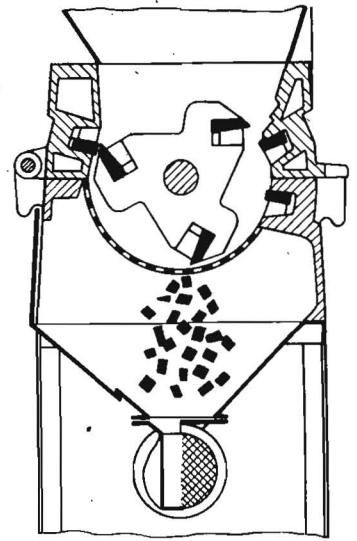
In labormäßigen Untersuchungen wurden vier Einstreumaterialien hinsichtlich Rohdichte, Wasseraufsaugvermögen, Teilchengrößenzusammensetzung, Staubgehalt, Sporen- und Pilzbefall an verschiedenen Stroharten (Roggen, Weizen, Gerste, Hafer) verglichen:

- Häckselstroh, hergestellt vom Feldhäcksler E 280 bei Schneidwerkeinstellung „kurz“
- Bröckelstroh, hergestellt mit einem Schneidgranulator GS 300/200
- Strohmehl, hergestellt mit einer Hammermühle vom Typ 50/63 A
- feine Hobelspäne, Abfallprodukte einer Möbelfabrik.

Die Laboruntersuchungen zeigten, daß die Rohdichte (Tafel 2) als Maß für den Raumbedarf der zerkleinerten Materialien mit zunehmender Teilchenlänge abnimmt, wobei zwischen Hobelspänen und Bröckelstroh keine wesentlichen Unterschiede bestanden. Beim Wasseraufsaugvermögen ist das Strohmehl allen anderen Einstreumaterialien überlegen. Der Einsatz von Sieben mit engeren Maschenweiten (6,3 und 8,0 mm Vierkantlochung) brachte gegenüber den 10-mm-Vierkantsieben keine bessere Aufsaugfähigkeit bei Bröckelstroh. Die Teilchengrößenbestimmungen durch Siebfractionierungen bzw. Längenmessungen ergaben, daß zwischen den verschiedenen Stroharten nur unwesentliche Unterschiede bestehen. Die untersuchten Einstreumaterialien sind durch die in Tafel 3 angegebenen Häufigkeitsverteilungen der Siebfractionen und der durchschnittlichen Teilchenlängen charakterisiert. Die Herstellung von Bröckelstroh beim Einsatz von verschiedenen Siebgrößen im Schneidgranulator — möglich sind Siebe mit 6,3, 8,0, 10,0, 12,0, 16,0, 20,0 und 31,5 mm großen Vierkantlochungen — zeigte, daß zwischen den eingesetzten Vierkantsieben nur unwesentliche Unterschiede bezüglich der Teilchengrößenzusammensetzung vorhanden sind. Mit zunehmender Siebgröße trat jedoch eine höhere Schwankungsbreite in den extremen Teilchenlängen auf. Gleichzeitig steigt mit zunehmender Siebgröße im Granulator der als Rest ausgewiesene Staubanteil und ist vom 12-mm-Vierkantsieb an aufwärts den Werten von Hobelspänen und Strohmehl annähernd gleich. Aufgrund der bisherigen Erfahrungen ist sowohl im Hinblick auf die Qualität des zerkleinerten Materials als auch auf die Zerkleinerungsleistung der Granulatoren der Einsatz von 10-mm-Vierkantsieben zweckmäßig.

Die Staubmessungen beim Einstreuen (Tafel 4), die durch die Bezirksinspektion Gesundheitsschutz in den Betrieben, Bereich Arbeitssanitätsinspektion, Rostock vorgenommen wurden, ergaben im Vergleich zu Bröckelstroh für Strohmehl eine um 45 % und für Hobelspäne eine um 20 % höhere Staubentwicklung. Dabei wurde festgestellt, daß Strohmehl einen besonders feinen Staub

Bild 1
Arbeitsweise eines Schneidgranulators



Tafel 2. Rohdichte und Wasseraufsaugvermögen der untersuchten Einstreumaterialien

