

Verfahrensalternativen für Biomassetransporte



www.biogas-forum-bayern.de/bif50

Biogas Forum Bayern, Verfasser:

Georg Döring
Claas Vertriebsgesellschaft
GmbH

Martin Gehring
KBM



CLAAS



Foren der ALB Bayern e.V.

Die ALB Bayern e.V. ist ein offiziell anerkannter, gemeinnützig tätiger, eingetragener Verein mit Mitgliedern aus Landwirtschaft, Wissenschaft, Beratung und den landwirtschaftlichen Organisationen. Weiterhin sind die staatliche Verwaltung, Firmen sowie Dienstleistungsunternehmen aus Industrie, Handel, Gewerbe sowie dem Umweltbereich vertreten.

Die ALB unterstützt die Landwirtschaft mit Wissensvermittlung in den Themenbereichen Bauen in der Landwirtschaft, Bewässerung, Biogas und Landtechnik. Hierzu handelt sie als neutraler Mittler und Bindeglied zwischen landwirtschaftlicher Praxis, Forschung, Umwelt, staatlicher Verwaltung, Gewerbe und Industrie.

Für umfassende Informationen zur umweltschonenden und effizienten Anwendung in der Praxis

werden zu den einzelnen Tätigkeitsbereichen Foren mit folgenden Aufgaben organisiert:

- ▶ Zusammenführen des aktuellen Wissensstandes,
- ▶ Reflektieren mit allen an der Thematik Beteiligten,
- ▶ Erarbeiten/Bekanntmachen konsensfähiger Lösungen

Foren der ALB Bayern e.V.:

- ▶ Bau Forum Bayern (BaF),
Leitung: Jochen Simon, LfL-ILT
- ▶ Bewässerungsforum Bayern (BeF),
Leitung Dr. Martin Müller
- ▶ Biogas Forum Bayern (BiF),
Leitung: Dr. Martin Müller, ALB
- ▶ Landtechnik Forum Bayern (LaF),
Leitung: Dr. Markus Demmel, LfL-ILT

Förderer



Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten



Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft



Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

Impressum

Herausgeber Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und Landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V. (ALB), Vöttinger Straße 36, 85354 Freising

Telefon 08161 / 887-0078

Telefax 08161 / 887-3957

E-Mail info@alb-bayern.de

Internet www.alb-bayern.de

2. Auflage 2024

© ALB Alle Rechte vorbehalten

Titelfoto Claas

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Definitionen	4
2. Silageernteketten – eine Bewertung	4
2.1 1-phasige Verfahren.....	4
2.2 2-phasige Verfahren.....	6
2.3 3-phasige Verfahren.....	7
3. Bewertung nach bestimmten Einflussfaktoren.....	8
4. Grenzen der klassischen Logistik in der Silageernte	9
4.1 Hohe Kosten bei langen Transportwegen	9
4.2 Bodenverdichtung	10
4.3 Straßenverkehr	10
4.4 Verschmutzung des Erntegutes	10
5. Ökonomische Bewertung der verschiedenen Konzepte	10
6. Fazit	11

1. Definitionen

Silomiete: Lager zentral oder dezentral

Zwischenmiete: Umschlagsplatz zum Umladen für den Weitertransport, Zwischenlagerzeit max. 6 Stunden

1-phasig: Ernte im Parallelfahrssystem – Erntegutübernahme und Transport bis zur Silomiete übernimmt das gleiche Transportfahrzeug (z. B. Traktor und Häckselwagen)

2-phasig: Ernte im Parallelfahrssystem – Phase 1: Erntegutübernahme in Überladewagen bzw. Zwischenbunker
Phase 2: Überladung zum Weitertransport bis zur Silomiete

3-phasig: Ernte im Parallelfahrssystem – Phase 1: Erntegutübernahme in Überladewagen bzw. Zwischenbunker
Phase 2: Überladung zum Weitertransport bis zur Zwischenmiete bzw. Überladestation
Phase 3: Umladen und Weitertransport bis zur Silomiete

SF: Selbstfahrer
SFH: Selbstfahrhäcksler

2. Silageernteketten – eine Bewertung

Vielfach wird der Silomais mit Traktoren und Häckselwagen vom Feld zum Silo an der Biogasanlage gefahren. Bei heutigen Häckslerleistungen und Feld-Silo-Entfernungen fährt ein Ackerfahrzeug häufig nur 15% auf dem Acker, aber 85% auf der Straße. Mit zunehmenden Entfernungen

muss man sich Gedanken über andere Systeme des Transportes als Alternative zu konventionellen Transportmethoden machen. Hierfür nachfolgend einige Verfahren anhand von positiven Merkmalen und negativen Aspekten erläutert.

