

Erfahrungen bei der Gülleaufbereitung mit dem Belebtschlammverfahren

Dr. agr. H. Kühl, KDT, Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Tierproduktion

Verwendete Formelzeichen und Abkürzungen

BSB ₅	biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen
CSV _{Cr}	chemischer Sauerstoffverbrauch (Kaliumdichromat)
SV ₃₀	Schlammvolumen nach 30 min Absetzzeit

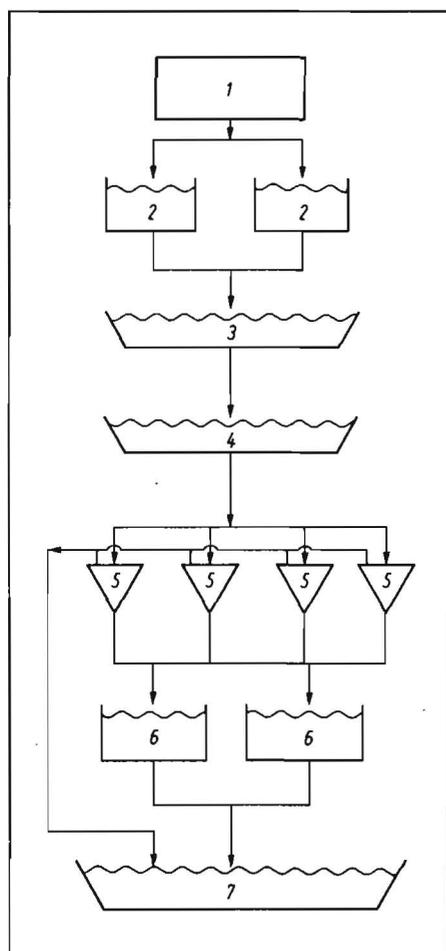
1. Einleitung

In diesem Beitrag werden erste Erfahrungen über die langzeitbiologische Aufbereitung von Schweinegülle mit dem Belebtschlammverfahren mitgeteilt. Sie wurden in einer Aufbereitungsanlage im VEG Schweinezucht Losten, Bezirk Rostock, gewonnen, die nach diesem Verfahren arbeitet. Dabei wird vorrangig auf Ergebnisse eingegangen, die für derartige Gülleaufbereitungsanlagen charakteristisch zu sein scheinen und die teilweise von den bisher angenommenen Prozessparametern solcher Anlagen abweichen. Diese Erfahrungen und Ergebnisse wurden unter Produktionsbedingungen gewonnen.

2. Aufbereitungsanlage und Prozessablauf

Das Schema der Aufbereitungsanlage ist im Bild 1 dargestellt. In einem Lagerbehälter 1 mit einem Fassungsvermögen von 5000 m³

Bild 1. Anlagenschema der Gülleaufbereitungsanlage im VEG Schweinezucht Losten; Erläuterungen im Text



wird Gülleflüssigkeit bevorratet, aus der durch die mechanische Trennung der Gülle die Feststoffbestandteile mit einem Korndurchmesser > 0,8 mm abgetrennt wurden. Die Gülleflüssigkeit wird nach einem vorgegebenen Programm in die Dosierbehälter 2 gefördert.

Aus den Dosierbehältern gelangt die Gülleflüssigkeit in das erste Belebungsbecken 3 mit einem Fassungsvermögen von 6600 m³. Der Volumenstrom beträgt 50 m³/h. Der Zulauf erfolgt periodisch rd. 30 min/h. Die Stoffkenngrößen der Gülleflüssigkeit enthält Tafel 1.

Die Umwälzung der Gülleflüssigkeit in den Belebungsbecken 3, 4 und der Sauerstoffeintrag erfolgen durch Schwimmkreisel BK-B2400. Die im Medium gelöste Sauerstoffmenge liegt i. allg. über 1 mg/l. Für die Einhaltung dieses Wertes ist das Betreiben von 3 bis 5 Kreislern erforderlich. Die Verweilzeit beträgt im ersten Belebungsbecken 3 5,5 Tage. In dieser Zeit erfolgt ein BSB₅-Abbau von rd. 90%.

