



## Tipps für die Arbeit mit Fahrsilos

230 bis 270 kg/m<sup>3</sup> an Trockenmasse sollen bei Maissilage erreicht werden. Was ist sonst noch zu beachten, vom Bau über das Silieren bis hin zur Reparatur?

**F**ahrsilos haben sich in der Praxis als Speicher für stapelbare Biomassen, v. a. Häckselgut von Gras, Mais-/Getreide-Ganzpflanzen u. a. bewährt. Die dort eingelagerte Biomasse enthält erhebliche Mengen an chemischer Energie, die bei möglichst geringen Energieverlusten und ohne schädliche Einwirkungen auf die Umwelt bewirtschaftet werden sollen.

Beispielsweise müssen für die Vollauslastung einer Biogasanlage mit einer elektrischen Nennleistung von 500 kW etwa 9500 t Maissilage eingelagert werden. Fahrsiloanlagen sind mit anderen Energiespeichern wie Öltanks, Gasspeichern u. ä. im weitesten Sinne vergleichbar, da auch hier Anforderungen an die technischen Auslegungsparameter in Punkto Sicherheit, Dichtheit und Materialbeständigkeit zu beachten sind.

### Die richtige Planung

Besondere Aufmerksamkeit muss daher der Bauwerksplanung und Bauwerkserhaltung gewidmet werden. Gärstoff hat einen um den Faktor 70 bis 350 höheren biologischen Sauerstoffbedarf als häusliches Abwasser und wirkt nach jüngsten Beobachtungen noch stärker korrosiv als bisher angenommen.

Fahrsiloanlagen stellen daher ein außerordentlich hohes Gefährdungspotenzial für Gewässer dar. Das Biogas Forum Bayern hat wichtige Informationen für die Minimierung der Umweltbelastungen und die Vermeidung von Bauwerksschäden beim Betrieb von Fahrsiloanlagen zusammengetragen, die im Folgenden in komprimierter Form wiedergegeben werden. Die vollständige Fachinformation kann von [www.biogas-forum-bayern.de](http://www.biogas-forum-bayern.de) kostenlos heruntergeladen werden.

Eine gute Silagequalität und die Minimierung negativer Umweltwirkungen erfordern den ordnungsge-

mäßen und fachmännischen Bau und Betrieb der Fahrsiloanlage. Planung und Errichtung gehören in die Hände entsprechender Fachfirmen. Als Bauherr sollten Betriebsleiter sich vor Auftragsvergabe vom Auftragnehmer eine entsprechende Haftpflichtversicherung schriftlich und objektbezogen bestätigen lassen. Arbeiten in Eigenleistung können Sie in Absprache mit dem Bauunternehmer durchführen.

### Genügend Platz

In der Praxis zeigt sich teilweise deutlich, welche Probleme durch zu knapp bemessene Biomasse-Fahrsilos an Biogasanlagen entstehen. Durch Überfüllung wird das Bauwerk – hier in der Regel die Silowände – statisch überlastet und es kann zu Leckagen kommen. Auch die Arbeitssicherheit und Logistik werden durch Platzmangel im Fahrsilo beeinträchtigt. Bei der Planung dürfen außerdem die zur Bewirtschaftung des Fahrsilos erforderlichen zusätzlichen Rangier- und Verkehrsflächen nicht vergessen werden.

Als Landwirt/Anlagenbetreiber sollte Ihnen der Jahresbedarf an Frischmasse in Form von Silagen für die Auslastung Ihrer Biogasanlage bekannt sein. Auf der Grundlage dieses Bedarfs zuzüglich eines Sicherheitszuschlags von ca. 10 % sollte die Fahrsiloanlage dimensioniert werden. Um eine kontinuierliche Versorgung der Biogasanlage mit Silage sicherzustellen, ist ein Belegungsplan zu erstellen und eine Überlapung von Restmengen des Vorjahres und frischer Silage einzukalkulieren.

