

Der hydraulische Strahlapparat — ein Gerät zur Schwimmdeckenzerstörung und Homogenisierung der Gülle

Der kontinuierlich anfallende Stalldung kann aus verschiedenen Gründen nur periodisch als Dünger in der Feldwirtschaft eingesetzt werden, so daß eine Zwischenlagerung unvermeidbar ist. Bei der Umstellung der Stalldungswirtschaft von Stallmist und Jauche auf Gülle tauchen neue Probleme auf, die eine Lösung erfordern. So ist bei der Güllelagerung die Ausbildung einer Schwimmdecke und weiterer differenzierter Schichten eine typische Eigenschaft der Gülle. Die damit notwendig werdende Homogenisierung gilt zwar für den bäuerlichen Güllebetrieb als gelöst, wirft aber in sozialistischen landwirtschaftlichen Großbetrieben Fragen auf, die teilweise anschließend behandelt werden sollen.

Die Ursachen für die Fraktionierung der Gülle beruhen sowohl auf den physikalischen Eigenschaften der Gülle als auch auf biologisch-chemischen Prozessen, die sich während der Lagerzeit vollziehen. Maßgeblich bestimmend dafür sind die unterschiedliche Dichte der einzelnen Güllebestandteile und die mit der Lagerung einsetzende Gärung der Gülle. Es bilden sich drei deutlich differenzierte Hauptzonen mit Übergangsbereichen heraus, die ineinander überwechseln, und zwar:

1. Am Flüssigkeitsspiegel durch Aufschwimmen der Schwimmdecke, in der sich vorwiegend die Stoffe mit der geringen Dichte ansammeln;
2. auf der Sohle des Lagerbehälters die Schlammsschicht durch Sedimentation der spezifisch schweren Teile;

3. Die Mittel- oder Flüssigkeitsschicht zwischen Schlammsschicht und Schwimmdecke mit vorwiegend flüssig-kolloidalen Teilchen.

Zwischen diesen drei Hauptzonen gibt es Übergangszonen, sie verwischen die Grenzen zwischen den Hauptzonen. Ihre Mächtigkeit und Beständigkeit ist sehr variabel und zeitlich nicht konstant. Sehr stark beeinflusst werden diese Vorgänge durch die Fütterung, die Tierart, von der die Gülle stammt, die Temperatur und die Lagerzeit.

Mit der Fraktionierung der Gülle-Bestandteile tritt auch eine Fraktionierung der Nährstoffe ein. So ist z. B. das Kali vorwiegend in der Flüssigkeitszone gelagert und der Stickstoff zum größten Teil in den Zonen mit den höheren Feststoffanteilen.

Daraus ergibt sich, daß eine Homogenisierung der Gülle nicht nur aus technischen Gründen notwendig ist, sondern auch eminente düngewirtschaftliche Bedeutung besitzt.

Bei der Lösung dieser Aufgabe wurde davon ausgegangen, nach Möglichkeit die zu bearbeitende Gülle selbst als Arbeitsmittel zu benutzen. Aus Industrie und Bauwesen ist schon lange bekannt, daß man zum Abbauen, Mischen und Transportieren von Feststoffen mit Energie geladene Flüssigkeiten verwendet. Auch in der Güllewirtschaft lagen dafür Hinweise und erste Erfahrungen vor; so in dem Bihudungsverfahren nach SCHMIDT-EGGERSGLUSS [1], das mit einem Flüssigkeitsstrahl die Schwimmdecke auflöst. Ferner aus praktischen Güllebetrieben (VEG Großharthau, LPG Mechelroda).