2.1 1-phasige Verfahren

2.1.1 Traditionell mit Traktoren

Traktoren mit Häckselwagen 2- oder 3-achsig mit 30 –50 m³ direkter Transport zur Silomiete

Positive Merkmale	Negative Aspekte
Vorherrschende 1-phasige Methode	Probleme liegen in der Akzeptanz in der Öffentlichkeit
Arbeitswirtschaftlich und ökonomisch sinnvollste Lösung bei kurzen Transportentfernungen	Wirtschaftlich problematisch ab 5-15 km Transportentfernung je nach Bedingung
Relativ kostengünstig	Verschmutzungen der Straßen
Hohe Flexibilität auch für unterschiedliche Güter	Lärmbelästigung durch laute Traktoren bzw. Traktorreifen
	Reifenverschleiß höher als bei LKW-Reifen



Abb. 1: In vielen Fällen wird beim 1-phasigen Verfahren das traditionelle Schlepper-Gespann mit dem Häcksel-Transportwagen verwendet.

2.1.2 Agrar-LKW

Traditionelle Ernte mit Abtransport durch LKW als Basisfahrzeug und Aufbauten 35 – 50 m³ mit Agrarbereifung direkt zur Silomiete

Positive Merkmale	Negative Aspekte
Ökonomisch, da 1-phasiges Verfahren	Keine Lösung gegen Straßenverschmutzung, da der LKW auch auf dem Acker fährt
Agrarbereifung mit Reifendruckregelanlage sorgt für größtmögliche Bodenschonung	LKW-Transport zieht ggf. Lenkzeitbeschränkungen und Sonntagsfahrverbot nach sich
Verwendung von Serien-LKWs mit Häckselwagenaufbau	Transportvolumen begrenzt
Einsetzbar für Nah- und „Fern“-Bereich	Reifenverschleiß relativ hoch
Hohe Flexibilität für unterschiedliche Güter	
Kraftstoffverbrauch niedriger als bei Traktoren-Gespann	



Abb. 2: Beim 1-phasigen Transport können alternativ auch Agrar-LKW's eingesetzt werden.

2.1.3 Traktoren mit Dolly-Auflieger

Traditionelle Ernte mit Abtransport durch Dolly-Auflieger direkt zur Silomiete oder Umsatteln am Feldrand für LKWs

Positive Merkmale	Negative Aspekte
1-phasiges Verfahren direkt zur Silomiete	Umhängen ist zeitaufwendig und benötigt geeignete Fläche
2-phasiges Verfahren möglich durch Umsatteln des Aufliegers auf LKW-Zugmaschine	Gefahr von Bodenverdichtungen bei ungeeigneter Bereifung. Nur sinnvoll mit Reifendruckregelanlage
Straßentransport kann optimal gestaltet werden	Verschmutzung von Verkehrswegen, wenn Gespann auch im Feld befüllt wird
Je nach Entfernung mit Traktor oder LKW	Verhältnis Nutzlast-Gesamtgewicht zu schlecht bei Traktoren
Hohes Ladevolumen 50 – 70 m ³	Einsatz in Hanglagen sehr begrenzt (Abdrift)



Abb. 3: Im 1-phasigen Verfahren kann die Schlagkraft in ebenen Bedingungen mit dem Dolly-Auflieger erhöht werden.

2.2 2-phasige Verfahren

2-phasige Verfahren mit unterschiedlichen Bunkerlösungen in Verbindung mit dem Feldhäcksler haben sich in der Praxis nicht durchgesetzt. Dabei wird in der ersten Phase vom Feldhäcksler in ein Bunkersystem gehäckselt. In der zweiten Phase wird dann während der Fahrt oder am Feldrand auf ein separates Transportfahrzeug übergeladen. Diese sehr teuren

und konstruktiv aufwändigen Systeme sind zwar Einzelfall-Lösungen – mittlerweile nur noch Eigenbau, werden aber von den Landtechnikherstellern nicht mehr angeboten.