Um eine gute Silagequalität zu erreichen, sind eine fachmännische Einbringung, eine ausreichende Verdichtung und eine Abdeckung der Silage mit geeigneten Folien unerlässlich. Die Zielwerte für das durch Verdichtung zu erreichende Raumgewicht (Trockenmasse) liegen für

Maissilage bei 230 bis 270 kg/m<sup>3</sup>, für Grassilage bei 160 bis 230 kg/m<sup>3</sup> und für Gersten-GPS bei 230 bis 260 kg/m<sup>3</sup>.

### Mit Kammern

Generell wird eine Aufteilung des Fahrsilos in Kammern mittels fester Wände empfohlen. Für deren Bemessung ist die statische Beanspruchung durch das Lagergut, die hydrostatische Beanspruchung durch Gärstoff, Sickersaft und verunreinigtes Niederschlagswasser sowie die Verkehrsbeanspruchung durch Fahrzeuge zu berücksichtigen. Um gut zugänglich zu sein, sollten die Kammern in Querrichtung in der Regel mindestens die vierfache Fahrzeugbreite messen (also ca. 12 m). Gleichzeitig muss ein ausreichender Vorschub von etwa einem Meter pro Woche im Winter bzw. zwei bis drei Meter pro Woche im Sommer gewährleistet werden. Der Silostock sollte in der Mitte der Kammer maximal 20 % gegenüber der Wandkrone überhöht werden. Niemals darf über Silowände hinweg einsiliert werden!

Neben der statischen Belastung ist auch zu berücksichtigen, dass sich ab einer Stapelhöhe von fünf bis sechs Metern der Anfall an Gärstoff deutlich erhöht. Wegen der Verschüttungsgefahr darf der Silostock nicht unter-

**Fahrsilos:** Beim Bau sollte unter anderem auf die richtige Dimensionierung geachtet werden.

hüllt werden: die Silostockhöhe darf maximal einen Meter höher sein, als die Reichweite des Entnahmegertes beträgt!

### Silosteine

Ein neues Konzept sieht anstatt fester Wände die Verwendung von „Silosteinen“ vor, mit denen die Silofläche entsprechend aufgeteilt wird. Die so errichteten Silobegrenzungen sind nur ca. 1 m hoch und ermöglichen bei Einhaltung eines entsprechenden Böschungswinkels und einer ausreichenden Tragfähigkeit der Siloplatte eine Silostockhöhe von bis zu neun Metern. Allerdings muss der Anlagenbetreiber dann mit einem deutlich erhöhten Gärstoffanfall rechnen und zusätzliche Vorkehrungen für die Gewährleistung der Arbeitssicherheit treffen!

### Die Siloplatte

Die Siloplatte muss flüssigkeitsdicht und beständig sein und so eingefasst werden, dass kein Gärstoff, Sickersaft und verunreinigtes Niederschlagswasser austreten, sowie kein Oberflächenwasser aus dem umgebenden Gelände einfließen kann. Es mehren sich die Hinweise, dass der Gärstoff auch auf Walzasphalt außerordentlich aggressiv wirkt. Der Unterbau der Siloplatte ist auf Basis eines Baugrundgutachtens zu erstellen, um eine Tragfähigkeit entsprechend der Vorgaben für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen zu gewährleisten.

Fugen in Fahrsiloanlagen sollten durch nach Wasserhaushaltsgesetz (WHG) zugelassene Fachfirmen erstellt und regelmäßig überprüft bzw. gewartet werden. Dauerelastische Fugendichtstoffe dürfen in der Regel nicht mit Silolack überstrichen werden, da hierdurch der Weichmacher im Fugendichtstoff zerstört wird! In der Folge wird die Fuge starr und reißt bei Wand- und Bodendehnung an den Betonflanken ab.