Der hydraulische Strahlapparat

Funktionsprinzip

Dem Strahlapparat wird mit Hilfe einer Pumpe die Flüssigkeit als Arbeitsmittel mit entsprechender Energie zugeführt. Das Strahlrohr des Apparates erzeugt einen scharfen Strahl und lenkt diesen auf die Oberfläche der Gülle. Durch die Rotation sowie die Winkelverstellung des Strahlrohrs ist es möglich, jeden Punkt der Oberfläche in einem Rundbehälter zu erreichen und zu bearbeiten. Der gelenkte Strahlverlauf bewirkt das streifenmäßige Zerstören der Schwimmdecke. Die Strahlenergie reicht aus, die abgetrennten Teile der Schwimmdecke aufzulösen und bei entsprechender Tiefenwirkung mit guter Turbulenz eine Homogenisierung zu erreichen. Als Arbeitsmittel können Gülle, Jauche, Abwasser oder Brauchwasser verwendet werden. Die Wahl des Arbeitsmittels hängt von der Eignung der verwendeten Pumpe, die diese Stoffe zu befördern hat, ab. Die Pumpe muß eine Mindestleistung von $Q = 20 \text{ m}^3/\text{h}$ und $H = 30 \text{ m}$ haben. Die Einsatzgrenzen des Gerätes werden somit von der verwendeten Pumpe und der Behälterform (Rundbehälter) abgesteckt.

Technische Lösung

Der hydraulische Strahlapparat (Bild 1) ist mittig auf der Behälterdecke angeordnet, wobei das Strahlrohr durch die Deckenöffnung in den Behälter ragt. Das Gerät ist auf einem Grundrahmen komplett montiert, der auf der Behälterdecke befestigt ist. Das Traggestell vereint die Antriebs- und Bewegungsmechanismen und ist auf dem Grundrahmen aufgeschraubt. In zwei Hauptlagern ist die vertikale Welle drehbar gelagert und axial gehalten. Die Hauptwelle, als Hohlwelle ausgebildet, besitzt beidseitig Anschlußflansche. Der Anschluß der Hauptwelle mit der starren Pumpendruckleitung erfolgt über eine Drehstopfbuchse, mit Flanschanschlüssen verbunden. Am unteren Flansch der Hauptwelle ist das Umlenkstück

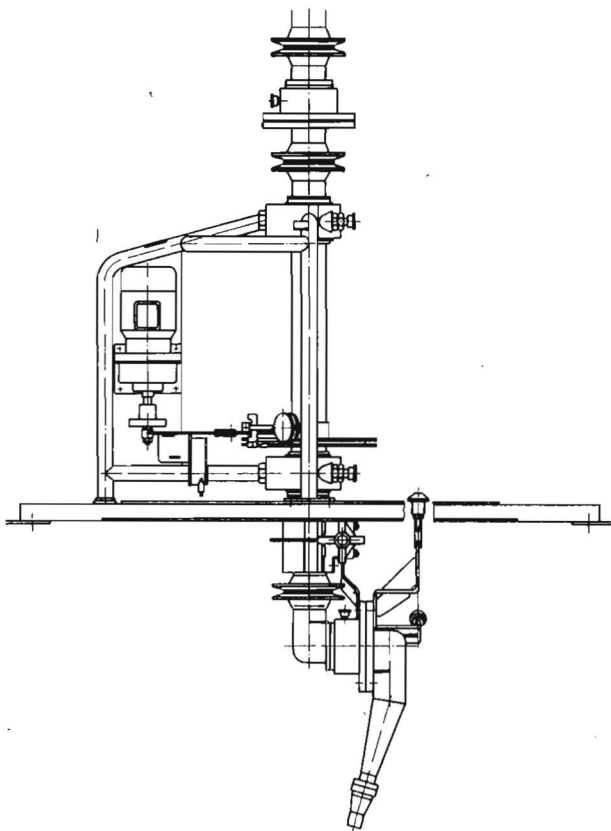


Bild 1. Seitenansicht des Strahlapparates

* Institut für Meliorationswesen und Grünland der Friedrich-Schiller-Universität Jena