2.3 3-phasige Verfahren

3-phasige Verfahren mit mehrmaliger Überladung sind in der Praxis nur bei sehr weiten Transportentfernungen zu finden. In der ersten Phase wird gehäckselter Mais mit der traditionellen Transportlogistik, meist mit Traktoren-Gespanssen, geerntet und zum Feldrand gebracht. Am Feldrand wird in der zweiten Phase in ein Überlade-System wie z.B. eine „Bunker-Maus“ oder eine Überladeband übergeben. Alternativ kann am Feldrand der Silomais als Miete im Feld oder auf einer festen Platte abgekippt werden. Dann wird über eine Ladetechnik wie z.B. ein Bagger / Radlader oder eine „Verlade-Maus“ als Selbstfahrer das Häckselgut kurz daraufhin wieder aufgenommen. Diese Lösungen sind aber kaum mehr verbreitet. Bei weiten Transportentfernungen werden teils noch Überladebänder als mobile Lösung eingesetzt. Diese Überladebänder lassen sich relativ gut mit konventioneller Erntelogistik vom Feld auf die Straße kombinieren. In der dritten Phase wird der Weitertransport auf der Straße meist auf LKW's mit Auflieger zur Siloanlage übernommen. Dieses Konzept kommt nur bei hoher Feld-Silo-Entfernung zum Tragen,

da ein erheblicher logistischer Aufwand damit verbunden ist. Die komplette Technik muss immer zeitnah weiter umgesetzt werden, damit teure Wartezeiten vermieden werden. Auch muss das Wegenetz dafür geeignet sein.

2.3.1 Häckselwagen, Überladestation, LKW-Transport

Traditionelle Ernte mit Überladestation an befestigtem Platz zur Beladung von LKWs

Positive Merkmale	Negative Aspekte
3-phasig mit Überladung	Ernteleistung wird durch Überladeband begrenzt
Kombination aus traditioneller Ernte mit LKW-Weitertransport	Umsetzen mit zusätzlichem Fahrzeug / Personal
Flexibel einsetzbar für nah und fern	Lockere Schüttung benötigt zu viel Volumen
Kostengünstig: Traktoren auf dem Acker, LKW auf der Straße	Personal und Traktor für das Umsetzen zwingend notwendig
Gut planbar, nur bei weiten Entfernungen mit dem LKW	Zusatzkosten für Überladestation / - band
Günstige Alternative zum Überladewagen; 2 Fahrzeuge für den Feldtransport reichen durch die kurzen Entfernungen aus	Umschlagsplatz am Betrieb oder am Feld notwendig; Voraussetzung befestigte Platte / Teerfläche
	Gute Lösung gegen Straßenverschmutzung



Abb. 4: Beim 3-phasigen Verfahren wird neben dem Feldtransport dann das Erntegut mittels Überladeband / -station auf ein Straßentransportsystem z.B. den LKW übergeladen.

3. Bewertung nach bestimmten Einflussfaktoren

Die objektive Bewertung nach bestimmten Maßgaben wie Funktionalität und Abstimmungshemmnissen der Verfahren untereinander bzw. deren Einbindung gegenseitig ist für eine erste Beurteilung von großer Wichtigkeit. Möchte man nun für den eigenen Betrieb bzw. den Kundenkreis genauere Analysen durchführen, ob nun das eine oder das andere System in Frage käme, sind weitere, wichtige Einflussfaktoren zu beachten. Hierbei gilt neben dem Augenmerk, was geerntet wird (Feldfrucht) auch, wo das jeweilige Feld anzutreffen ist (Hof-Feld-Entfernung) sowie die Geländeausformung. Dies und auch die Be-

fahrbarkeit haben Einfluss auf die Schlagkraft als einem wichtigen Entscheidungskriterium für oder gegen ein Verfahren. So ist das klassische System (1.) bei kurzen Feld-Hof-Entfernungen zu bevorzugen wohingegen es bei nassen Bodenverhältnissen von Nachteil ist. Aus diesem Grund dient nachfolgende Tabelle dazu, sich eine weitere Einschätzung bestimmter Verfahren zu Recht zu legen. Die Beurteilung erfolgte auch hier nach objektiven Einschätzungen, die im Einzelfall natürlich zu anderen Ergebnissen führen kann.