Danach gelangt das Medium in das zweite Belebungsbecken 4. Dieses Becken hat ebenfalls ein Fassungsvermögen von 6600 m³ und verfügt auch über fünf Schwimmkreisel BK-B2400. Die gelöste Sauerstoffmenge liegt über 3 mg/l. Im ständigen Einsatz befinden sich 3 oder 4 Kreisel. Die Verweilzeit beträgt im Belebungsbecken 4 gleichfalls 5,5 Tage, so daß sich die gesamte Verweilzeit der Gülleflüssigkeit in den Belebungsbecken auf 11 Tage erstreckt. Der Aufbereitungsprozess ist im zweiten Belebungsbecken 4 durch das Auftreten von oxydiertem Stickstoff gekenn-

zeichnet. Es wurden bis 950 mg NO₂/l und bis zu 1670 mg NO₃/l gemessen. Außerdem war die Bildung von Gelbstoffen feststellbar. Die Trennung des Schlammes erfolgt in vier Schlammabscheidern (Dortmundbrunnen) 5. Der abgetrennte Schlamm hat trotz einer Verweilzeit des Mediums in den Dortmundbrunnen von rund 12 Stunden und einer Feststoffoberflächenbelastung von 66 kg/m²·d nur einen Trockenmassegehalt von 1,6% (Tafel 1). Der gesamte abgetrennte Schlamm wird als Überschussschlamm zur weiteren Eindickung in die Behälter 6 mit einem Fassungsvermögen von 5000 m³ eingelagert. Die aufbereitete Gülleflüssigkeit fließt aus den Dortmundbrunnen in ein Speicherbecken 7 mit einem Fassungsvermögen von 390000 m³. Der BSB₅-Abbau für das Medium in diesem Speicherbecken beträgt, bezogen auf der BSB₅-Gehalt im Zulauf, rd. 97%.

3. Spezielle Probleme der Gülleaufbereitung

In den weiteren Ausführungen soll auf Probleme eingegangen werden, die bei der Gülleaufbereitung mit dem Belebtschlammverfahren auftraten und die für die Prozeßführung von Bedeutung sind:

- Probleme der Schlammbildung und Schlammführung
- Fragen der Stabilität des Aufbereitungsprozesses
- technische Probleme.

3.1. Schlammbildung und Schlammführung

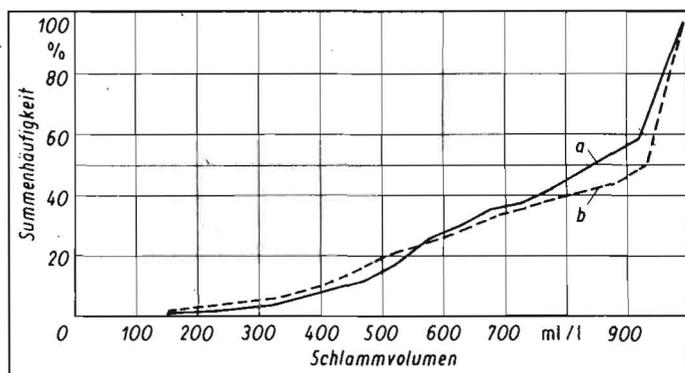
Der Prozeß der Gülleaufbereitung mit dem

Tafel 1. Stoffkenngrößen der Gülleflüssigkeit

Stoffkenngröße	Gülleflüssigkeit Zulauf	1. Belebungsbecken	2. Belebungsbecken	aufbereitete Gülleflüssigkeit	Überschussschlamm
BSB ₅	mg/l 5 740	-	-	170	-
CSV _{Cr}	mg/l 8 650	-	-	1 189	-
Trockenmassegehalt	% 1,1	1,2	1,05	0,3	1,6
pH-Wert	6,6...7,1	8,0...8,3	6,8...8,2	7,2...8,4	7,7...8,1
NH ₄ ⁺	mg/l 1 309	847	289	241	331
N _{organisch}	mg/l 331	692	557	76	984
NO ₂ ⁻	mg/l n. n.	n. n.	287	225	Spuren
NO ₃ ⁻	mg/l n. n.	n. n.	149	77	Spuren

n. n. nicht nachweisbar

Bild 2. Summenhäufigkeitspolygone des Schlammvolumens (SV₃₀) im 1. und 2. Belebungsbecken; a 1. Belebungsbecken, n = 244, b 2. Belebungsbecken, n = 259



Belebtschlammverfahren ist durch eine hohe Überschussschlammproduktion gekennzeichnet. Sie beträgt, bezogen auf die Stoffkenngrößen des Zulaufs und der Aufbereitungsprodukte, 1,9 kg Überschussschlamm je kg abgebauten BSB₅.