** Wasserwirtschaftsdirektion Obere Elbe-Mulde, Abt. Meißen

Bild 2
Schubkurbeltrieb

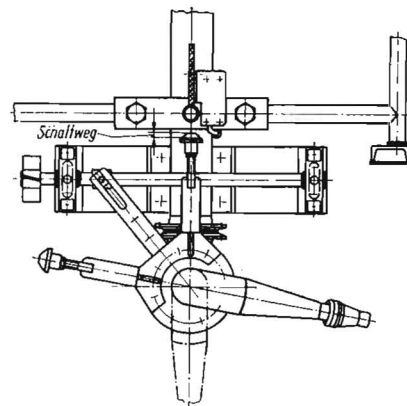
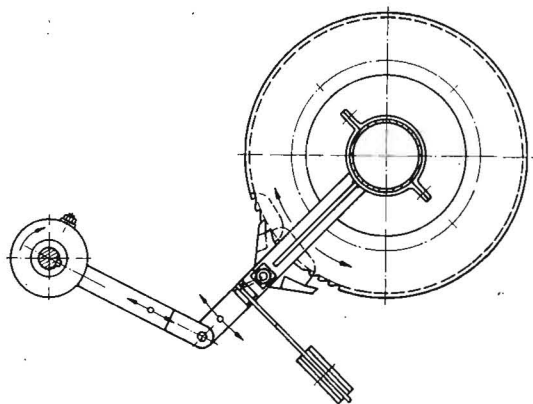


Bild 3
Schwenkantrieb

mit einer horizontal liegenden Schwenkstopfbuchse über Flanschverbindung befestigt. An der Schwenkstopfbuchse angeflanscht ist das abgewinkelte Strahlrohr mit auswechselbarer Düse. Die Abwinkelung des Strahlrohres liegt so, daß die Strahlrichtung in Verlängerung der Hauptwellenachse liegt.

Der Antriebsmotor — Getriebemotor — mit vertikaler Antriebswelle liegt seitlich, parallel zur Hauptwelle und ist fest am Traggestell montiert (Bild 1). Er ist mit der Hauptwelle durch einen Schubkurbeltrieb zur Übertragung der Drehbewegung kraftschlüssig verbunden (Bild 2). Durch den Schubkurbeltrieb wird die Hauptwelle in Drehbewegung gesetzt. Von der Drehbewegung im Relativtrieb abgenommen, wird der Antrieb für die Schwenkbewegung des Strahlrohres abgeleitet. Dies erfolgt, indem die Drehbewegung der Hauptwelle über am Grundrahmen auf einer Kreisbahn angeordnete Stehbolzen auf ein mehrflügeliges Relativtriebbrad, das auf dem verlängerten Wellenstumpf der Schwenkspindel sitzt, übertragen wird (Bild 3). Die Schwenkbewegung je Hauptwellenumdrehung ist abhängig von der Anzahl der Stehbolzen, die variiert werden kann. Der Antriebsmotor hat eine konstante Antriebsdrehzahl. Durch Veränderung des Exzentrers wird der Hub der Schubkurbel verkleinert oder vergrößert, demzufolge der Vorschub an der sägeartig verzahnten Zahnscheibe, die auf der Hauptwelle befestigt ist und im Zusammenhang damit die Drehzahl der Hauptwelle. Über die Reversiervorrichtung wird der Schubzahn der Rechtsdrehung außer Eingriff und der Schubzahn der Linksdrehung in Eingriff gebracht. Die Zahnscheiben für Rechts- und Linksdrehung sind gegensätzlich verzahnt und liegen in verschiedenen Ebenen. Der Schwenkwinkel für das Strahlrohr liegt bei 80°. Durch die Wahl der Anzahl der Stehbolzen ist die Schwenkgeschwindigkeit bzw. der Schwenkgrad je Umdrehung der Hauptwelle veränderlich. Somit bestehen für das Gerät zwei Regelmöglichkeiten, die eine Vielzahl von Variationen gestatten, so daß eine individuelle Anpassung an die jeweils vorhandenen Verhältnisse gegeben ist. Der Strahlverlauf ergibt in jedem Falle eine Spirale. Durch die vorgenannten Einstellmöglichkeiten sind Spiralförmigkeiten mit engem Windungsabstand möglich. Die Zeitdauer des Bestreichens der Behälteroberfläche mit beispielsweise 10 m Behälterdurchmesser beträgt maximal 10 h, 43 min, minimal 1 h 20 min.