Tab. 1: Bewertung der Transportverfahren nach bestimmten Einflussfaktoren

Verfahren	Einflussfaktoren			Hof-Feld-Entfernung		
	Fruchart			nah	mittel	weit
	Silomais	Kö.mais CCM, LKS	Gras, GPS, Luzerne	< 2 km	bis 5km	> 5 km
1. Traktor + Häckselwagen (1-phasig)	+++	++	+/-	+++	+/-	--
2. LKW m. Breitreifen / Agrar-LKW (1-phasig)	+++	++	+/-	+/-	++	++
3. Dolly-Auflieger + Traktor (1-phasig)	+++	++	+/-	--	++	+++
4. Feldhäcksler Bunkersyst. Seitenentleerung (2-phasig)	+/-	+++	+/-	+/-	++	+++
5. Häckselwagen + selbstfahrender Überlader (Maus) + LKW-Transport	+++	--	---	---	+/-	+++

Verfahren	Einflussfaktoren			Boden Befahrbarkeit		
	Geländebedingung			trocken	feucht	nass
	flach	kupiert	hängig			
1. Traktor + Häckselwagen (1-phasig)	+++	+++	+++	+++	++	+/-
2. LKW m. Breitreifen / Agrar-LKW (1-phasig)	+++	+++	+++	+++	+++	++
3. Dolly-Auflieger + Traktor (1-phasig)	+++	+/-	---	+++	+/-	---
4. Feldhäcksler Bunkersyst. Seitenentleerung (2-phasig)	+++	++	+/-	+++	++	++
5. Häckselwagen + selbstfahrender Überlader (Maus) + LKW-Transport	+++	+++	+++	+++	+++	++

Legende: +++: sehr günstig --: ungünstig
 ++: günstig/gut ---: sehr ungünstig
 +/-: neutral

4. Grenzen der klassischen Logistik in der Silageernte

4.1 Hohe Kosten bei langen Transportwegen

Je größer die Transportentfernung desto größer die Kostenunterschiede unterschiedlicher Transportkapazitäten. Als Grundsatz hier gilt, möglichst viel Masse möglichst effizient zu transportieren. Die Effizienz einzelner Verfahren hierbei ändert sich mit sich ändernden Einsatzbedingungen. Einzelne Verfahren müs-

sen zwar den vorhandenen Erfordernissen angepasst sein, jedoch nicht kompromisslos.

4.2 Bodenverdichtung

Darüber hinaus ist zu beachten, dass die Kombination von Fahren im Feld und auf der Straße mit unterschiedlichen Ansprüchen an die Bereifung verbunden ist. Der Kompromiss hier ist zu suchen zwischen breiten Reifen bei niedrigem Luftdruck und Reifen für hohe Geschwindigkeiten bei hohem Luftdruck. Hoher Luftdruck bedeutet auf der einen Seite hohe

Traglast der Reifen, aber auch hohen Bodendruck! Entweder getrennte Erntesysteme (Feld – Straße) oder sich schnell anpassende Reifennennendrucke wären hier das Bindeglied.

4.3 Straßenverkehr

Bei großvolumigen Transportanhängern besteht die Gefahr, dass das zulässige Gesamtgewicht bzw. die Nutzlast schneller überschritten wird. Ergänzend hierfür gilt das Geheft des BLE „Landwirtschaftliche Fahrzeuge im Straßenverkehr“ (ISBN 3-89661-896-5). Verschmutzung von öf-

fentlichen Straßen mit Transportfahrzeugen, die im Feld beladen werden stellen ein Risiko dar und sollten sehr kritisch beurteilt werden.

4.4 Verschmutzung des Erntegutes

Beim Entladen des Gespannes auf dem Fahr-silo kann die Silage durch Erdanhang an Reifen und Fahrzeug verschmutzt werden. Die Folgen wären hier eine Verschlechterung der Qualität der Silage, welche gleichbedeutend

in Tierfutter oder Biogasanlagenverwertung auf hohem Sauberkeitsniveau liegen muss.

5. Ökonomische Bewertung der verschiedenen Konzepte

Aufgrund teils massiv gestiegener Kosten in der Entwicklung speziell im Sondermaschinenbau werde gerade 2- und 3-phasigen Systemen kaum noch entwickelt bzw. angeboten. Daher etablieren sich zusehend die traditionellen Konzepte aufgrund von Serientechnik.

portvolumen haben sich verändert. Die tatsächlichen Kosten lassen sich in einigen Bereichen der Verfahrenslösungen kaum konkret nennen, da speziell Sonderlösungen von der Landtechnik aktuell kaum mehr angeboten werden.