Das Schlammvolumen (SV₃₀) war in beiden Belebungsbecken ebenfalls sehr hoch. Meßwerte von über 500 ml/l wurden bei 87% (1. Belebungsbecken) bzw. bei 82% (2. Belebungsbecken) aller Messungen ermittelt (Bild 2). Nahezu 50% aller Messungen ergaben in beiden Belebungsbecken Meßwerte des Schlammvolumens von über 900 ml/l. Aufgrund dieser Werte wurde der Aufbereitungsprozeß ohne Schlammrückführung durchgeführt.

Ein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Überschussschlammproduktion und den Stoffkenngrößen der zulaufenden Gülleflüssigkeit, der Zulaufmenge oder dem Sauerstoffeintrag war nicht feststellbar. Infolgedessen war ein gezielter Eingriff in den Aufbereitungsprozeß zur Beeinflussung des Überschussschlammfalls nicht möglich.

Der Überschussschlammfall betrug bei dem erreichten Eindickungsgrad von 1,6% Trockenmassegehalt 58% der zulaufenden Gülleflüssigkeitsmenge. Diese Menge an Überschussschlamm stellt unter praktischen Bedingungen wegen der begrenzten Verwertungsmöglichkeiten ein großes Problem dar.

Bei der angeführten Verweilzeit des Mediums in den Schlammabscheidern von 12 Stunden kam es vielfach zu einer erheblichen Denitrifikation, die die Sedimentation des Schlammes beeinträchtigte. Um die Denitrifikation einzuschränken, wurde die Zulaufmenge zu den Schlammabscheidern vergrößert und somit die Verweilzeit des Mediums verringert. Die dadurch bedingten höheren Strömungsgeschwindigkeiten in den Schlammabscheidern behinderten ebenfalls den Sedimentationsprozeß und eine weitere Schlammindickung.

Unterschiedliche Eindickungsergebnisse waren in erster Linie auf die jeweilige Schlammstruktur zurückzuführen. Bei großflockigem Schlamm wurde z. B. ein Trockenmassegehalt des Überschussschlammes bis zu 3% erreicht.

Der niedrige Trockenmassegehalt des Überschussschlammes und die hohe Anfallmenge erfordern seine weitere Eindickung. Eine Entwässerung auf unbefestigten Trockenplätzen scheidet u. a. infolge des hohen Nährstoffgehalts der bei der Eindickung abgetrennten flüssigen Komponente aus. Bei einer Eindickung in festen Behältern ist in einigen Tagen ein Trockenmassegehalt des Überschussschlammes von rd. 4% erreichbar (Bild 3). Hierbei erfolgt auch die weitere Denitrifikation, also die Reduktion der restlichen oxidierten Stickstoffverbindungen.

Bei der Eindickung des Überschussschlammes auf einen Trockenmassegehalt von 4% fallen immer noch 20% der Menge der zulaufenden Gülleflüssigkeit als Überschussschlamm an. Für die untersuchte Anlage beträgt die Überschussschlammmenge somit 80 000 m³/a. Eine landwirtschaftliche Verwertung des Überschussschlammes ist nach den bisherigen Erfahrungen vorwiegend auf Stoppelflächen und nach dem Grubbern oder Schälten möglich. Allerdings sind die vertretbaren Gaben je ha wegen des hohen Stickstoffgehalts (3,5 kg/m³ bei einem Trockenmassegehalt von 4% des Überschussschlammes) niedrig. In

geringem Maß ist eine Mischung von Überschussschlamm mit aufbereiteter Gülleflüssigkeit und ihre Ausbringung auf geeignete Kulturen denkbar. Ausreichende Erfahrungen zur Schlammverwertung konnten jedoch noch nicht gesammelt werden.

In jedem Fall muß für die Schlammagerung während der Nichtanwendungszeiten ausreichend Lagerraum verfügbar sein, der mindestens die Speicherung der Anfallmenge von 6 Monaten ermöglichen sollte.