Zwischenwerte sind in 8 Varianten möglich. Das Gerät ist mit einem Endschalter bestückt, der bei Erreichen der Endstellungen selbsttätig den Antrieb stillsetzt. Durch Betätigung des Reversierhebels wird eine Umkehrung des Strahlverlaufs bewirkt. Das Gerät selbst hat keine direkte Berührung mit dem aggressiven Medium. Zufolge der geringen Eigenmasse des Gerätes besteht die Möglichkeit des Umsetzens und Einsatzes in Nachbar-Speicherbehältern bei Anlagen mit mehreren Behältern. Nach Einstellung der gewünschten bzw. erforderlichen Geschwindigkeit und Schwenkbewegung erfolgt der Arbeitsablauf selbsttätig.

Die Anschlußweite für die Druckleitung beträgt NW 80. Der

Eingangsdruck muß mindestens 25 m WS und kann max. 100 m WS betragen. Bei Verwendung von Strahlrohren mit 16 mm, 18 mm und 20 mm Dmr. ergibt sich in Abhängigkeit des Druckes folgende Strahlmenge:

Druck m WS	Strahlmenge m ³ /h bei Düsendurchmesser		
	16 mm	18 mm	20 mm
20	12	14,5	20
40	19	25,5	31
60	23,5	29,5	36
80	27	34	41
100	30	37,5	45

Technische Daten

Antriebsleistung N = 0,25 kW, Anschlußspannung 220 bzw. 380 V
Anschluß NW 80 Flanschen ND 10
Eigenmasse ≈ 430 kg

Ergebnisse und Schlußfolgerungen

Da beim Rühren von Flüssigkeiten im Behälter enge Beziehungen zwischen Form und Größe des Behälters und dem Rührwerk, bzw. dessen Rühreffekt bestehen [2] [3], sollen die wichtigsten Größen des Behälters, in dem der Strahlapparat zum Einsatz gelangt, genannt werden. Es handelt sich um einen Rundbehälter mit 10 m Dmr., 5 m Nutzhöhe und 400 m³ Fassungsvermögen [4]. Der Behälter ist durch eine Massivdecke geschlossen, die den Behälter frei überspannt. Es wurde besonderer Wert darauf gelegt, daß der Nutzraum stützfrei ist, damit bei der Wahl des Rührwerks, bzw. beim Rührevorgang selbst keine Einschränkungen und Hindernisse bestehen. Die Behältersohle ist trichterförmig ausgebildet und hat ein Gefälle von 25%. Die Entnahme erfolgt vom tiefsten Punkt des Behälters.

Das Gerät wurde in einer Rindervollgülle eingesetzt, die sowohl aus der Winterfütterungs- als auch der Sommerfütterungsperiode stammte. Die Schwimmdecke bei der Sommergülle betrug 30 bis 40 cm, die Gülle hatte einen Trockensubstanzgehalt von 6%. Bei der Wintergülle betrug die Schwimmdecke 60 bis 70 cm und der TS-Gehalt 10%. (Der TS-Gehalt der Schwimmdecke selbst schwankte zwischen 12 und 17%.) Neben den beiden „natürlichen“ Varianten wurde durch Abziehen der Flüssigkeit eine dickere Schwimmdecke von 1 bis 1,2 m Mächtigkeit und einem Trockensubstanzgehalt von 23,5% noch künstlich erzeugt. Bei allen drei Schwimmdecken wurde eine sehr gute Auflösung derselben sowie Durchmischung mit der übrigen Gülle durch den Strahlapparat erzielt. Auch bei der dicksten Schwimmdecke, die eher den Charakter von Stallmist als von Gülle hatte, war die Zerstörung und Auflösung einwandfrei. Die benötigte Zeit zur Schwimmdeckenzerstörung bewegte sich zwischen 2 h (Dicke 30 bis 40 cm) und 8 h (Dicke 1 bis 1,2 m). Verwendet wurde Gülle aus dem gleichen Behälter, die von der Behältersohle entnommen wurde. Ihr TS-Gehalt schwankte zwischen 5 und 8%. Bei der Homogenisierung der absichtlich ver-

