

Absetzverhalten von trockensubstanzreicher Rinder- und Schweinegülle im Zusammenhang mit der Gestaltung der Lager- und Ausbringverfahren

Dr. agr. M. Bölke, KDT/Dr.-Ing. W. Reimann, KDT/Dipl.-Ing. Elke Schulz, KDT
 Institut für Düngungsforschung Leipzig—Potsdam der AdL der DDR, Bereich Potsdam

Ausgehend von den bereits bekannten Absetzerscheinungen bei Gülle mit hohem Wasseranteil und geringem Trockensubstanzgehalt (TS-Gehalt) [1, 2] und den damit verbundenen verfahrensbedingten Aufwendungen zur Schaffung eines homogenen Fördermediums ist die Frage nach dem Absetzverhalten von TS-reicher Gülle mit einem TS-Gehalt über 60 g/l im Zusammenhang mit dem Lagern und Ausbringen zu beantworten. Mit dem gezielten Wasserentzug bzw. Fernhalten des bisher in die Gülle gelangten Wassers und der damit verbundenen höheren Konzentration an Trockensubstanz ergeben sich aufgrund rheologischer Veränderungen auch veränderte Anforderungen an die Verfahrensgestaltung zum Fördern, Lagern und Ausbringen der TS-reichen Gülle.

Je konzentrierter die Gülle als Förder- und Lagermedium vorliegt, um so weniger können die einzelnen Feststoffpartikel ungehindert durch Sedimentation absinken oder bei geringer Dichte bzw. auf der Grundlage mikrobiologischer Prozesse durch Flotation nach oben aufschwimmen. Deshalb sind die Fragen zu klären, ab wann das Rühren der Gülle zur Homogenisierung und Gleichverteilung ihrer Inhaltsstoffe nicht mehr erforderlich ist und ob für die verschiedenen Güllearten Unterschiede in der Verfahrensgestaltung notwendig sind.

Grundlagen zum Absetzverhalten von Güllefeststoffen

Um Gülle ohne Funktionsstörungen in Pumpen durch Ablagerungen bzw. Verstopfungen hydraulisch fördern zu können und bei gleichem Nährstoffangebot effektiv in der Pflanzenproduktion zu verwerten, ist eine Gleichverteilung der in der Gülle enthaltenen Feststoffe erforderlich. Ist dies bei sehr wasserreicher Gülle nicht zu gewährleisten, müssen die Feststoffe abgetrennt und gesondert gefördert und verteilt werden.

Die Abtrennung von Feststoffen aus einer Suspension ist, wenn anwendbar, durch Sedimentation am einfachsten und wirtschaftlichsten möglich. Nachteilig erweist sich dabei oftmals der erforderliche große Platzbedarf. Die Untersuchungen zur Sedimentation von Gülle und ihren Aufbereitungskomponenten haben zum Ziel, das Schlammvolumen mit einfachen Mitteln zu verringern und nachfolgende Aufbereitungsaggregate zu entlasten. Für die Dimensionierung von Absetzbehältern (Eindicker) ist die Struktur der zu verarbeitenden Suspension von Bedeutung. Der sich daraus ergebende Einfluß läßt eine mathematische Erfassung der Absetzprozesse in den meisten Fällen nicht zu [3], so daß i. allg. die versuchsmäßige Ermittlung der Absetzgeschwindigkeit, der Absetzzeit, der Konzentration im sedimentierten Schlamm und in der Klarphase sowie deren Volumenanteile notwendig ist. Vorausberechnungen müssen von sehr verein-

fachten Annahmen ausgehen, wie z. B. von der Fallgeschwindigkeit einer Kugel in einer ruhenden Flüssigkeit.