3.2. Stabilität des Aufbereitungsprozesses

Im praktischen Betrieb der Gülleaufbereitungsanlage war es unmöglich, den Volumenstrom und die Abwasserkonzentration des Zulaufs ständig konstant zu halten. Eine wesentliche Ursache dafür waren Schwankungen des Gülleanfalls, die nicht immer ausgeglichen werden konnten. Sie verursachten auch größtenteils die Schwankungen der Abwasserkonzentration.

In Abhängigkeit vom Gülleanfall variierte der Volumenstrom beim Zulauf zwischen 10 und 120 m³/h. Die Abwasserkonzentration wies Werte zwischen 3000 und 8000 mg BSB₅/l auf. Während der Volumenstrom in gewissem Maß einflußbar war, konnte auf die Abwasserkonzentration kein Einfluß genommen werden, da die Meßergebnisse erst eine Woche nach der Probenahme zur Verfügung standen.

Trotz der genannten Schwankungen im Zulauf wurde im Ablauf des Dortmundbrunnens ständig ein BSB₅-Abbau von mehr als 90% nachgewiesen. In den Stoffkenngrößen des Ablaufs und des Überschussschlammes waren ebenfalls keine charakteristischen Schwankungen nachweisbar, die eindeutig auf die Schwankungen im Zulauf zurückzuführen gewesen wären.

Die Stabilität des Aufbereitungsprozesses bei diesem Verfahren ist für die Bedingungen der Tierproduktion günstig. Der Aufwand für Kapazitäten zur Vorseicherung der Gülleflüssigkeit und zu ihrer Homogenisierung kann daher begrenzt werden. In der Aufbereitungsanlage des VEG Schweinezucht Losten hat sich eine Vorseicherungskapazität für Gülleflüssigkeit von 5000 m³ als ausreichend erwiesen. Außerdem vereinfacht die Stabilität des Aufbereitungsprozesses die Prozeßsteuerung, weil der Zulauf im wesentlichen in Abhängigkeit vom Gülleanfall festgelegt und auch verändert werden kann.

Bemerkenswert war die Reaktion des Belebtschlammes nach einer witterungsbedingten Unterbrechung des Aufbereitungsprozesses von 75 Tagen im Winter 1986/87. Nach dem Wiederanfahren der Anlage wurde am 4. Tag ein Zulauf von 20 m³/h eingestellt, und am 6. Tag wurde der Zulauf bereits auf 40 m³/h erhöht. Im Ablauf des Dortmundbrunnens wurde 10 Tage nach dem Wiederanfahren der Anlage ein BSB₅-Abbau von 98% ermittelt. Die Aktivierung des Belebtschlammes gelang also sehr schnell, und ein mehrwöchiges Anfahren der Aufbereitungsanlage, wie es sonst notwendig ist, war nicht erforderlich.

3.3. Technische Probleme

Nach den bisherigen Erfahrungen sind die Belüftungskreisel in der Bauform „Schwimmkreisel“ für den Einsatz unter den genannten Bedingungen unzuverlässig. Hierfür sind zwei Faktoren von Bedeutung:

- Schwierigkeiten bei der Wartung und Instandsetzung
- Unzuverlässigkeit im Winterbetrieb.

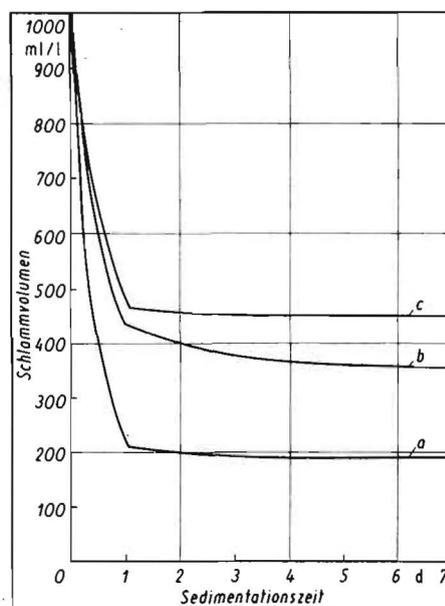


Bild 3. Verlauf der Eindickung von Überschussschlamm

Überschussschlamm	Trockenmassegehalt	
	Anfang %	Ende %
a	1,0	3,9
b	1,5	3,8
c	2,2	4,5

