

Abdeckung von Güllelagerbehältern - Stand der Technik

Helmut Döhler^{1*}, Robert Vandr ¹, Sebastian Wulf¹ und Brigitte Eurich-Menden¹

1 Einleitung

Immer häufiger wird im Rahmen von Genehmigungsverfahren für landwirtschaftliche Tierhaltungen die Abdeckung von G llebeh ltern zur Minderung von Geruchsemissionen in der Umgebung gefordert. Und auch aus der Sicht des Umweltschutzes wird der Ruf nach Abdeckungen lauter, denn die aus den Wirtschaftsd ngelagern entweichenden Ammoniakemissionen belasten die Umwelt. Zwar sind die Anteile der Ammoniakemissionen aus den Lagern vergleichsweise gering. Da aber die Abdeckung mehr oder weniger flächendeckend als Minderungsmaßnahme eingesetzt werden kann, ist sie vermehrt Gegenstand der umweltpolitischen Diskussion.

Folgend werden neben den genehmigungsrechtlichen Grundlagen für Deutschland die gängigen Verfahren zur Abdeckung von G llebeh ltern beschrieben, deren Eignung für die Praxis und die Kosten sowie die Einordnung des diesbezüglichen Standes der Technik dargestellt.

2 Genehmigungsrechtliche Grundlage in Deutschland

Die rechtliche Grundlage für die Forderung zur Abdeckung basiert auf der TA-Luft 5.4.7.1 (Technische Anleitung Luft), und den Einzelfallbeurteilungen der Bau- und Immissionschutzbeh rden im Zuge des Baugenehmigungsverfahrens. Die TA-Luft sieht folgende bauliche und betriebliche Maßnahmen vor:

- Die Lagerung von Flüssigmist in geschlossenen Behältern oder gleichwertige Maßnahmen zur Emissionsminderung, die einen Emissionsminderungsgrad von mindestens 80 Prozent der Emissionen an geruchsintensiven Stoffen und an Ammoniak ermöglichen.
- Künstliche Schwimmschichten sind nach etwaiger Zerstörung durch Aufrühren oder Ausbringungsarbeiten nach Abschluss der Arbeiten unverzüglich wieder funktions-tüchtig herzustellen.
- Bei der Lagerung von Rinderfl ssigmist ist keine zusätzliche Abdeckung erforderlich, wenn sich eine natürliche Schwimmdecke bildet.

Außerdem wird in der TA-Luft, Abschnitt 5.1.1 auf die sogenannten „Besten verfügbaren Techniken“, die im Rahmen der EU-IVU-Richtlinie identifiziert wurden (siehe Kap.7) verwiesen.

3 Beh lterabdeckungen

Die Abdeckungen unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Wirksamkeit (*Tabelle 1*) und Kosten.

Natürliche Schwimmschicht

Die einfachste und kostengünstigste Form der Abdeckung stellt eine natürliche Schwimmdecke dar. Vor allem Rinderg llen, jedoch auch faser- und trockensubstanzreiche Schweineg llen bilden Schwimmdecken aus. Die Minderungseffekte liegen bei 40 bis 80 % für Geruchs- und Ammoniakemissionen. D nnfl ssige Schweineg llen sowie Jauche und die meisten Gärreste bilden keine oder nur sehr dünne Schwimmdecken. Zur Emissionsminderung sind in diesen F llen zusätzliche Maßnahmen in Form von Abdeckungen erforderlich.

Strohdecke

Eine Strohh ckselauflage sollte mindestens 10 cm mächtig sein, um eine sichere Emissionsminderung zu gewährleisten. Das Aufblasen erfolgt mit einem Feldh ckler. Die Strohaufgabe wird beim Aufrühren eingemischt und bei der Gülleausbringung mit entfernt. Daher müssen Strohaufgaben mehrmals jährlich teilweise oder ganz erneuert werden.

Leichtschüttungen

Demgegenüber müssen bei Schwimmdecken aus Leichtschüttungen jedes Jahr nur geringe Verluste ersetzt werden. Bei diesem Verfahren werden gebrannte Tonkugeln (Blähton) oder Perlite, die einen hohen Hohlraumanteil aufweisen, auf die Gülle aufgebracht. Das Granulat ist verwitterungsstabil und schwimmt bei „dünner“ Gülle nach dem R hren schnell wieder auf. So werden nur geringe Mengen beim F llen der Tankwagen angesaugt und mit ausgebracht. Dieses Verfahren eignet sich gut zur Abdeckung von dünnflüssiger Schweinegülle und für Jauche. Für dickfl ssigere Gülle und/oder solche, die eine Schwimmschicht bilden, sind Bl htone nicht geeignet. Die Kugeln schwimmen nur langsam auf und gehen bei der Ausbringung verloren.