Bei gestörten Absetzvorgängen, wie sie bei Gülle mit einem TS-Gehalt von mehr als 10 g/l auftreten, d. h. Partikelkollektive mit einem breiten Kornband vorliegen, berühren sich die Ausweichströme zwischen den Partikeln gegenseitig und erschweren den Absetzvorgang. Die Sedimentation wird behindert, und die Sinkgeschwindigkeit nimmt im Vergleich zum Wert eines Einzelpartikels ab. Die gegenseitige Behinderung der Teilchen muß in der Berechnung Berücksichtigung finden. Es ist nicht eindeutig geklärt, wie sich der Einfluß des Kornbandes bemerkbar macht.

Über die Behinderung der Sinkgeschwindigkeit von Partikelkollektiven, d. h. Suspensionen, können anhand verschiedener Sedimentationskurven, wie sie im diskontinuierlichen Standglasversuch zu gewinnen sind, Aussagen getroffen werden. Die für gestörte Absetzvorgänge typischen Kurvenverläufe bei sich von oben klärender Flüssigkeit sind im Bild 1 dargestellt. Dabei werden zwei Arten von Absetzkurven beobachtet. Die Kurven 1 und 2 zeigen einen linearen Teil, der in Abhängigkeit von der Ausgangskonzentration verschieden geneigt und verschieden lang sein kann und mit steigender Konzentration flacher verläuft (Kurve 2). Im linearen Bereich dieser Kurven ist die Absetzgeschwindigkeit als Schwarmgeschwindigkeit konstant (Relativgeschwindigkeit zwischen Feststoff und einem festen Punkt). Das gesamte Gemisch aus großen, kleinen und kleinsten Feststoffteilchen setzt sich gemeinsam ab. Bei diesem Vorgang treten Korndurchmesser und Kornform als geschwindigkeitsbestimmende Faktoren zurück. Über Ergebnisse aus Sedimentationsversuchen von Rinder- und Schweinegülle in diesem Konzentrationsbereich wurde in [2] berichtet. Die Kurve 3 hat einen von Anfang an stetig gekrümmten

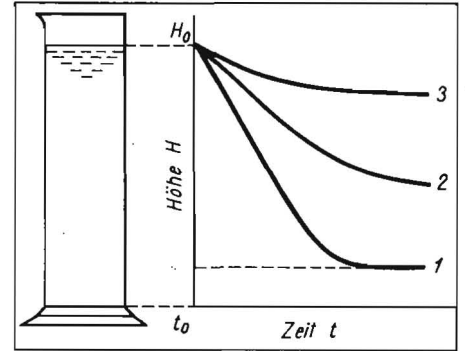


Bild 1. Absetzkurven für Dickschlamm (sich von oben klärende Suspensionen); Erläuterung im Text

Verlauf, der auf eine unterschiedliche Absetzbewegung der einzelnen Feststoffpartikel in Abhängigkeit von der Korngröße schließen läßt. Durch Konzentrationsmessungen kann dies nachgewiesen werden. Über Sedimentationsversuche der Kurven vom Typ 3 soll berichtet werden.

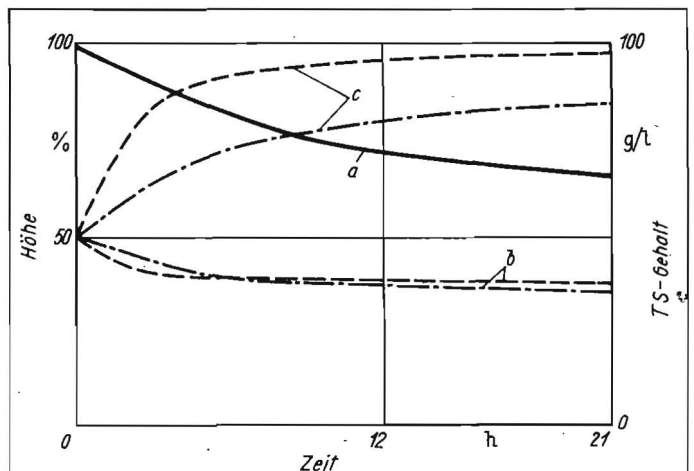
Abweichend vom Verlauf der Kurven 1 bis 3 ist es möglich, am Beginn der Absetzkurve einen gekrümmten Anfangsteil vorzufinden, der die sog. Flockungszeit darstellt. In dieser Zeit koagulieren vor der eigentlichen Sedimentation die kleinsten Teilchen zu größeren, wodurch manchmal erst ein Absetzvorgang ermöglicht wird.