Für die Wartung und Instandsetzung der Belüftungskreisel wird ein mobiler Wartungsteg o. ä. benötigt, der durch einen Kran bewegt werden muß. Die Verfügbarkeit eines Krans war in der Praxis nicht immer gegeben, so daß Wartungsfristen nicht eingehalten werden konnten. Als Folge traten gehäuft Ausfälle von Belüftungskreiseln auf. Außerdem werden bei diesem Wartungsverfahren 3 Arbeitskräfte benötigt, während bei stationär eingesetzten Kreiseln viele Wartungsarbeiten von 1 Arbeitskraft erledigt werden können.

Im Winterbetrieb wiesen die Schwimmkreisel einen starken Eisansatz auf, der ihre Eintauchtiefe und dadurch die Belastung vergrößerte. Die Folge war ein ständiges Ansprechen der Schutzvorrichtungen. Eine Beseitigung des Eisansatzes durch Arbeitskräfte ist außerordentlich schwierig und gefährlich. Außerdem bildete sich bei anhaltendem Frost und ausgeschalteten Belüftungskreiseln umgehend eine Eisdecke auf den Belebungsbecken, so daß ein Anfahren der Kreisel nicht mehr möglich war. So mußte im Winter 1986/87 bei Frösten bis zu -15°C der Aufbereitungsprozeß eingestellt werden, obwohl die Temperatur der Medien in den Belebungsbecken noch bis zu 4°C betrug.

4. Schlußfolgerungen

Aus den ersten Erfahrungen zur langzeitbiologischen Gülleaufbereitung mit dem Belebtschlammverfahren können folgende Schlußfolgerungen abgeleitet werden:

- Bei der Aufbereitung von Gülleflüssigkeit mit dem Belebtschlammverfahren ist eine gute Abbauleistung erreichbar.
- Der Aufbereitungsprozeß verläuft auch bei erheblichen Schwankungen des Volumenstroms und der Abwasserkonzentration stabil, so daß er für die meist diskontinuierlichen Bedingungen der Tierproduktion geeignet ist.

- Der beträchtliche Anfall von Überschussschlamm und die Probleme bei der Schlammbehandlung und -verwertung stellen dagegen die Anwendbarkeit des Verfahrens in Frage, solange keine praktikable Lösung der Probleme vorgeschlagen werden kann.
- Für eine Anlage zur kontinuierlichen Gülleaufbereitung ist der Einsatz von Schwimmkreiseln unzweckmäßig.

5. Zusammenfassung

Es werden erste Erfahrungen zur langzeitbiologischen Gülleaufbereitung mit dem Beleb-

schlammverfahren unter Praxisbedingungen vorgestellt. Der erreichte BSB₅-Abbau lag bei 97%. Dieses Ergebnis wurde ohne Schlammrückführung erreicht.

Der Aufbereitungsprozess ist durch eine hohe Überschussschlammproduktion gekennzeichnet. Bei einem Trockenmassegehalt des Überschussschlammes von 4% fallen 20% der Zulaufmenge als Überschussschlamm an. Die Verwertung dieser Schlammmenge bereitet außerordentlich große Schwierigkeiten.

Gegenüber Schwankungen der Zulaufmenge und der Abwasserkonzentration ist das Ver-

fahren weitgehend unempfindlich. Es ist in dieser Hinsicht für die Bedingungen in der Tierproduktion gut geeignet.

Die Verwendung von Schwimmkreiseln für die Belüftung des Mediums ist unzweckmäßig, weil sie einen hohen Wartungsaufwand erfordern und bei Frost wegen des Eisansatzes nicht betriebsfähig sind.

A 5220

Festmistbereitung unter Spaltenböden in Jungvieh- und Bullenmastställen

In Gebieten mit hoher Bevölkerungsdichte, in Trinkwasserschutzgebieten und in Urlaubszentren bringt die Tierhaltung mit Güllebewirtschaftung hinsichtlich des Umweltschutzes ernste Probleme.