dichten Schwimmedecke reichte, nachdem die Hälfte vermischt war, die Flüssigkeit der Gülle nicht mehr aus, und es mußte Wasser zugesetzt werden. Beschickt wurde der Strahlapparat durch eine Kolbenpumpe (Triplex), der Betriebsüberdruck lag bei 3,5 bis 4,0 at und die Fördermenge betrug 25 bis 30 m³/h. Betriebsstörungen traten durch Verstopfen der Düse dann auf, wenn feste Gegenstände mit der Gülle gefördert wurden, deren Durchmesser größer als die der Düsenweite waren. Die Einsatzgrenzen des Gerätes werden somit von der Größe der in der Gülle vorhandenen Fremdkörper und von der Förderleistung der Pumpe bestimmt. Der Einsatz ist im Rundbehälter bis 12 m Dmr. zu befürworten. Die Erprobung in Behältern mit größerem Durchmesser muß erst noch erfolgen, doch dürfte, wenn die entsprechende leistungsfähige Pumpe vorhanden ist, dem nichts im Wege stehen.

Das Gerät wird von der PGH des Schlosser- und Schweißhandwerks in (425) Eisleben hergestellt.

Zusammenfassung

Ausgehend von den Ergebnissen bei der Schwimmedeckenzerstörung bei dem Biogasverfahren und praktischen Ergebnis-

sen wurde zur Homogenisierung von Gülle der beschriebene Strahlapparat entwickelt. Er ist geeignet, Gülle mit einem durchschnittlichen TS-Gehalt bis 8% ohne Wasserzusatz zu homogenisieren. Dabei wird die Gülle gleichzeitig als Arbeitsmittel benutzt und mit Hilfe einer Pumpe im Kreislauf umgepumpt. Bei Güllen mit über 8% TS-Gehalt muß zur Homogenisierung zusätzlich Wasser, Abwasser oder Jauche als Arbeitsmittel benutzt werden. Weitere Voraussetzungen sind Rundbehälter und stützenfreier Lagerraum. Unter den genannten Bedingungen ist der Einsatz in der Praxis zu empfehlen.

Literatur

- [1] SCHMIDT, F./EGGERSGLUSS: Verfahren und Vorrichtung zum Zerstören und Ausbringen von Schwimmschlamm in Faulräumen. DBR-Patent Kl. 85c Gr. 6.05 Nr. 852378
- [2] KASSATKIN, A. G.: Chemische Verfahrenstechnik Bd. 1. VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie Leipzig 1960
- [3] ROBEL, H.: Mechanische Verfahrenstechnik - Mischen flüssiger Systeme (Rühren). Technische Hochschule Otto-von-Guericke Magdeburg 1963
- [4] HÜDE, M.: Probleme der Güllewirtschaft im sozialistischen Großbetrieb. WTF (1964) H. 10 A 6891

Prof. Dipl.-Ing. E. PÖHLS, KDT* / cand. ing. CHR. FÜLL, KDT* / cand. ing. M. TÜRK, KDT*

Aufgaben und Ziele der Untersuchung

Im Jahre 1966 wurden vom Institut für Landtechnik der Universität Rostock in einer Trommeltrockner-Standardanlage wärmetechnische Messungen als Langzeitmessungen durchgeführt. Sie erfolgten aus betriebstechnischen und funktionellen Gründen in Satow, Bezirk Rostock, und hatten die Aufgabe, Grundlagen für die Aufstellung von Stoff- und Wärmebilanzen zu schaffen. Die im Rahmen dieser Arbeit gewonnenen Ergebnisse lassen Schlußfolgerungen hinsichtlich der Gestaltung der Feuerungsanlage, der Bestimmung der Falschlufmenge, der Trocknerleistung, des Gesamtenergieaufwands, des Wirkungsgrades der Anlage und über konstruktive Änderungen an Trommeltrockneranlagen zu.