Übertragbarkeit von Laborversuchsergebnissen

Sedimentationsverfahren vom Kurventyp 3 können nur chargenweise in Absetzbecken durchgeführt werden, wobei die überstehende Klarphase vor der Schlammnahme z. B. über ein Schwenkrohr abzuführen ist. Angaben über die Klärfläche des Absetzbeckens sind

Bild 2
 Absetzkurven und TS-Gehalt der Klar- und Schlammphasen im Standzylinder und Absetzbehälter für Schweinegülle mit einem TS-Gehalt von 51,3 g/l; a Absetzkurve, b TS-Gehalt der Klarphase, c TS-Gehalt der Schlammphase

---- Standzylinder
 - - - - Absetzbehälter



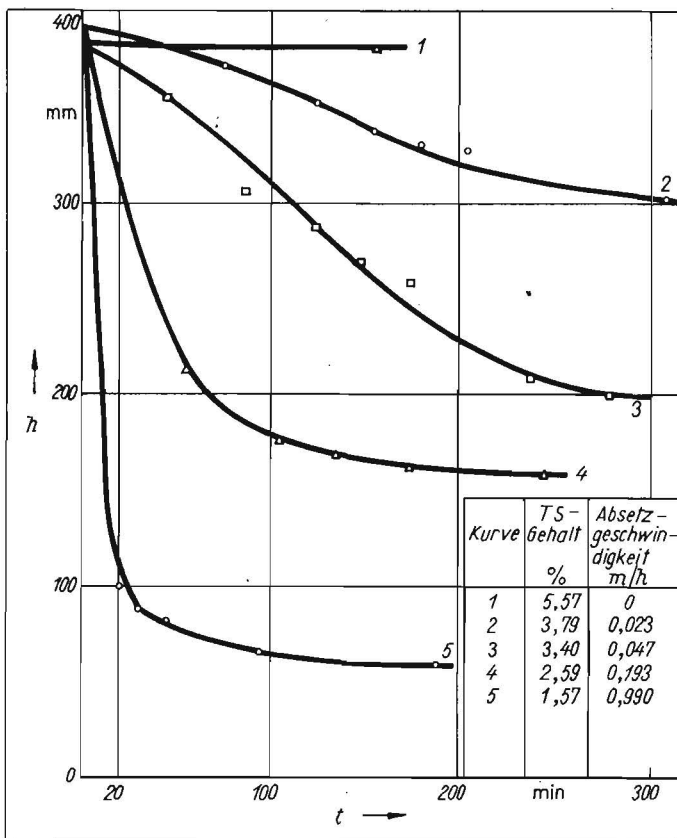


Bild 3. Absetzkurven von Rindergülle

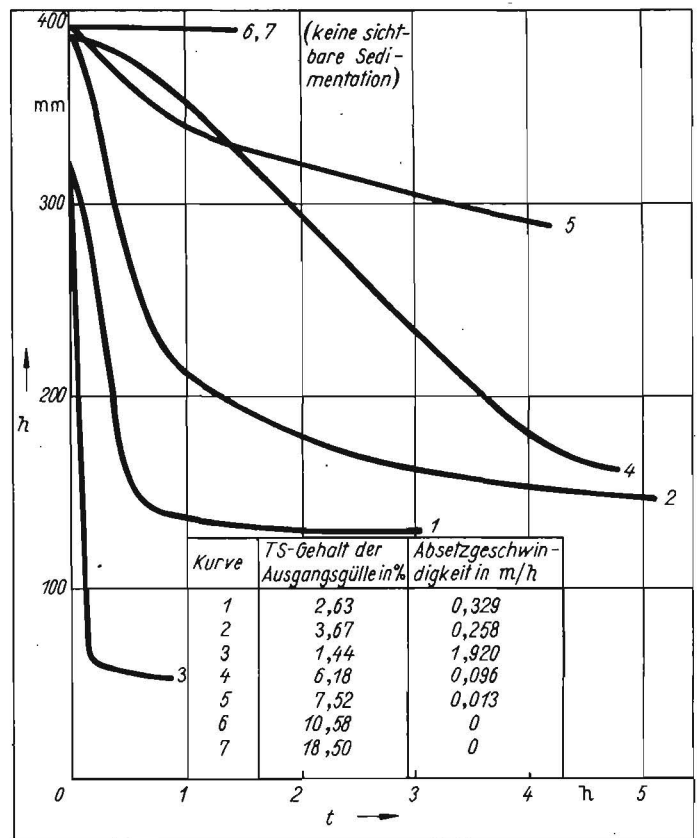


Bild 4. Absetzkurven von Schweinegülle

nicht erforderlich, da nur die Anfallmenge an Gülle (Suspension) und die notwendige Verweilzeit zur Erreichung einer maximalen Volumenreduzierung der Schlammphase bei optimalem Behältervolumen von Bedeutung sind.

Zur Auslegung chargenweise betriebener Absetzbecken sind vergleichende Untersuchungen im Standzylinder und im Großabsetzbecken vorgenommen worden, um die Übertragbarkeit der im Standzylinderexperiment gewonnenen Ergebnisse auf das Großexperiment zu überprüfen [4].

Am Beispiel von Schweinegülle mit einem TS-Gehalt von 51,3 g/l soll gezeigt werden, welche Werte aus einem Laborversuch gewonnen und in den Großmaßstab übertragen werden können.

Folgende im Standzylinder ermittelten Parameter sind den im Großexperiment erreichten Werten gegenübergestellt worden:

- Verweilzeit
- erreichbarer TS-Gehalt in der Schlammphase
- erreichbarer TS-Gehalt in der Klarphase
- Volumen der Schlammphase.