Kunststoffschwimmk rper

Schwimmkörper aus Kunststoff, wie das sechseckige Recyclingprodukt Hexa-Cover, formieren sich auf der Gülleoberfläche zu einer geschlossenen Schwimmdecke. Sie werden bisher nur bei Schweinegülle ohne natürliche Schwimmdecke eingesetzt. Die einzelnen Rippen an den Körpern verhindern ein  berinanderschieben der Elemente. Bei der Homogenisierung und dem Absaugen des Fl ssigmistes ist besondere Sorgfalt erforderlich um mögliche Verstopfungen oder Beschädigungen an den technischen Einrichtungen zu vermeiden. Angeboten werden für vorhandene Rührwerke Leitbleche, die das G ller hren auch bei niedrigerem G llespiegel ermöglichen. Emissionsminderungen von bis zu 95 % sind möglich.

¹ Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V., Bartningstra e 49, D-64289 DARMSTADT

* Ansprechperson: Dipl. Ing. agr. Helmut D hler, E-mail-Adresse: h.dochler@ktbl.de

Tabelle 1: Abdeckungen für Behälter u. deren Emissionsminderungspotenziale

| Art der Abdeckung | Minderung gegenüber nicht abgedeckten Behältern [%] | |
|-----------------------------|---|---------------------|
| | Rindergülle | Schweinegülle |
| Natürliche Schwimmdecke | 30-80 ¹⁾ geringe Wirksamkeit in Betrieben mit häufiger Gülleausbringung | 20-70 ¹⁾ |
| Künstliche Schwimmdecke | 70-90 ²⁾ geringe Wirksamkeit in Betrieben mit häufiger Gülleausbringung | 70-90 |
| - Strohhäcksel | | |
| - Granulate | 80-90 ²⁾ Ausgleich von Materialverlusten erforderlich | 80-90 |
| - Schwimmfolie | 80-90 ²⁾ geringer Wartungsaufwand | 80-90 |
| - Schwimmkörper | k. A. ³⁾ Einsatz nur bei Schweinegülle ohne Schwimmdecke, besondere Sorgfalt beim Homogenisieren und beim Absaugen der Gülle erforderlich | >90 ³⁾ |
| Feste Abdeckung | 85-95 geringer Wartungsaufwand, kein Regenwassereintrag, längste Nutzungsdauer | 85-95 |
| - Zelt, Kunststoffabdeckung | | |
| - befahrbare Betondecke | 85-95 geringer Wartungsaufwand, kein Regenwassereintrag, längste Nutzungsdauer | 85-95 |

¹⁾ Je nach Ausprägung der Schwimmdecke.

²⁾ I. d. R. ist bei Rindergülle eine natürliche Schwimmdecke vorhanden

³⁾ Bisher liegen nur Ergebnisse zur Schweinegülle im Labormaßstab vor (Quelle: DÖHLER et al. (2002))

Schwimmfolie

Schwimmfolien aus Kunststoff sind entweder mit Schwimmelementen in Sandwich-Bauweise befüllt oder werden mit Schwimmkörpern an der Oberfläche gehalten. Dadurch gleitet die Abdeckung mit steigendem Flüssigkeitsspiegel an der Behälterwand entlang.

Die Folien haben Wartungsöffnungen, die bei Bedarf, z. B. beim Homogenisieren, geöffnet werden können. Aufstauendes Regenwasser sollte vermieden werden, da es sich auf der Folie ansammelt und zum Einsinken der Folie führen kann. Soll das Regenwasser getrennt erfasst werden, ist ein regelmäßiges Abpumpen und eine Kontrolle nach jedem

Niederschlag erforderlich. Die Befüllung erfolgt unterhalb der Folien.

Zeltdach

Hierbei wird in der Regel im Behälter eine Stütze montiert und zum Rand ausgesteift oder eine feste Mittelstütze betoniert. Anschließend wird eine Gewebefolie aufgelegt und befestigt. Anderenfalls kann auch auf die Stützkonstruktion verzichtet werden und die Abdeckung nur zum Rand hin gespannt werden. Nicht jeder Behälter ist für diese Form der Abdeckung geeignet. Insbesondere Stahlkonstruktionen weisen meist nicht die erforderliche statische Belastbarkeit (Wind, Schnee) auf.