Das war Veranlassung für den VEB Agroanlagen Dresden, gemeinsam mit Kooperationspartnern und Praktikern der LPG Mildena, Bezirk Karl-Marx-Stadt, Untersuchungen durchzuführen, die zu einem neuen Verfahren führten. Die anschließenden Forschungsarbeiten begründeten das Verfahren zur Festmistbereitung unter Spaltenböden in Jungvieh- und Bullenmastställen. Ergebnis der Entwicklungsarbeiten ist die zum Verfahren gehörige Unterflurentmigungsanlage (Bild 1).

Diese Unterflurentmigungsanlage wurde in zwei Varianten entwickelt:

- eine schwere Ausführung für tiefe Kanäle
- eine leichte Ausführung für flache Kanäle.

Technologischer Ablauf

Mit handelsüblichen Verteilwagen wird Häcksel- oder Ballenstroh auf die Spaltenböden des Freßganges in Schwaden abgelegt. Durch die Trittwirkung der Tiere wird das Stroh verteilt, aufgefaserst, mit Exkrementen vermischt und durch den Spaltenboden getreten.

Durch die Auffaserung des Strohs nimmt dieses mehr Feuchtigkeit als Lang- und Häckselstroh auf.

Beim Einsatz des Verfahrens wird eine Stroheinsparung von rd. 25% gegenüber der Aufstallung mit Oberflurentmistung und von etwa 40% gegenüber Festmistbereitung außerhalb von Stallanlagen erzielt.

Im darunter liegenden Kanal kann besonders bei Queraufstallung im Liegebereich anfallende Gülle aus Seitenkanälen zugeführt werden. Die zufließende Gülle vermischt sich mit den durch den Spaltenboden getretenen strohreichen Düng.

Dieser kontinuierlich verlaufende Misch- und Schichtungsprozess führt zur Bildung von Festmist. Die flüssige Phase wird dabei weitgehend gebunden. Eine zusätzliche Jaucheabführung im Stall ist nicht erforderlich.

In Abhängigkeit von der Kanaltiefe wird in Abständen von vier bis sieben Tagen der Kanal mit der automatisiert gesteuerten Entmigungsanlage geräumt und über eine Rampe auf die giebelseitig angeordnete Dungplatte gefördert.

Das Stallpersonal hat während des Räumprozesses lediglich eine Kontrollfunktion auszuüben.

Ergebnisse

Die neue Unterflurentmigungsanlage wird bereits seit drei Jahren in einer Jungrinderanlage mit 600 Tierplätzen erprobt und eignet sich sowohl für Neubauten als auch für die zur Rekonstruktion vorgesehenen Bauten.

Der mit diesem neuen Verfahren aus Gülle erzeugte Festmist ist stapel- und lagerfähig und läßt sich mit der traditionellen Technik auf das Feld ausbringen.

Durch die weitgehende Bindung der gesamten Jauche bleibt der Dung feucht, so daß sich die Rotteverluste gegenüber herkömmlichem Dung um mindestens 50% vermindern.

Die bei der Güllebewirtschaftung investitionsintensiven Behälter können bei Neubauten entfallen oder bei Rekonstruktionsbauten zur Lagerung der vom Dungstapel auch durch Niederschläge bedingten Sickerjauche dienen.

Bei Anwendung dieses Verfahrens bleiben die arbeitswirtschaftlichen Vorteile in Gülleställen erhalten. An die Strohqualität werden keine besonderen Forderungen gestellt, jedoch hat sich eine Häcksellänge von ≥ 60 mm als günstig erwiesen.

Gemeinsam mit dem Institut für Biotechnolo-

Fortsetzung auf Seite 181

Bild 1. Wirkprinzip der Unterflurentmigungsanlage;

a Räumwagen, b Zugwinde, c Rückzugwinde, d Dungkanal, e Rampe, f Dungplatte

1 Räumwagen im Rückzug, Räumwerkzeug klappt hoch und gleitet auf dem Dung, 2 Räumwagen im Lastzug, Räumwerkzeug hat eine Dungportion abgestochen, 3 Räumwagen fördert die Dungportion im Kanal entlang, 4 Räumwagen in Endstellung am Abwurf der Rampe, Dung fällt auf die Dungplatte, 5 Räumwagen in Parkstellung, Ort für Instandhaltung und Reparaturen

