

Joachim Kahlstatt, Gießen; Hans Schön und Georg Wendl, Freising

Zur Umweltverträglichkeit von Flachsiloanlagen

Gär- und Sickersaft stellen in der Flachsilowirtschaft ein hohes Umweltgefährdungspotential dar, sind aber durch bau- und verfahrenstechnische Maßnahmen grundsätzlich vermeidbar. Die Konzentration organischer Komponenten im kontaminierten Niederschlagswasser zeigt, dass dessen Umweltgefährdungspotential positiv mit der Qualität der im Silo verbliebenen Silagerestmassen und negativ mit der Niederschlagsmenge korreliert.

Dipl.-Ing.agr. Joachim Kahlstatt war wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik, AkadOR Dr. agr. Georg Wendl leitet die Arbeitsgruppe "Prozesstechnik in der Tierhaltung" an der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik, Vöttingerstr. 36, 85354 Freising. Professor Dr. agr. Dr. h.c. Hans Schön ist Direktor des Institutes für Landtechnik der TU-München in Freising-Weihenstephan; e-mail: postmaster@tec.agrar.tu-muenchen.de
Das Vorhaben wurde durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten finanziell gefördert.

Schlüsselwörter

Flachsilos, Silageabwässer, Umweltgefährdung, Silobau

Keywords

Horizontal silos, silage sewages, environmental risk, silo construction

In Mitteleuropa sind nicht überdachte Flachsiloanlagen zur Versorgung der Wiederkäuer mit Grundfutter verbreitet. Diese Art der Gärfutterlagerung wird jedoch in jüngerer Zeit aufgrund ihrer potentiellen Belastung von Wasser und Boden durch Silageabwässer zunehmend kritisiert. Der Wissensstand zu diesem Problemfeld sowie zu bau- und verfahrenstechnischen Konsequenzen ist derzeit noch unbefriedigend und wurde durch Feld- und Laborversuche erweitert.

Vorgehensweise

Mit einer großtechnisch betriebenen Versuchsanlage, bestehend aus einem „Traunsteiner“ Silo (~275 m³), vier Fertigteilsilos (jeweils ~175 m³) und einer Siloplatte (~250 m³) wurde über drei Jahre hinweg unter Feldbedingungen in 19 Konservierungs- und Auslagerungskampagnen die Silageabwasserfraktionen: Gärsaft, Sickersaft sowie kontaminiertes Niederschlagswasser im Zeitverlauf getrennt registriert und deren Umweltgefährdungspotentiale stichprobenartig durch die Analyse der summarischen Wirkungskenngröße biochemischer Sauerstoffbedarf in fünf Tagen (BSB₅) nach DIN 38409 bestimmt. Daneben wurden die Gehalte an gelöstem organischen Kohlenstoff, Gesamtstickstoff und Trockenmasse sowie der Säuregrad der Abwässer ermittelt [1, 2].

- Gärsaft: Zell- inklusive möglichem Sorptionswasser aus Silagen unter etwa 30% Trockenmassegehalt
- Sickersaft: Fremdwasser nach der Passage durch den Futterstock
- kontaminiertes Niederschlagswasser: mit Inhaltsstoffen aus Silageresten befrachtetes Niederschlagswasser

Da unter Feldbedingungen eine faktorielle Versuchsanlage mit Wiederholungen aufgrund des dafür erforderlichen enormen Aufwandes nicht realisierbar war, wurde die Problematik der kontaminierten Niederschlagswässer zusätzlich in modellhaften Studien im Labormaßstab vertieft bearbeitet. Hierzu wurden zwei Halmgut-, eine

Mais- sowie eine Zuckerrübenblattsilage bekannter Qualität per Niederschlagssimulator mit definierten Niederschlagsintensitäten von 3, 5, 10 und 20 mm/h berechnet und die im Zeitverlauf gewonnenen Abwasserproben analog den Feldversuchen untersucht [2].

Gärsaft ist vermeidbar ...

Die Feldversuche bestätigen bisherige Erkenntnisse, dass Gärsaft mit durchschnittlich 51400 mg O₂/l den höchsten BSB₅-Gehalt aller Silageabwässer aufweist (Tab. 1) [1, 2]. Die Resultate attestieren die dominierende, wenn auch nicht allein maßgebliche Bedeutung, die dem Trockenmassegehalt (T) des Ausgangsmaterials für das Auftreten und die Qualität von Gärsaft zukommt. In den Versuchen trat bei T-Gehalten über 290 g/kg kein Gärsaft auf. Generell übertrafen die aus verschiedenen Schätzverfahren in der Literatur prognostizierten Gärsaftmassen die gemessenen, was insbesondere bei sehr feuchtem Ausgangsmaterial unter 170 g T/kg zu Überschätzungen führte. Weiterhin dokumentieren die Ergebnisse einen weit über den Literaturdaten andauernden Gärsaftaustritt. Aufgrund der Qualitätsunterschiede des Ausgangsmaterials und der daraus resultierenden Silage ist das Gefährdungspotential von Gärsaft stark variabel, was durch die hohe Standardabweichung des Mittelwertes in Tabelle 1 Ausdruck findet.