Als Absetzbehälter für das Großexperiment wurde ein zylindrisch-konischer Behälter aus GUP verwendet. Der Behälter ist vom VEB Ausrüstungsbetrieb Güllewirtschaft Sangerhausen für diesen Einsatz konstruiert und mit folgenden Parametern gefertigt worden:

- Durchmesser 4,5 m
- Volumen 45,8 m³
- Höhe 5,0 m
- Klarphasenabzug mit Hilfe eines Schwimmerablaufs.

Standzylinder und Absetzbehälter sind mit dem gleichen Medium befüllt worden. Nach festgelegten Zeitabständen wurden aus verschiede-

nen Höhen des Standzylinders und des Absetzbehälters Proben gezogen und analysiert.

Im Bild 2 sind das Sedimentationsverhalten der Schweinegülle in Abhängigkeit von der Verweilzeit im Standzylinder und die TS-Werte der Klar- und Schlammphase im Standzylinder und im Absetzbehälter dargestellt worden.

Daraus können alle für eine Auslegung chargenweise betriebener Absetzbehälter erforderlichen Werte entnommen werden. Dabei zeigt sich, daß bereits nach einer Verweilzeit von etwa 12 h ein ausreichender Absetzeffekt erreicht worden ist. Der nur etwa 10% geringere TS-Gehalt der Schlammphase im Behälter gegenüber der im Standzylinder resultiert aus den schlechteren Möglichkeiten der Probenentnahme und dem Abzug der Klarphase aus dem Absetzbehälter. Aus der Absetzkurve lassen sich die Klarphasen- und Schlammphasenanteile ablesen.

Insgesamt kann eingeschätzt werden, daß die im Standzylinder mit sehr geringem Aufwand gewonnenen Kennwerte zur Auslegung chargenweise betriebener Absetzbehälter den erforderlichen Ansprüchen genügen. Damit können bei einem kalkulierbaren Fehler bis zu 20% auf die Durchführung von Untersuchungen im Großmaßstab verzichtet und ein erheblicher Zeit- und Kostenaufwand eingespart werden.