Feste Abdeckungen

Für die festen Abdeckungen finden glasfaserverstärkte Kunststoffelemente Verwendung. Für im Boden eingelassene Behälter (z.B. Vorgruben) schaffen befahrbare Betonabdeckungen zusätzliche Rangierfläche, sind aber sehr kostspielig. Nicht tragende Betondecken sind erheblich günstiger und weisen dieselben Minderungseffekte auf. Durch Schadgase aus der Gülle und Kondenswasser werden die Bauteile der Konstruktion stark beansprucht.

4 Kosten der Abdeckung

Annahmen

Die Annahmen für die Emissionsreduzierung der Lagerabdeckungen entsprechen der Berechnungsgrundlage für den Nationalen Emissionsbericht (Tabelle 2). Bei der Homogenisierung und Ausbringung der Gülle werden Abdeckungen aus Stroh und Leichtschüttungen eingemischt. Hierdurch wird die emissionsmindernde Wirkung bis zur erneuten Bildung bzw. Wiederherstellung der Schwimmdecken reduziert. Demnach können Minderungen der Emissionen durch Lagerabdeckungen zwischen 75 und 90% erwartet werden.

Emissionsminderung und Düngerwert

Die Stickstoff-Gutschriften berücksichtigen die späteren Verluste bei der Ausbringung. Hierfür wurde der tatsächliche N-Wert des konservierten Stickstoffs um den Referenzwert der Ausbringungsverluste von 50 % bei Rindergülle und 25 % bei Schweinegülle reduziert.

Kosten der Lagerabdeckung und der Emissionsminderung

Die Jahreskosten für die Güllelagerung betragen bei der Referenz ohne Abdeckungen 1,14 (Erdbecken) bis 1,90 €/m³ (kleine Rundlagervariante, 500 m³ nutzbare Lagerkapazität). Als Lagerdauer wurden 6 Monate angesetzt, sodass sich diese Kosten auf einen jährlichen Gülleanfall beziehen, der jeweils das Doppelte der nutzbaren Kapazität beträgt. Beim Investitionsbedarf der Rundbehälter ist ein Restvolumen von 0,5 m Tiefe und für alle Lager ein Feibord von 0,2 m berücksichtigt. Bis auf die Varianten Betondecke und Zelt Dach ist auch Lagerraum für 300 mm Niederschlag enthalten.

Inklusive der Abdeckungen weist das 500 m³-Rundlager unter Zelt Dach mit 3,67 €/m³ die höchsten jährlichen Lagerkosten auf. Wegen der langen Nutzungsdauer sind hier sogar die Jahreskosten mit Betondecke um 0,90 € günstiger. Mit zunehmender Lagergröße nimmt der Investitionsbedarf für Zeltdächer aber von ca. 100 €/m² auf 46 €/m² ab, sodass bei 5000 m³ Lagerkapazität die Kosten der Betondecke unterschritten werden. Eine ähnlich steile Kostendegression zeigen die Schwimmfolien (34 €/m² bei 500 m³ Kapazität; 16 €/m² bei 5000 m³ und 11,50 €/m² auf dem Erdbecken). Bei Leichtschüttungen und Schwimmkörpern ist die Kostendegression mit steigender Fläche geringer bzw. zu vernachlässigen (Blähton: 10,20 €/m² auf 7,60 €/m²; Schwimmkörper „Hexa-Cover“: 39,50 €/m²). Die Kosten für die Aufbringung dieser langlebigen Schwimmdecken

Tabelle 2: Relative NH₃-Emissionsminderung durch Gülleabdeckungen und Gutschrift für den konservierten Stickstoff

| Abdeckung | Minderung % | N-Gutschrift* | |
|-------------------|-------------|------------------------------|--------------------------------|
| | | Rindergülle €/m ³ | Schweinegülle €/m ³ |
| Betondecke | 90 | 0,04-0,06 | 0,29-0,43 |
| Zeltdach | 90 | 0,04-0,06 | 0,29-0,43 |
| Schwimmfolie | 85 | 0,04-0,06 | 0,27-0,41 |
| Leichtschüttungen | 80 | 0,04-0,05 | 0,26-0,38 |
| Schwimmkörper | 85 | - | 0,27-0,41 |
| Strohaufgabe | 75 | 0,03-0,05 | 0,24-0,36 |

* Spätere Verluste bei der Gülleausbringung eingerechnet.