Tab. 1: Durchschnittliche BSB₅-Gehalte der verschiedenen Silageabwasserfraktionen

Table 1: Average BOD₅-contents of various silage sewage fractions

Faktor	BSB ₅ -Gehalt [mg O ₂ /l]	Bemerkung
Gärsaft	51400 (20582)	vermeidbar
Sickersaft	34650 (22342)	vermeidbar
Kontaminiertes Niederschlagswasser	1730 (1568)	unvermeidbar

Standardabweichung s in Klammern

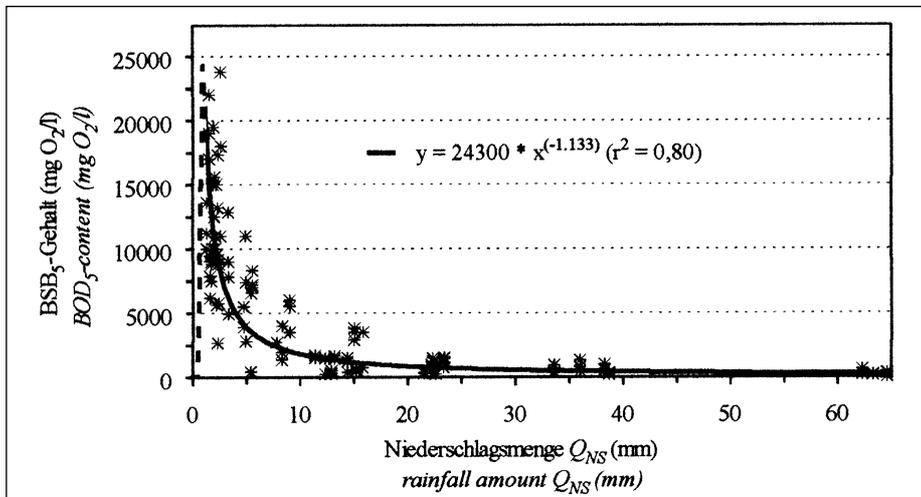


Bild 1: BSB₅-Gehalte und Regressionsfunktion von kontaminiertem Niederschlagswasser in Abhängigkeit von der Niederschlagsmenge (Silagemasse 1,3 kg/m²)

Fig. 1: BOD₅-contents and estimated regression function of contaminated precipitation water depending on the amount of rainfall (silage mass 1.3 kg/m²)

... wie auch Sickersaft

Mit der Siloversuchsanlage wurden erstmalig die Ursachen festgestellt, die für das Auftreten von Sickersaft maßgeblich sind. Das mittlere Umweltgefährdungspotential von Sickersaft lag mit BSB₅-Gehalten von 34650 mg O₂/l auf unerwartet hohem Niveau und wird durch die Zahl und Art von Niederschlagsereignissen, der exponierten, ungeschützten Lagerfläche sowie der Qualität des gelagerten Materials beeinflusst (Tab. 1). So lag der Sickersaft-BSB₅-Gehalt aus Nasssilagen bei durchschnittlich 15300 mg O₂/l, der aus trockenerem Material konnte mit 54000 mg O₂/l ein ähnlich hohes Umweltgefährdungspotential erreichen wie Gärsaft. Bei vollständiger Abdeckung des Futterstockes, maßgeblich an den Schnittstellen von Abdeckfolie und Silowand/-boden, ist das Auftreten von Sickersaft grundsätzlich vermeidbar.

Kontaminiertes Niederschlagswasser ist systemimmanent

Die in der Siloversuchsanlage gewonnenen Erkenntnisse zum organischen Belastungsgrad von kontaminiertem Niederschlagswasser demonstrieren gleichfalls dessen Gefährdungspotential. Obwohl die Ergebnisse unter denen von Gär- und Sickersaft liegen, ist dies jedoch von Bedeutung, da diese Abwasserfraktion unvermeidlich in Flachsilo anfällt. Selbst auf besenrein geräumten Siloflächen hatte das dort aufgetretene kontaminierte Niederschlagswasser mit durchschnittlich 1730 mg O₂/l einen BSB₅-Gehalt, der um das Fünf- bis Sechsfache über dem häuslicher Abwässer liegt, wobei die große

Streubreite der Ergebnisse (Tab. 1) auf un-systematische Umweltbedingungen in den Feldversuchen zurückzuführen ist.