Ergebnisse zum Absetzverhalten von Rinder- und Schweinegülle

Der Absetzvorgang wird bei TS-reicher Gülle durch den geringen Dichteunterschied zwischen den Feststoffen und der Flüssigkeit sowie durch die gegenseitige Behinderung der Feststoffteilchen, wie es vor allem bei Rindergülle der Fall ist, erheblich erschwert bzw. völlig unterbunden. Sedimentationsversuche in Abhängigkeit von Feststoffkonzentration und Lagerzeit wurden in Gefäßen mit einer Se-

dimentationsfläche von 50 cm² und 607 cm² durchgeführt. Aus den Absetzkurven der Rindergülle (Bild 3) wie auch der Schweinegülle (Bild 4) ist deutlich zu erkennen, daß bei einem TS-Gehalt von Rindergülle über 6% bzw. von Schweinegülle über 8% keine noch sichtbaren Absetzerscheinungen vorhanden sind. Diese Versuche wurden über längere Lagerzeiten fortgesetzt, bei einigen Versuchen bis zu 250 Tagen. Durch Probenahme aus unterschiedlichen Füllstandshöhen wurde der TS-Gehalt bei den Versuchen, wo keine sichtbare Sedimentation vorhanden war, bestimmt (Bild 5). Hierbei zeigte sich, daß bei Rindergülle mit einem TS-Gehalt über 8% nur noch geringe Absetzerscheinungen in den verschiedenen Füllstandshöhen festgestellt werden konnten.

Aus den bisher vorliegenden Absetzversuchen mit Rindergülle in Gefäßen mit einer Sedimentationsfläche von 607 cm² bzw. 50 cm² läßt sich eine Abhängigkeit des TS-Gehalts der überstehenden Phase vom TS-Gehalt der Ausgangsgülle bei verschiedenen Lagerzeiten nachweisen (Bild 6). Der TS-Gehalt der überstehenden Phase ist bei Lagerzeiten von 50 bis 200 Tagen um etwa 1 bis 3% geringer als der TS-Gehalt der Ausgangsgülle, der etwa 8% betrug, wobei sich die abgesetzte Schlammphase nicht sichtbar abzeichnet. Bei Schweinegülle fehlen für diesen TS-Bereich noch derartige Untersuchungen. Eckstädt [5] und Boese [6] wiesen bereits darauf hin, daß Rindergülle mit einem TS-Gehalt über 8% und Schweinegülle mit einem TS-Gehalt über 10% selbst nach langen Lagerzeiten nicht mehr sedimentieren. Des weiteren wird dargelegt, daß Rinder- und Schweinegülle nur vergleichbar sind, wenn der TS-Gehalt der Schweinegülle rd. 4% über dem TS-Gehalt der Rindergülle liegt. Demzufolge ist Rindergülle mit gleichem