Einstreumaterial	Strohart	Rohdichte g/cm ³	aufgesaugte Wassermenge ml/g
Hobelspäne		0,12	3,4
Strohmehl	Gerste	0,13	4,8
	Hafer	0,11	5,6
	Roggen	0,10	5,0
Bröckelstroh	Gerste	0,06	2,5
	Hafer	0,07	2,6
	Roggen	0,05	4,2
Häckselstroh E 280 (kurz)	Roggen	0,04	3,1

Tafel 3. Häufigkeitsverteilung der Siebfractionen und der durchschnittlichen Teilchenlängen bei den untersuchten Einstreumaterialien; Angaben in %

Häufigkeitsverteilung der Siebfractionen				
Prüfsiebgröße Maschenweite in mm	Hobel- späne	Stroh- mehl	Bröckel- stroh	Häcksel- stroh E 280
63,00	—	—	—	9,9
45,00	—	—	—	6,7
31,50	—	—	—	6,6
20,00	—	—	—	8,4
16,00	4,4	4,6	13,5	7,6
8,00	6,2	5,1	10,2	15,9
5,00	8,3	4,9	13,7	12,9
2,50	14,8	7,1	24,0	11,4
1,25	33,9	33,7	20,4	9,7
0,40	23,1	33,7	11,1	5,9
Rest	9,3	10,9	7,1	5,3
<i>durchschn. Teilchenlängen</i>				
30 mm	—	—	67,7	—
30 bis 21 mm	—	9,7	—	37,4
20 bis 11 mm	—	4,9	11,4	44,4
10 mm	—	85,4	20,9	18,2

Tafel 4. Ergebnisse der Staubgehaltsmessungen beim Einstreuen

Einstreumaterial	Staubgehalt Teilchen/cm ³	Staub- beschaffenheit
Hobelspäne	240	mittelfein
Bröckelstroh (10-mm- Vierkantsieb)	200	grob
Strohmehl	290	fein

Tafel 5. Ergebnisse des Vergleichs beim Einsatz von Hobelspänen und Bröckelstroh bei einstreuarmer Haltung laktierender Sauen mit 28tägiger Säugezeit

	Bröckelstroh	Hobelspäne
tägl. Einstreumenge je Abferkelbucht in kg		
— vor dem Abferkeln	0,5	0,8
— 1. bis 4. Säugewoche	1,0	2,5 bis 3,0
ausgewertete Würfe	18	19
abgesetzte Ferkel je Wurf	8,1	7,7
durchschnittl. Geburtsumasse je Ferkel in kg	1,46	1,51
durchschnittl. Absetzmasse je Ferkel in kg	7,6	7,2
durchschnittl. tägliche Zunahme je Ferkel in g	219	203

Tafel 6. Aufzuchtergebnisse beim Einsatz von Bröckelstroh in Standaufzuchtbuchten bei 28tägiger Laktation

Merkmal	
insges. geb. Ferkel je Wurf	9,44
leb. geb. Ferkel je Wurf	8,99
Aufzuchtverluste in %	7,68
durchschn. Geburtsumasse je Ferkel in kg	1,38
durchschn. Absetzmasse je Ferkel in kg	7,20
durchschn. tägliche Zunahme je Ferkel in g	207

Tafel 7. Aufzuchtergebnisse bei der einstreuarmer Haltung laktierender Sauen in Standaufzuchtbuchten mit Bröckelstroheinstreu in der KSZ Polkenberg

Parameter	1973	1974	1975
Anzahl der Würfe	2064	2243	2398
insges. geb. Ferkel je Wurf	9,68	10,45	10,50
leb. geb. Ferkel je Wurf	9,28	9,65	9,70
durchschn. Geburtsumasse je Ferkel in kg	1,16	1,32	1,38
abgesetzte Ferkel je Wurf	8,13	9,00	9,11
Aufzuchtverluste in %	10,90	6,80	6,10
durchschn. Absetzmasse je Ferkel in kg	7,90	8,30	8,80
durchschn. tägliche Zunahme je Ferkel in g	247	244	260