Eine Flächendränage ist je nach

Fortsetzung auf Seite 42

### ANZEIGE

**Wir revolutionieren das Heizen mit Hackschnitzel und Pellets!**

**Heizomat**  
Energie im Kreislauf der Natur

Maicha 21 • 91710 Gunzenhausen • Tel.: 09836/9797-0 • [info@heizomat.de](mailto:info@heizomat.de)

## Tipps für die ...

Fortsetzung von Seite 41

Bodenverhältnissen und örtlichem Bodenwasseraufkommen ab einer versiegelten Fläche von 200 m<sup>2</sup> vorgeschrieben. Dränagen können Gewässerverschmutzungen durch Undichtigkeiten des Fahrsilos anzeigen und sollten daher über ein Vollrohr in einen eigenen Sammel-/Kontrollschacht eingeleitet werden. Dies dient an erster Stelle der Eigenkontrolle durch den Betreiber, erst an zweiter Stelle der Fremdkontrolle durch Behörden.

Bei Einleiten des anfallenden Gär-saftes, Sickersaftes und verunreinigten Niederschlagswassers in einen Gülle-/Jauchebehälter, Gärbehälter oder Gärrestlagerbehälter ist das anfallende Volumen bei der Berechnung der Lagerkapazität für den Gärrest zu berücksichtigen. Ist eine solche Einleitung nicht möglich, muss ein ausreichend bemessener Auffangbehälter vorgesehen werden, damit die verunreinigten Flüssigkeitsströme nicht in den Boden, ins Grundwasser, in oberirdische Gewässer oder in die Kanalisation gelangen. Dabei ist die gesamte Silofläche ohne Abminderungsfaktoren für (teilweise) Abdeckung anzusetzen.

Pumpschächte sind hierbei zulässig, bergen jedoch das Risiko von Gewässerverunreinigungen, falls es zum Ausfall der Pumpe kommt. Die Funktionsfähigkeit der Pumpe ist unbedingt regelmäßig (monatlich) und zusätzlich vor dem Einsilieren zu überprüfen. Es wird empfohlen eine Ersatzpumpe zu installieren, die im Notfall automatisch anspringt. Der Pumpschacht darf während eines örtlichen Starkregenereignisses nicht überlaufen.

## Flüssigkeiten

Auf der Fläche des Fahrsilos fallen die folgenden Flüssigkeitsströme an:

- Gär-saft: die bei der Silagebereitung durch Zellaufschluss oder Pressdruck entstehende säurehaltige Flüssigkeit. Der Gär-saftanfall hängt hauptsächlich vom Trockenmassegehalt des zu vergärenden Siliergutes ab.

- Sickersaft: eine wässrige Lösung von Silageinhaltsstoffen, die entsteht, wenn Niederschlagswasser in Flachsilos ohne Überdachung und mit unzureichender Abdeckung während der Lager- und Entnahmepériode durch den Silagestapel sickert und sich mit organischen Stoffen anreichert.

- Verunreinigtes Niederschlagswasser, das mit Silage oder Sickersaft in Verbindung gekommen ist. Zu nennen sind hier die Anschnittfläche und die bereits geräumte Siloplatte, auf der sich Silagereste oder Gär- und Sickersaft befinden.

- Unbelastetes Niederschlagswasser, das von abgedeckten Oberflächen des Silos abfließt.

Nur unbelastetes Niederschlagswasser darf versickert werden. Das



FOTO: HELMUT SÜSS

### Starke Regenfälle können bei Fahrsilos zu Problemen führen.

„Abregnen“ von Siloflächen, die nach Entnahme frei werden, ist nicht zulässig. Durch eine geeignete bauliche Ausführung und das entsprechende Management von Teilflächen des Fahrsilos kann der Anfall an organisch belasteten Flüssigkeitsströmen, welche nicht versickert oder in einen Vorfluter eingeleitet werden dürfen, deutlich verringert werden.