Silagereste im Silo erhöhen den BSB₅-Gehalt im Abwasser

Durch die Beregnung verschiedener Silagen konnten erstmals die Mechanismen der Stoffauswaschung unter Laborbedingungen untersucht werden.

Neben der Masse an exponierten Silageresten zeigt auch deren Qualität (Rohfasergehalt) einen Einfluss, ab wann ein Austrag an kontaminiertem Niederschlagswasser zu verzeichnen ist. In Bild 1 sind die Abwasser-BSB₅-Gehalte aus verschiedenartigem Material gegen die applizierten Niederschlagsmengen aufgetragen.

Der Verlauf der im Versuchszeitraum gemessenen BSB₅-Abwasserwerte in Abhängigkeit von der Niederschlagsmenge kann dabei durch eine abnehmende Potenzfunktion charakterisiert werden (Bild 1). Der Einfluss der Niederschlagsintensität auf den BSB₅-Wert von kontaminiertem Niederschlagswasser ist aus den Einzelbeobachtungen kaum noch ableitbar, vielmehr bestimmt der silagespezifische Gehalt an wasserlöslichen Inhaltsstoffen das Niveau der organischen Stofffracht im Abwasser. Ein hoher Anteil an Gerüstsubstanzen in der Silage verzögert, eine Oberflächenvergrößerung durch mechanische Aufbereitung beschleunigt die Stoffauswaschung. Der weitaus größte Teil der organischen Stofffracht wird bei geringen Niederschlagsmengen bis 5 mm in das Abwasser überführt.

Schlussfolgerungen

Durch bauliche und verfahrenstechnische Verbesserungen, etwa durch die Anpassung der Seitenwände an die Form des Silagehaufwerks, eine sorgfältige Ableitung des Regenwassers bei der Abdeckung und auf der Bodenplatte, einen T-Gehalt des Siliergutes über 300 g/kg bei der Einlagerung sowie eine sorgfältige Silageentnahme können negative Umweltwirkungen von Flachsiloanlagen ohne Überdachung weitgehend vermieden werden.

Die Lagerung von Silage in Silos ohne befestigte Bodenplatte, vor allem bei Anlagen ohne jährlichen Standortwechsel, ist nach den vorliegenden Erkenntnissen zum kontaminierten Niederschlagswasser nicht zu empfehlen.

Literatur

- [1] Kahlstätt, J., G. Wendl und H. Pirkelmann: Abwässer von Flachsiloanlagen – Quantitative und qualitative Erfassung. Landtechnik 51 (1996), H. 1, S. 26 – 27
- [2] Kahlstätt, J.: Feld- und Laborversuche zum Auftreten von Silageabwässern aus Flachsiloanlagen unter besonderer Berücksichtigung der Umweltverträglichkeit. Dissertation, TU-München, 1999, 198 S.

NEUE BÜCHER

Shell Atlas 2000/2001

Mairs Geographischer Verlag, 73760 Ostfildern; 1999, 920 S., davon 523 Kartenseiten, Format 18 x 28,5 cm plus CD-ROM Routenplaner, 56 DM, im Buchhandel, den Buchabteilungen der Kaufhäuser und an Shell Stationen. Die 920 Seiten umfassende Jubiläumsausgabe

überrascht mit einer Fülle von Erweiterungen. Den größten praktischen Nutzen dürfte dabei die um mehr als das Doppelte von 28 auf 70 gestiegene Zahl der Stadtdurchfahrtspläne von A wie Aachen bis Z wie Zwickau bringen. Gründlich überarbeitet und erweitert hat Mairs Geographischer Verlag auch den Routenplaner auf CD-ROM für den PC. Die jedem Atlas beigelegte Scheibe greift jetzt weit über Deutschland hinaus und umfasst auch Österreich, die Schweiz, Liechtenstein und Norditalien. Statt bisher 30000 Zielorten enthält die elektronische Reiseplanungshilfe nun 97000, und damit mehr als die dreifache Zahl. 3800 Hotels und 250 Restaurants empfehlen sich, 1900 Ortsinformationen bieten ihre Hilfe an. Sogar Erlebnisbäder, Fußballstadien und Freizeitparks sind aufgeführt. Online-Links weisen den Weg ins Internet.