aufweist. Der hohe Anteil feinen Staus bei Strohmehl ist die Hauptursache dafür, daß bei der Bewirtschaftung der Abferkelställe das Strohmehl von den Viehpflegern abgelehnt wird. Die Staubgehaltsmessungen zeigten, daß alle Meßwerte unter dem arbeitshygienischen Normativ (TGL 22311) liegen, das als Grenzwert für einen Staub der Staubgruppe III 800 Teilchen/cm³ angibt. Obwohl in vergleichenden Untersuchungen zum Einsatz von Strohmehl und Hobelspänen von Deckert [2] bei einem Teil der untersuchten Saugferkel im Alter von 5 Wochen bei pathologisch-histologischen Untersuchungen von Rüssel- und Lungenanschnitten keine Zunahme der Häufigkeit von Erkrankungen des Rüssels und des Atmungsapparats festgestellt wurde, sei an dieser Stelle bemerkt, daß es zum Einfluß des Staubgehalts der Stallluft auf die Leistungen und die Gesundheit der Tiere noch keinerlei Parametervorgaben für zulässige Grenzwerte gibt, wie das für die Schadgasgehalte der Stallluft beispielsweise zutrifft. Bei der Bestimmung des Keimbesatzes der zerkleinerten Materialien ließen die festgestellten Keimgehalte sowie der Nachweis von Sporenbildnern keine Unterschiede zwischen den einzelnen Stroharten erkennen. Gleichmaßen wurden in fast allen untersuchten Proben der verschiedenen Einstreumaterialien schweinepathogene Colitypen nachgewiesen. Diese Ergebnisse zeigten, daß bei der Bergung und Lagerung von Streuroh die Sauberhaltung des Strohs größte Aufmerksamkeit erfordert.

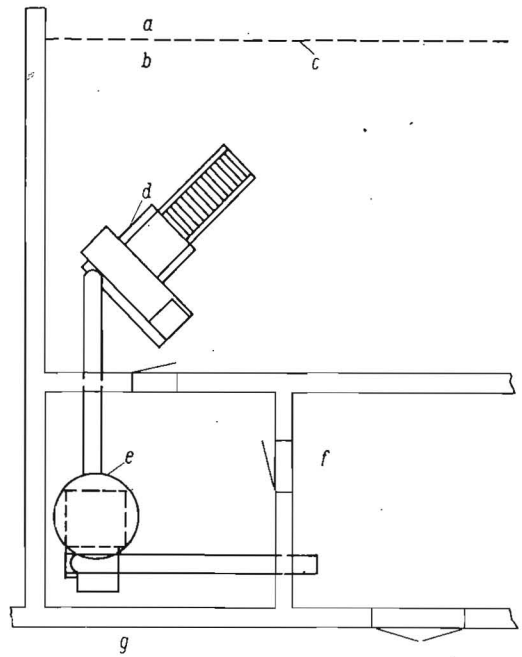


Bild 2. Technologie der Bröckelstroherstellung in der KSZ Polkenberg; a Schwarzbereich, b Strobergeraum, c versetzbarer Zaun, d Hacksler HN 400-1, e Schneidgranulator GS 300/400, f Bröckelstrohlagerraum, g Verbinder

3.2. Ergebnisse des Bröckelstroheinsatzes in Tierexperimenten

Die zum Einsatz von Bröckelstroh durchgeführten Tierversuche [3] ergaben, daß bei 28tägiger Säugezeit das Bröckelstroh gegenüber Hobelspänen hinsichtlich Tierleistungen, Tiergesundheit und Sauberkeit der Tiere und Abferkelbuchten völlig gleichwertig ist (Tafel 5).

Die Auswertung weiterer Versuche [4] zur einstreuarmer Haltung laktierender Sauen mit Bröckelstroheinstreu bestätigt diese Ergebnisse. An 1826 lebend geborenen Ferkeln (220 Jungsauwürfe) wurden die in Tafel 6 zusammengestellten Leistungen ermittelt.