Um die Bildung von Pfützen von Gär-/Sickersaft zu vermeiden, muss die Siloplatte ein Gefälle von 1,5 bis 3 % in Längsrichtung der Silokammern und ca. 2 bis 3 % in Querrichtung aufweisen. Die Rinnen in der Platte sind in regelmäßigen Abständen mit Abläufen zu versehen.

## Entwässerung

Das gesamte Entwässerungssystem der Fahrsiloanlage (Rinnen, Bodenabläufe, Rohrleitungen etc.) muss hydraulisch hinreichend bemessen sein und sollte deshalb von fachkundigen Personen geplant werden. Der Aufsatz von Bodenabläufen sollte die anfallenden Wassermengen auch bei Starkregenereignissen aufnehmen können. Es wird empfohlen, einen Aufsatz von 50 cm x 50 cm, mindestens jedoch von 30 cm x 50 cm Querschnitt zu verwenden. Rohrstutzen als Bodenabläufe sind nicht ausreichend und neigen schnell zur Verstopfung. Beim Bau ist darauf zu achten, dass Rohrdurchführungen durch die Bodenplatte dicht eingebaut werden. Bei Betonplatten kann dies z. B. mit einer Dichtmanschette realisiert werden.

Für das Fahrsilo muss eine Betriebsanweisung des Herstellers vorliegen. Diese nennt insbesondere die im Zusammenhang mit dem Betrieb des Fahrsilos möglichen Gefahren für Mensch und Umwelt, Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln zur Abwehr dieser Gefahren sowie Anweisungen zum Verhalten bei Störungen und Unfällen. An der Fahrsiloanlage ist zudem ein Typenschild anzubringen, das folgende Angaben enthält:

## Grundregeln

Für den emissionsarmen Betrieb von Fahrsiloanlagen gelten folgende Grundregeln:

- Das Silo niemals überfüllen.
- Niemals über Silowände hinweg einsilieren.
- Siloplatzen und Rangierflächen ständig sauber halten.
- Ablaufrinnen und Abläufe ständig freihalten und nicht mit Siliergut überlagern.
- Silostock und Anschnittflächen, vor Niederschlagswasser schützen.
- Große Anschnittflächen vermeiden und nur so viele Silokammern gleichzeitig öffnen, wie unbedingt erforderlich.

- Füllgutklasse,
- planmäßige Füllhöhe an der Fahrsilowand und in der Mitte des Fahrsilos/der Kammern,
- Jahr der Errichtung,
- maximales Gewicht der Walzfahrzeuge,
- Hersteller des Fahrsilos.

## Geruchsemissionen

Silagen in Fahrsiloanlagen können im Nahbereich zu einer starken Geruchsbelastung führen, weshalb beim Neubau von Siloanlagen möglichst große Abstände zur nächsten Wohnbebauung vorgesehen werden sollten. Zu erhöhten Geruchsemissionen kommt es, wenn breitflächig Gär-saft/Sickersaft, z.B. aus Siloanlagen ohne Seitenwände austritt, die Fahrflächen mit Silagen und Sickersäften verschmutzt sind oder Fehlgärungen in der Silage auftreten.

Die Abdeckung von Silagen mit Folien ist deshalb sowohl aus ökologischen, als auch aus ökonomischen Gründen sinnvoll und trägt effektiv zur Geruchsminderung bei. Die Anschnitte sollten nach Möglichkeit glatt beziehungsweise senkrecht gefräst sein, um die effektive Oberfläche für die Emission zu minimieren. Für die Entnahme von Silage ist dem Siloschneider grundsätzlich der Vorzug vor dem Frontlader zu geben, da letzterer die Anschnittfläche stark aufreißt.

Um die Emissionsfläche gering zu halten, ist die Entnahme so zu organisieren, dass möglichst wenige Silokammern gleichzeitig geöffnet sind. Wenn möglich, sollten die Anschnitte der Silagekörper vor direkter Sonneneinstrahlung, Niederschlagswasser und starkem Winddruck geschützt sein, da bei hohen Temperaturen und/oder Feuchtigkeit von den Anschnittflächen zum Teil erheblich höhere Geruchsemissionen ausgehen.