Insgesamt erfolgten sieben Versuche, wobei bei zwei Versuchen die Versuchsdauer 15,7 h bzw. 22,6 h betrug. An Gutarten wurden — in dieser Reihenfolge — Rübenblatt, Klee, Rübenblatt, Luzerne, Senf, Raps und Marktammkohl verarbeitet.

Beurteilung der Feuerungsanlage

In die Untersuchungen wurde die Feuerungsanlage mit einbezogen. Generell rechnet man z. B. bei Industrieöfen mit einem Wirkungsgrad der Kohlefeuerungsanlage $\eta = 0,90$ bis $\eta = 0,92$ [1]. Dieser Wirkungsgrad wurde bei der untersuchten Anlage nur im Versuch 1 ($\eta = 0,92$) erreicht. Der Durchschnittswert der 7 Versuche lag bei $\eta = 0,82$.

Es zeigte sich, daß diese ungünstigen Verhältnisse auf die Art der Feuerführung durch das Bedienungspersonal zurückzuführen sind. So betrug z. B. der Wirkungsgrad im Versuch 1 $\eta = 0,92$, während er im Versuch 7 nur $\eta = 0,75$ betrug. Die Schichthöhe der Kohle war in beiden Fällen mit 30 cm gleich hoch, so daß von dieser Seite aus kein subjektiver Einfluß vorlag.

Die zulässige Wärmeleistung der Feuerungsanlage von $6 \cdot 10^6$ kcal/h wurde in einem Versuch zwar geringfügig überschritten, ansonsten aber nicht erreicht.

* Institut für Landtechnik der Universität Rostock

Wärmetechnische Untersuchungen einer Trommeltrockner-Standardanlage

Beim Bau des Ofens könnten Mittel eingespart werden, wenn die gesamte durch den Trockner gehende Luft auch durch den Ofen strömen würde. Die Luft, die nach dem Wanderrost einströmt, z. B. durch die Mischklappen, die Naßgutzuführung oder durch den Spalt zwischen Ofenstützen und Trommel, bringt zwar keine direkten Wärmeverluste mit sich, so wie es manchmal behauptet wird; sie verursacht aber eine zusätzliche Belastung der Feuerungsanlage. Um eine bestimmte Lufteingangstemperatur einhalten zu können, muß die Wärmemenge, die aus dem Ofen kommt, erhöht werden, was eine Erhöhung der Feuerraum-Wärmebelastung zur Folge hat.

Bestimmung der Falschlufmenge [2]

Der aus 6 Versuchen ermittelte prozentuale Anteil der Falschluf an der gesamten durch die Trockentrommel strömenden Luft betrug 30% (Minimalwert 23% und Maximalwert 39%). Für die Bestimmung der Falschluf standen zwei Methoden zur Auswahl. Die eine, mit Hilfe von CO₂-Gehalt-Messungen vor und hinter der Trockentrommel erforderte großen manuellen Aufwand. Deshalb erfolgte die Bestimmung über das Mollier- i, x -Diagramm für feuchte Luft. Diese Methode, die in der Praxis noch keinen allgemeinen Eingang gefunden hat, soll im Folgenden beschrieben werden (Bild 1):

Punkt 1 gibt den Zustand der Ansaugluft wieder. Punkt 2 stellt den Zustand des Rauchgases dar, wenn eine Verbrennung des Heizmaterials ohne Luftüberschuß, d. h. $\lambda = 1$, erfolgen würde. Die Luftmengen der beiden Zustände wurden durch die Verbrennungsrechnung, die von den gemessenen Größen, dem CO₂-Gehalt der Rauchgase und der Brennstoffmenge sowie der Brennstoffanalyse ausgeht, bestimmt. Auf Grund dessen kann der Mischungspunkt, der dem Zustand des Rauchgases am Ofenaustritt theoretisch entspricht, bestimmt werden. Auf diese Weise wird der Zustandspunkt 3 gefunden. Die so ermittelte theoretische Rauchgastemperatur war bei allen Versuchen höher als die praktisch gemessene. Das liegt daran, daß sich die Verbrennung mit endlicher Geschwindigkeit vollzieht, so daß während der Verbren-