4. Erfahrungen beim Bröckelstroheinsatz in industriemäßigen Schweineproduktionsanlagen

Diese in den Versuchen erzielten Ergebnisse stimmen mit denen zahlreicher Praxisbetriebe (1275er-Sauenanlagen) überein. So wird beispielsweise in der Kooperativen Schweinestammzucht (KSZ) Polkenberg, Bezirk Leipzig, seit mehr als 3 Jahren erfolgreich Bröckelstroh in den Abferkelställen eingesetzt, wobei die in Tafel 7 dargestellten Leistungen erzielt wurden. In der Anlage Polkenberg hat sich folgende Technologie der Bröckelstroherstellung und -verteilung und Entmischung bewährt:

- Zur Bröckelstroherstellung wird ein Schneidgranulator vom Typ GS 300/400 (mittlere Baugröße) mit einem 10-mm-Vierkantsieb verwendet, der in einem abgetrennten, am Verbinder gelegenen Raum aufgestellt wurde (Bild 2). Dieser Raum ist mit dem Bergeraum und mit dem Bröckelstrohlagerraum verbunden. Die gesamte Bröckelstroherstellungskette gehört zum Weißbereich der Anlage.
- Im Bergeraum erfolgt die Abgrenzung zwischen Schwarz- und Weißbereich durch einen 2 m hohen Maschendrahtzaun, der während der Strohanlieferung versetzt werden kann. Während der übrigen Zeit sind die Türen des Bergeraums verschlossen.
- Im Bergeraum erfolgt die Vorzerkleinerung des Streurohs (meist Ballenstroh) mit Hilfe eines stationären Hackslers vom Typ HN 400-1 vom VEB Landmaschinenbau Freiberg. Anschließend fördert das Hackslergebläse das zerleinerte Gut in den Ansaugtrichter, der über dem Schneidgranulator montiert ist. Die erforderlichen Antriebsleistungen für beide Maschinen sind aus Tafel 8 ersichtlich.
- Nach Zerkleinerung im Granulator (Bild 3) wird das Bröckelstroh durch das Gebläse des Schneidgranulators in den

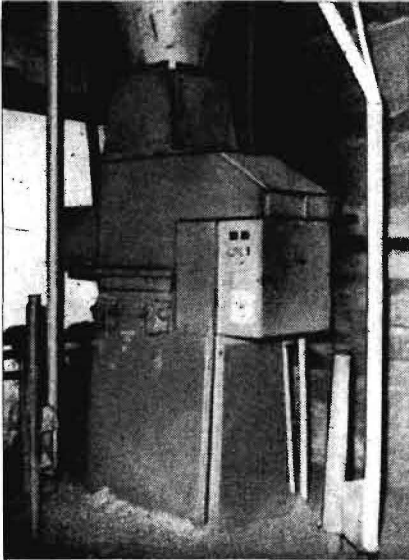


Bild 3
Schneidgranulator
GS 300/400 mit
veränderter Zuführ-
einrichtung

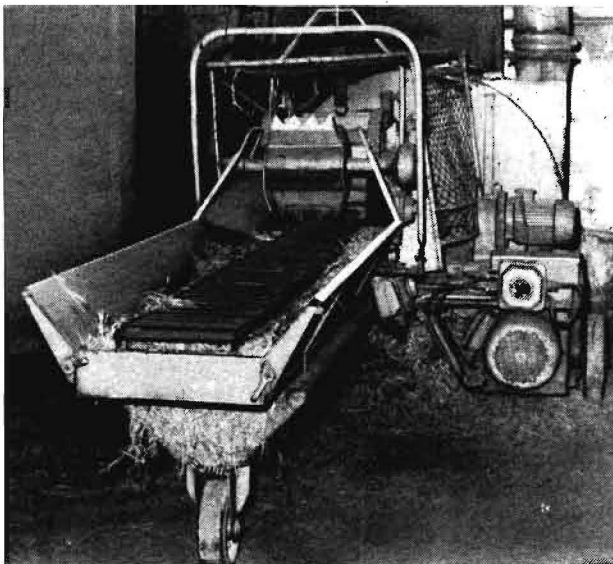
Tafel 8. Ausgewählte technische Daten der eingesetzten Maschinen

		Häcksler HN 400-1	Schneid- granulator GS 300/400
Rotordurchmesser	mm	1300	300
Rotorlänge	mm	310	400
Rotordrehzahl	U/min	625	725
Messeranzahl		4	3
Antriebsleistung	kW		
Einzugsvorrichtung		2,2	—
Schneideinrichtung		17,0	10,0
pneumatische Granu- latabsaugung		—	1,5

Nachbarraum (Strohlageraum) geblasen. Zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen ist durch Einbau eines Zyklons eine erhöhte Staubentwicklung zu vermeiden.