Silowände und Böden aus Beton sind grundsätzlich vor Gär-saft zu schützen. Silowand-Anstriche auf Dispersionsbasis oder Bitumenbasis

sind jährlich zu erneuern. Beschichtungen auf Epoxidharzbasis weisen eine Haltbarkeit von fünf bis zehn Jahren auf. Fugen mit dauerelastischen Dichtstoffen dürfen keinesfalls überstrichen werden, da hierdurch der Weichmacher im Fugendichtstoff zerstört wird! Durch den Einsatz von Seitenwandfolien erreicht man einen sehr guten Schutz der Oberflächen der Silowände.

## Zeitpunkt der Wartung

Der Zeitraum vor dem Einsilieren und nach Reinigung des Silos ist ideal geeignet, um die Fahrsiloanlage auf bauliche Schäden zu überprüfen, gegebenenfalls Schutzanstriche zu erneuern und notwendige Reparaturmaßnahmen durchzuführen bzw. zu beauftragen. Die Nassreinigung des Silos sollte nicht mit Hochdruck oder Dampfstrahl, sondern mittels Wasserstrahl erfolgen, um eine Beschädigung der Oberflächen zu vermeiden. Das Entwässerungssystem sollte sorgfältig gespült und gereinigt und dabei sollte die Funktionsfähigkeit aller Verschlüsse, Deckel, Schieber und Behälter überprüft werden.

Die Anlagenbetreiber sollten auch beachten, dass sie gesetzlich verpflichtet sind, Gewässerverunreinigungen, die im Zusammenhang mit dem Betrieb des Fahrsilos stehen können, unverzüglich der Kreisverwaltungsbehörde mitzuteilen. Umso wichtiger ist es daher, dass Sie als Betreiber die Fahrsiloanlage regelmäßig auf Bauschäden überprüfen und auch kleinste Anzeichen von Leckagen keinesfalls ignorieren! Dies dient nicht nur dem Umweltschutz, sondern auch dem Werterhalt des Bauwerks. Bei erkennbaren Beschädigungen des Bauwerks sind möglichst rasch Reparaturmaßnahmen einzuleiten, um kostenträchtige Folgeschäden zu vermeiden. Um sich vor Haftungs-/Gewährleistungsrisiken zu schützen, sollten die Reparaturen allerdings nur durch Fachfirmen vorgenommen werden.

Bei fortgeschrittenen Schäden am Bauwerk ist zu erwarten, dass ein ordnungsgemäßer Betrieb der Fahrsiloanlage in Bezug auf die Standsicherheit und den Umweltschutz auch durch Sanierungsmaßnahmen nicht mehr erreicht wird. In schwer wiegenden Fällen kann die zuständige Behörde die Stilllegung und Räumung der Fahrsiloanlage anordnen.

Weitere Infos können auch in der Veröffentlichung „Anforderungen an die Ausführung, den Betrieb und die Wartung von Fahrsiloanlagen“ unter [www.biogas-forum-bayern.de/media/files/0003/anforderungen-an-die-ausfuhrung-den-betrieb-und-die-wartung-von-fahrsiloanlagen.pdf](http://www.biogas-forum-bayern.de/media/files/0003/anforderungen-an-die-ausfuhrung-den-betrieb-und-die-wartung-von-fahrsiloanlagen.pdf) nachgelesen werden. Auf den Webseiten des Biogas Forum Bayern ([www.biogas-forum-bayern.de](http://www.biogas-forum-bayern.de)) finden Sie zudem viele weitere Fachinformationen zu allen Themen rund um die Biogasproduktion.

**Dr. Mathias Effenberger**

Lfl Landtechnik, Freising