In einer früheren Ermittlung von Verfahrenskosten in Abhängigkeit der Feld-Hof-Entfernung von 1 bis 50 km kann heute lediglich eine Abschätzung der Verfahrenskosten untereinander erfolgen. Neben Anschaffungskosten haben sich zudem die Kraftstoffkosten mittlerweile fast verdoppelt, aber auch die Ernteleistungen und Trans-

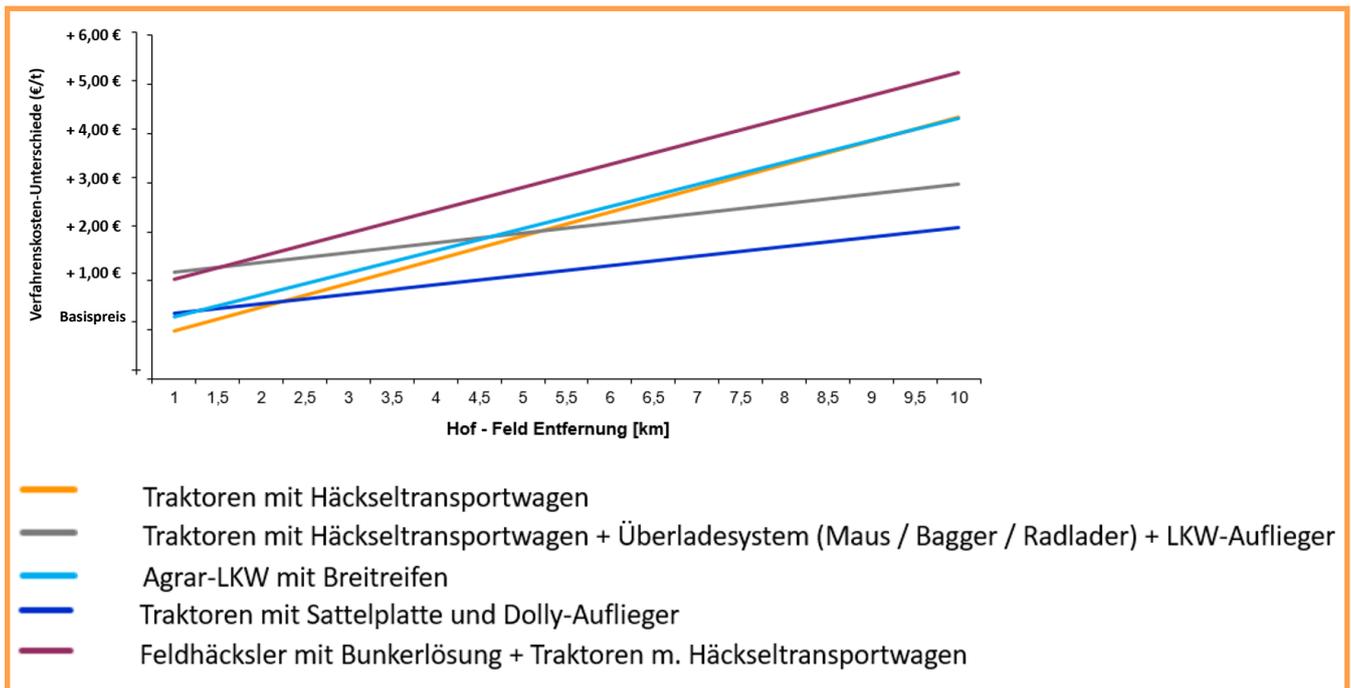


Abb. 5: Grafisch dargestellte Bewertung der verschiedenen Transportverfahren nach Kosten und Hof-Feld-Entfernung

6. Fazit

Neben dem klassischen Parallelfahrssystem mit Häckselwagen wurden mittlerweile eine Reihe von unterschiedlichen Systemen für Transport und Überladung entwickelt. Auch wenn die Kosten klar aufgedeckt werden können, gibt es in der Praxis Gründe, warum sich nur das eine oder andere System herauskristallisiert hat. Dies mag in der Infrastruktur oder Topo-

grafie begründet sein, oder aber auch an der innerbetrieblichen Organisation. Ebenso können Witterungseinflüsse ein maßgebliches k.o.-Kriterium sein, warum sich ein vordergründig günstigeres Verfahren nicht durchsetzen kann. Daher muss immer für den jeweiligen Betrieb die individuelle Lösung gefunden werden.



Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und
Landwirtschaftliches Bauwesen (ALB)
in Bayern e.V.
Vöttinger Straße 36, 85354 Freising

Telefon	08161 / 887-0078
Telefax	08161 / 887-3957
E-Mail	info@alb-bayern.de
Internet	www.alb-bayern.de