- Die Bröckelstroherstellung wird von einer Arbeitskraft durchgeführt, die im Strobergeraum die Strohballen auf-

Bild 4. Häcksler HN 400-1 im Strobergeraum



schneidet und damit den stationären Häcksler beschickt (Bild 4). Die Durchsatzleistung beträgt bei der beschriebenen Technologie durchschnittlich 200 kg Bröckelstroh je Stunde.

- Der Transport des Bröckelstrohs in der Anlage erfolgt mit 3rädri-gen Futterwagen, die zu diesem Zweck mit einem Blechaufbau versehen wurden und rd. 200 kg Bröckelstroh fassen (Bild 5).
- Je Abferkelplatz werden täglich 0,8 bis 1,0 kg Bröckelstroh eingesetzt. Bei höheren Mengen im gesamten Stall ist mit Schwierigkeiten beim Abtransport durch die Unterflur-schleppschaufeln zu rechnen.
- Bei normalen Einstreumengen wird das Gülle-Stroh-Gemisch ohne Schwierigkeiten bis in die Lagerbehälter transportiert. Auch die eingesetzten Pumpen (vertikale Güllekreislumppe KRCH 150/425.12) fördern das Gemisch einwandfrei. Die zwischengelagerte Gülle wird über einen Güllegeber in die Spezialanhänger HTS 100.27 gefördert und mobil ausgebracht. Ohne Homogenisierung im Güllelagerbehälter entsteht eine Sinkschicht, in der warmen Jahreszeit auch eine Schwimm-schicht.
- Die Homogenisierung mit Hilfe von Tauchpumpen, die an einer selbstfahrenden Brücke befestigt sind, gewährleistet, daß das Strohgranulat mit auf das Feld gebracht wird. Die Entmischungsfahrer im Gülleanhänger bei langen Anfahr-wegen zum Feld ist wesentlich geringer als beim Einsatz von Sägespänen.

5. Vorteile des Bröckelstroheinsatzes

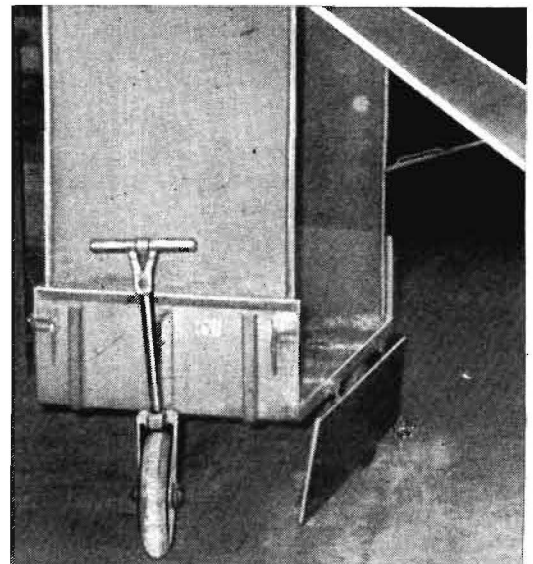
Beim Bröckelstroheinsatz sind als wesentlichste ökonomische und technologische Vorteile zu nennen:

- Die Reduzierung der Einstreumengen ermöglicht eine Ver-ringering der Lagerkapazität um 50% sowie eine Verkleinerung des Einzugsbereichs für die Strohbereitung.
- Gegenüber Strohmehl ist der Einsatz von Bröckelstroh wegen der geringeren Staubentwicklung beim Einstreuen aus arbeits-und haltungshygienischen Gründen vorteilhaft.
- Der Bröckelstroheinsatz gewährleistet die Funktionstüchtig-keit von Unterflurschleppschaufeln und die Möglichkeit einheitlicher Gülletechnologien in der gesamten Schweineproduktionsanlage.