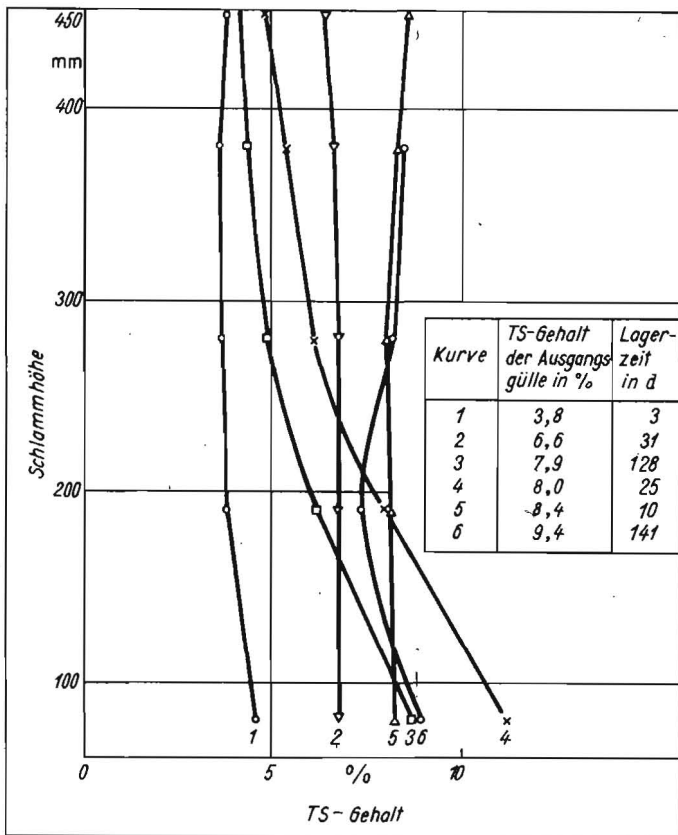


Bild 5. Absetzverhalten von Rindergülle aus verschiedenen Schichten nach unterschiedlichen Lagerzeiten

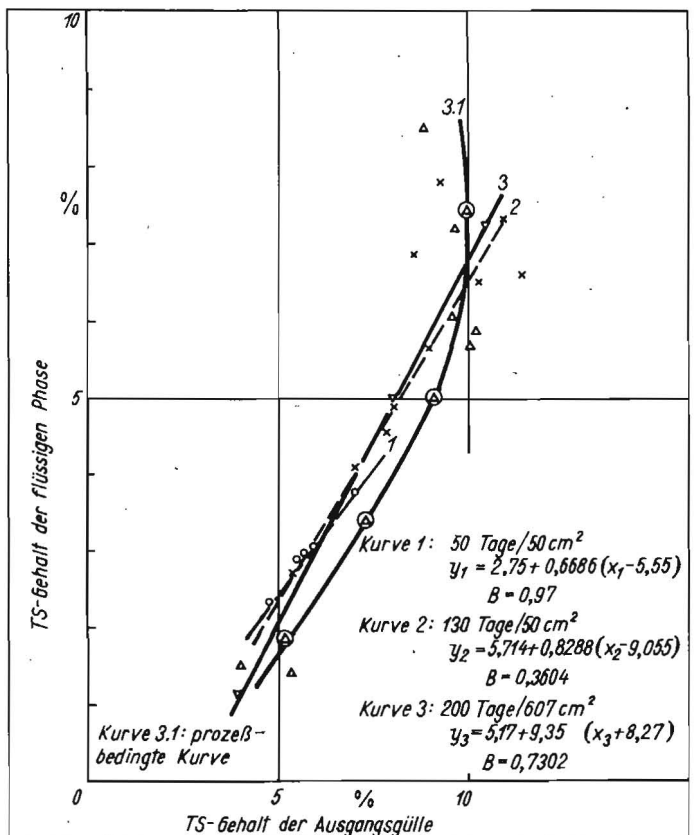


Bild 6. Abhängigkeit des TS-Gehalts von abgesetzter flüssiger Phase und Ausgangsgülle bei Rindergülle mit verschiedenen Lagerzeiten und Sedimentationsflächen

TS-Gehalt schlechter fließfähig als Schweinegülle, wobei sich die Rindergülle aber schneller und intensiver verflüssigen läßt.

Verfahrensgestaltung bei TS-reicher Gülle

Rinder- und Schweinegülle mit einem TS-Gehalt über 8% können hydraulisch gefördert werden, da sie nur noch geringe Absetzerscheinungen zeigen. Selbst bei dem Vorhandensein einer stärker eingedickten Schlammschicht auf der Behältersohle sind diese Medien über Pumpen förderbar. Sie erfordern keine Homogenisierung, wohl aber ein- bis zweimal jährlich eine restlose Entleerung der Behälter, damit die Bildung und Austrocknung der oberen Schwimmschicht verhindert wird. Um dem thixotropen Charakter der TS-reichen Gülle durch gezielten Einsatz von Scherkräften entgegenzuwirken und so die Fließfähigkeit zu erhöhen, sind an den Gülleentnahmestellen (Sammelschächte, Pumpensümpfe) Rührwerke, vor allem zur Verhinderung von Brückenbildungen, einzusetzen. Beim Abpumpen der TS-reichen Gülle aus Vorratslagerbecken stellen sich sehr schnell geodätische Höhenunterschiede ein, die durch Schubkraft Scherkräfte mobilisieren und somit ein ständiges Nachfließen garantieren.