Tabelle 3: Jahreskosten der Güllelagerung

| | Rundbehälter nutzbare Lagerkapazität [m ³] | | | | Erdbecken |
|----------------------------|--|------|------|------|-----------|
| | 500 | 1000 | 3000 | 5000 | 7500 |
| | Durchmesser [m] | 13,7 | 17,7 | 27,9 | 35,5 |
| | jährliche Lagerungskosten [€/m ³ /a] | | | | |
| offen (Referenz) | 1,90 | 1,66 | 1,35 | 1,23 | 1,14 |
| Betondecke | 2,74 | 2,38 | 1,96 | - | - |
| Zeltdach | 3,67 | 2,74 | 2,00 | 1,74 | - |
| Schwimmfolie | 2,83 | 2,24 | 1,72 | 1,53 | 1,41 |
| Leichtschüttung | 2,15 | 1,83 | 1,49 | 1,36 | 1,30 |
| Schwimmkörper (Hexa-Cover) | 2,54 | 2,20 | 1,80 | 1,66 | - |
| Stroh | 2,32 | 1,95 | 1,55 | 1,41 | 1,41 |

mit Frontlader und/oder Teleskoplader sind gegenüber den Materialkosten sehr gering (< 1%). Bei den Leichtschüttungen wurde in Rechnung gestellt, dass jährlich etwa 10 % des Materials bei der Homogenisierung und Ausbringung der Gülle verloren geht und periodisch ersetzt werden muss. Dennoch ergeben sich für die Leichtschüttungen die geringsten Mehrkosten gegenüber der Lagerung ohne Abdeckung.

Eine Lagerabdeckung mit Stroh häcksel verursacht mit je nach Schichtdicke 0,40 bis 0,60 €/m² die bei weitem niedrigsten Materialkosten. Hier übersteigen die kalkulierten Maschinen- und Arbeitskosten für die Aufbringung mit Frontlader und Feldhäckler die Kosten für Bergung und Bereitstellung des Strohs um das 2,6-fache. Wegen der geringen Haltbarkeit wurden zwei Aufbringungen pro Jahr kalkuliert.

Die resultierenden Minderungskosten für NH₃-Emissionen für Rinder- und Schweinegülle sind in Tabelle 4 und 5 aufgelistet. Bei den Minderungskosten wurden die Gutschriften für den Wert des konservierten Stickstoffs angerechnet. Zusätzlich wurde der Einfluss der Abdeckungen auf die Verdunstung und den Eintrag von Niederschlagswasser und die daraus resultierenden Unterschiede in den auszubringenden Güllemengen und Ausbringungskosten berücksichtigt.

Der Unterschied in den Minderungskosten zwischen der Lagerung von Rindergülle und Schweinegülle ist deutlich. Mit 2,70 bis 10 €/kg NH₃ liegen die Minderungskosten bei Rindergülle mit natürlicher Schwimmdecke um eine Größenordnung über denjenigen bei Schweinegülle ohne Schwimmdecke (0,07 – 1,64 €/kg NH₃).

Leichtschüttungen stellen für die Emissionsminderung bei der Lagerung von Schweinegülle trotz hoher Inves-

tionskosten durch ihre lange Haltbarkeit und geringen Aufwendungen für Reparatur und Unterhaltung die kosteneffektivste Form der Abdeckung bei kleineren Lagern dar, gefolgt von Betondecke und Schwimmkörper. Bei den großen Lagervarianten sind Zeltdächer und Schwimmfolien durch ihre starke Kostendegression günstiger. Schwimmdecken aus Strohhäcksel stellen vor allem bei Behältern eine Alternative dar, die ohne größeren technischen Aufwand nicht mit festen Abdeckungen versehen werden können. Gegenüber Leichtschüttungen und Schwimmkörpern weisen sie etwas höhere Minderungskosten auf, haben jedoch den Vorteil, auf vielen landwirtschaftlichen Betrieben leicht verfügbar zu sein.

5 Baugenehmigung

Feste Abdeckungen sind in der Regel baugenehmigungspflichtig und erfordern einen Baustatik-Nachweis. Die Abdeckung ist daher mit der zuständigen Genehmigungsbehörde (Bau- bzw. Immissionsschutzbehörde) abzuklären. Auch werden zunehmend Anforderungen an die optische Gestaltung (Form, Farbe) gestellt.

6 Unfallverhütung

Schwimmende Abdeckungen stellen keine Maßnahme zur Unfallverhütung dar. Eine Einzäunung als Absturzsicherung ist daher trotzdem erforderlich. Zur Sicherung gegen Explosionsgefahr sind Belüftungsöffnungen in festen Abdeckungen notwendig. Alle Abdeckungen müssen mit der Berufsgenossenschaft hinsichtlich der Arbeitssicherheit abgestimmt werden.