6. Zusammenfassung

Zur bewegungsarmen und einstreuar-men Haltung laktierender Sauen auf massivem Fußboden wurde für die bestehenden industriemäßigen Schweineproduktionsanlagen in Zusammen-

Bild 5. Transportwagen für Bröckelstroh



arbeit mit dem VEB Kombinat Impulsa als Einstreumaterial auf Strohbasis Bröckelstroh (Strohgranulat) entwickelt. Dieses Einstreumaterial wurde in Laborversuchen mit Hobelspänen, Strohmehl und Häckselstroh verglichen und zeichnet sich durch große Teilchengleichmäßigkeit, gutes Feuchtigkeitsaufnahmevermögen und geringen Staubgehalt aus. In anschließenden Tierexperimenten konnte hinsichtlich Tierleistungen und -gesundheit sowie Sauberkeit der Tiere und Abferkelbuchten gegenüber der Anwendung von Hobelspänen eine völlige Gleichwertigkeit ermittelt werden. Als ökonomische und technologische Vorteile ergeben sich beim Einsatz von Bröckelstroh eine Reduzierung des Materialbedarfs und der Transport- und Lagerkapazitäten sowie die Möglichkeit, einheitliche Gülletechnologien anzuwenden.

Literatur

- [1] Schremmer u. a.: Studie über die Verfahren der industriemäßigen Schweinefleischproduktion im Zeitraum von 1990—2000. FZ Dummerstorf-Rostock, Forschungsbericht 1973 (unveröffentlicht).
- [2] Deckert, R.: Untersuchungen über die Leistungen und das Verhalten säugender Sauen und Ferkel bei Anbindehaltung. Dummerstorf, DAL Berlin, Dissertation 1968.
- [3] Klatt, G. u. a.: Untersuchungen zum Einsatz verschiedener Einstreumaterialien bei einstreuarmer Haltung säugender Sauen in Standaufzuchtbuchten bei 28tägiger Säugung. FZ Dummerstorf-Rostock, Forschungsbericht 1973 (unveröffentlicht).
- [4] Drehsig, K.: Untersuchungen zur einstreuarmer und einstreulosen Haltung laktierender Sauen auf massiven Fußböden und zur bodenfernen, einstreulosen Haltung auf Vollspaltenböden. FZ Dummerstorf-Rostock, Dissertation 1974.

A 1312

Zur Fließgrenze von Gülle und ihrer Bestimmung

Hochschuling. H. Schemel/Dr.-Ing. G. Hörnig, KDT, Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim der AdL der DDR

1. Problemstellung

Fließkanäle haben sich zum Transport der Gülle aus industriemäßig produzierenden Rinder- und Schweineställen mit Parterrehaltung bewährt. Volkswirtschaftlich wichtige Kennziffern, wie Energie- und Arbeitskräftestundenbedarf, sind minimal. Im Interesse einer günstigeren Gesamtkostengestaltung bedürfen einige Probleme der Kanalbemessung und -bewirtschaftung aber einer dringenden Bearbeitung.

Mehrmals wurde nachgewiesen, daß Gülle mit dem im Fließkanal vorliegenden Trockensubstanzgehalt $>3\%$ eine Fließgrenze besitzt [1] [2] [3] [4]. Sie stellt sich an der Fließkurve, die den Zusammenhang zwischen Spannung τ und Schergradient $\dot{\gamma}$ angibt, als Schnittpunkt der Kurve mit der Spannungsachse bei $\dot{\gamma} = 0$ dar. Eine Fließgrenze wird jenen Medien zugeschrieben, die in der Lage sind, ein dreidimensionales Gerüst ihrer Strukturelemente aufzubauen. Bei Überschreitung der Fließgrenze werden die Bindungen des Gerüsts zerstört und die elastische Deformation

durch den Fließvorgang abgelöst [5]. Wie bereits früher vermutet und jetzt nachgewiesen wurde [4], ist Gülle unecht thixotrop [6]. Nach Überschreiten der Fließgrenze tritt also eine nicht vollständig reversible Verbesserung der Fließigenschaften ein. Auch die Fließgrenze erreicht nach der Beanspruchung nicht wieder ihren ursprünglichen Wert. Dadurch wird die Bestimmung der Fließgrenze erschwert.