Beim Vorliegen eines Gefälles zum Entnahmeschacht von 0,5 bis 1,5% kann bei einer Gülle mit einem TS-Gehalt von 8% bis 15% ein fast restloses Entleeren des Behälters erzielt werden. Dieses hier geschilderte Fließverhalten

wird jedoch vorwiegend dann erreicht, wenn die Gülle bereits mit hohem TS-Gehalt im Stall anfällt und in diesem Zustand in die Vorratslagerbehälter gefördert wurde.

Zur Entnahme durch Abpumpen eignen sich bei TS-Gehalten unter 10% die vertikalen Umsetzereiselpumpen vom Typ KRCLV 80/275 und 80/325-VS 2 und bei höheren TS-Gehalten die Schöpfkolbenpumpen DSK 150/185 und DSK 150/255.

Bei abgesetzten Schlammschichten (verstärkte Sandablagerungen, Sink- oder Schwimmschichten) — wie es bei Gülle mit hohem Wasseranteil auftreten kann, bei denen die flüssige Phase fortwährend abgepumpt wurde — liegt durch Ausspülung eine veränderte Kornstruktur vor, so daß hier normale Schubkräfte aus den Höhenunterschieden für das Nachfließen nicht ausreichen. Diese eingedickten Ablagerungen müssen bei fehlenden Homogenisierungseinrichtungen durch mechanische, pneumatische oder hydraulische Räumhilfen, wie Bagger, Greifer, Druckluft oder Spülhilfen, fließfähig aufbereitet oder beim Vorhandensein von Einfahrten durch Muldengreifer direkt entnommen und mit Dickgületankfahrzeugen abtransportiert und verteilt werden.

Zusammenfassung

Ausgehend von Laboruntersuchungen zur Sedimentation von Gülle wurden Vergleiche zur Übertragbarkeit auf das Lagerverhalten von Gülle unter Praxisbedingungen gezogen. Die

Übertragbarkeit konnte nachgewiesen werden. Abgeleitet werden vor allem bei TS-reicher Gülle Grenzen für noch auftretende Absetzerscheinungen und erforderliche Mechanisierungsvarianten zur Entleerung der Behälter.

Literatur

- [1] Bölke, M.; Boese, E.: Modellversuche zur Homogenisierung von Gülle mit umlaufenden Rührwerken. Dt. Agrartechnik 19 (1969) H. 12, S. 595—599.
- [2] Bölke, M.; Reimann, W.; Scholz, G.: Homogenisierung von Gülle in Großbehältern unter besonderer Berücksichtigung der Meßmethoden zur Verteilung von Nährstoffen und Trockensubstanz. Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde, Berlin 17 (1973) H. 11/12, S. 977—986.
- [3] Koriath, H.; Koß, U.; Specht, G., u. a.: Empfehlungen der Agrarwissenschaft zur Güllewirtschaft. Markkleeberg: agrabuch 1968.
- [4] Reimann, W.; Winterberg, E.; Hanzsch, B.: Versuchsergebnisse zur Nutzung von GUP-Eindickern. Institut für Düngungsforschung Leipzig-Potsdam, Bericht 1981 (unveröffentlicht).
- [5] Eckstädt, H.: Untersuchungen zum Sedimentationsverhalten beim Transport von Gülle in Druckrohrleitungen. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Meliorationswesen und Pflanzenproduktion, F/E-Bericht 1978.
- [6] Boese, E.: Untersuchungen zur Beschreibung des thixotropen Verhaltens der Güllé und ihre Anwendung auf die Berechnung technischer Prozesse. Universität Rostock, Dissertation 1976.