7 Zum Stand der Technik

Der Stand der Technik wird international durch das sogenannte BVT-Merkblatt (BREF) beschrieben. Im Rahmen einer Experteneinschätzung des Europäischen IPPC-Büros und der beratenden Technischen Arbeitsgruppe (TAG, engl. TWG) wurde der Stand der Technik für die Abdeckung von Lagerbehältern für flüssige Wirtschaftsdünger identifiziert. Demnach schließt der Stand der Technik der Güllelagerung in Beton- oder Stahlbehältern folgende Optionen ein:

- einen stabilen Behälter, der mechanischen, thermischen und chemischen Einflüssen standhält,
- Fundament und Wände des Behälters sind undurchlässig und gegen Korrosion geschützt,
- das Lager wird regelmäßig zur Inspektion und Wartung geleert, möglichst jährlich,
- Einsatz von Doppelventilen für jeden mit Ventilen ausgestatteten Auslauf aus dem Lager,
- Durchmischung der Gülle nur kurz vor der Leerung des Behälters, z. B. zur Ausbringung.

Für die Abdeckung von Güllebehältern gelten im Besonderen als BVT:

- eine feste Decke, eine Dach- oder Zeltkonstruktion oder

Tabelle 4: Emissionsminderungskosten für Rindergülle

| | Rundbehälter nutzbare Lagerkapazität [m ³] | | | | Erdbecken 7500 |
|-----------------|---|------|------|------|-------------------|
| | 500 | 1000 | 3000 | 5000 | |
| | Minderungskosten [€/kg NH ₃] | | | | |
| Betondecke | 4,31 | 4,38 | 4,49 | - | - |
| Zeltdach | 9,99 | 7,02 | 4,86 | 3,79 | - |
| Schwimmfolie | 7,31 | 5,74 | 4,73 | 4,14 | 3,30 |
| Leichtschüttung | 3,20 | 2,81 | 2,81 | 2,78 | 2,73 |
| Stroh | 4,66 | 4,13 | 3,67 | 3,55 | 3,90 |

Tabelle 5: Emissionsminderungskosten für Schweinegülle

| | Rundbehälter nutzbare Lagerkapazität [m ³] | | | | Erdbecken 7500 |
|------------------------------|---|------|------|------|-------------------|
| | 500 | 1000 | 3000 | 5000 | |
| | Minderungskosten [€/kg NH ₃] | | | | |
| Betondecke | 0,44 | 0,45 | 0,47 | - | - |
| Zeltdach | 1,64 | 1,01 | 0,55 | 0,32 | - |
| Schwimmfolie | 1,07 | 0,74 | 0,52 | 0,40 | 0,22 |
| Leichtschüttung | 0,17 | 0,09 | 0,09 | 0,08 | 0,07 |
| Schwimmkörper (Hexacover) | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | - |
| Stroh | 0,47 | 0,36 | 0,26 | 0,24 | 0,31 |

- eine schwimmende Abdeckung, wie z. B. Stroh, natürliche Schwimmdecke, Gewebe, Folie, Torf, Tongranulate (LECA) oder expandiertes Polystyrol (EPS).

Für die Abdeckung von Gülle-Erdbecken gelten als BVT:

- eine Plastikabdeckung oder
- eine Schwimmschicht, wie z. B. Strohhäcksel, LECA oder natürliche Schwimmdecke.

Im BREF wird weiter ausgeführt: „Alle diese Abdeckungsmöglichkeiten finden in der Praxis Anwendung, haben aber jeweils technische und betriebsbedingte Grenzen. Dies bedeutet, dass die Entscheidung, welche Art von Abdeckung gewählt wird, nur von Fall zu Fall getroffen werden kann. In manchen Situationen kann es äußerst kostspielig sein bzw. überhaupt nicht technisch machbar, eine Abdeckung für ein bestehendes Erdbecken zu installieren. Die Installationskosten für eine Abdeckung können für sehr große oder ungewöhnliche Erdbeckenformen wie Lagunen hoch sein. Es kann technisch unmöglich sein, eine Abdeckung zu installieren, wenn z. B. die Böschungsprofile nicht dafür geeignet sind, diese zu befestigen“.

Die deutsche Genehmigungspraxis folgt in der Regel der Empfehlung des BREF. Zunehmend werden aber insbesondere Strohecken und Leichtschüttungen von den Genehmigungsbehörden wegen der aufwändigen Kontrolle kritisch gesehen.

8 Literatur

(Liste wird vom Autor gerne zugesandt)