Die Fließgrenze ist diejenige Spannung, die — aus der hydrostatischen Druckkraft der Gülle resultierend — zwischen zwei Gülleteilen wirken muß, damit sich diese verschieben und der Fließvorgang eingeleitet wird. Sie bestimmt die Güllespiegelneigung beim Anfließen der Gülle. Da das anschließende Fließen quasistatisch abläuft, wird die Spannung zur Erzeugung des geringen erforderlichen Schergradienten nicht wesentlich über der Fließgrenzspannung liegen, das heißt, daß die Güllespiegelneigung beim Fließen nur unwesentlich über der beim Anfließen bzw. wegen der thixotropen Verflüssigung noch darunter liegen wird. Die Fließgrenze ist somit eine Stoffkenngröße, durch die der Fließvorgang im Fließkanal maßgeblich charakterisiert ist. Das Güllegemisch im Kanal besitzt aber keine einheitliche Fließgrenze. Durch Sedimentation der Gülle sowie durch thixotrope, chemische und biologische Veränderungen während des Fließens tritt eine starke örtliche und zeitliche Differenzierung der Fließigenschaften auf. Die meßtechnische Erfassung der Fließgrenze, ihrer Verteilung und zeitlichen Veränderung, von der Aussagen zum Mechanismus des Fließvorgangs, zu seiner Beeinflussung und Berechnung erwartet werden können, ist noch nicht befriedigend gelungen.

2. Bekannte Methoden zur Fließgrenzenbestimmung

Die fünf bekannten Meßmethoden zur Ermittlung der Fließgrenze τ_0 bzw. von Fließgrenzenrelativwerten lassen sich wie folgt darstellen:

- Messung von Ausbreitungskenngrößen der Meßflüssigkeit in Fließmodellen, wie z. B. Fließrinne und Schüttkegel [3] [7]
- Errechnung der Fließgrenze aus dem Verhältnis der Kraft, mit der ein Körper in die Flüssigkeit getaucht bzw. aus ihr herausgezogen wird, und der wirksamen Scherfläche im Gleichgewichtszustand
Die Meßgeräte werden als Konusplastometer [5] [8] [9], Shearometer und Thixometer [10] bezeichnet.
- grafische Ermittlung der Fließgrenze durch Extrapolation einer im Rohr- bzw. Rotationsviskosimeter gemessenen Fließkurve [1] [3] [5] [6] [10] [11] [12] [13] [14]
- Errechnung von τ_0 aus dem Maximaldrehmoment beim Anlauf

Verwendete Formelzeichen

H_M	Meßkörperhöhe	mm
L_R	Rohrlänge	mm
M	Drehmoment	N.m
M_0	Drehmoment bei Fließbeginn	N.m
M_{max}	maximales Drehmoment des Rheotest	
	im jeweiligen Meßbereich	N.m
R	Rohr- bzw. Kapillarradius	mm
R_c	Meßgefäßradius	mm
R_v	Meßkörperradius	mm
G	Gleitmodul	Pa
h_i	Meßwelleneintauchtiefe	mm
i	Übersetzungsverhältnis	
n_v	Antriebsdrehzahl	U/min
p_0	Druck bei Fließbeginn	Pa
t	Zeit	s
$\dot{\gamma}$	Schergradient	1/s
τ	Schubspannung	Pa
$\dot{\tau}$	Spannungszuwachsgeschwindigkeit	Pa/min
τ_0	Fließgrenze	Pa
τ_{0k}	im Kanal oder am Kanalmodell gemessene Fließgrenze	Pa
$\dot{\tau}_{0k}$	Spannungszuwachsgeschwindigkeit am Meßkörpermantel	Pa/min
φ_A	Antriebswellendrehwinkel	rad
φ_{Me}	extrapolierter Drehwinkel vor Meßbereichsbeginn	rad
φ_M	Meßkörperdrehwinkel	rad
φ_{M_0}	Meßkörperdrehwinkel bei M_0	rad
$\Delta\varphi$	Meßfederverdrehwinkel	rad