

Lade- und Erntewagen

Technik, Neuerungen, Typentabelle

Rainer Frick, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), Tänikon, CH-8356 Ettenhausen

Der Ladewagen ist auf den meisten Futterbaubetrieben nach wie vor die wichtigste Erntemaschine, an die recht hohe Ansprüche gestellt werden. Neben der laufenden Verbesserung der Funktionssicherheit, der Arbeitsqualität und des Bedienkomfortes haben in den letzten Jahren mehrere Hersteller ihr Angebot durch Grossraum- und Silierladewagen in der obersten Leistungsklasse ergänzt. Mit diesen versucht man, dem Wunsch von Maschinenringern und Lohnunternehmern nach hoher Bergeleistung gerecht zu werden und so den Ladewagen gegenüber dem Feldhäcksler wieder konkurrenzfähig zu machen. Dieser Bericht zeigt den Stand der

Technik bei Lade- und Erntewagen auf, vermittelt wichtige Tipps zu den wichtigsten Auswahlkriterien und enthält eine aktualisierte Typentabelle. Diese ermöglicht objektive Vergleiche zwischen verschiedenen Fabrikaten und Typen und erleichtert so die Auswahl des passenden Wagens. Ergänzende Messungen an einem modernen Silierladewagen mit einem Laderotor als Förderaggregat ergaben im Vergleich zu einem Schwingenförderer einen höheren Leistungsbedarf und eine bessere Schnittqualität des Erntegutes. Wagen mit Laderotor ermöglichen eine hohe Ladeleistung, weisen aber konstruktionsbedingt ein hohes Leergewicht auf.

Für die Bergung von Gras, Welk- und Dürrfutter nimmt der Ladewagen auf dem schweizerischen Futterbaubetrieb eine zentrale Stellung ein. Durch die zunehmende Konkurrenz der Ballensilage, leistungsfähiger Feldhäcksler und der Vollweide sind die Verkaufszahlen zwar seit Jahren rückläufig. Dennoch ist der jährliche Ersatzbedarf bei einem Bestand von rund 40 000 Ladewagen (Betriebszählung 1996) nach wie vor hoch. Aufgrund des umfangreichen Angebots ist die Auswahl des passenden Ladewagens nicht einfacher geworden, zumal verschiedene Neuerungen bei den Förderorganen, den Schneidwerken, der Bedienung und Steuerung zu verzeichnen sind. Dieser Bericht beinhaltet eine Marktübersicht mit begleitenden Erläuterungen zu den wichtigsten Auswahlkriterien, eine Typentabelle mit erhobenen Daten zu Leergewicht, Fassungsvermögen und Abmessungen sowie Ergebnisse aus einem Praxisversuch, in dem zwei verschiedene Förderaggregate hinsichtlich Leistungsbedarf und Arbeitsqualität verglichen wurden.



Abb. 1: Das Angebot an grossen, auf leistungsfähiges Silieren ausgerichteten Erntewagen nimmt zu. Wird sich diese nicht ganz billige Technik in Zukunft verbreiten können?

Inhalt	Seite
Ausgereifte Technik – vielseitiges Angebot	2
Neuanschaffung: Wichtige Auswahlkriterien	2
Was bringt der Laderotor?	9
Erläuterungen zur Typentabelle	11
Literatur	11

Ausgereifte Technik – vielseitiges Angebot

Die Entwicklung leistungsfähiger Technik für die Futterernte hat auch vor dem Ladewagen nicht Halt gemacht. Sämtliche Hersteller haben in allen Grössenklassen laufend Verbesserungen vorgenommen, um so den gestiegenen Anforderungen insbesondere von Maschinenringern und Lohnunternehmern gerecht zu werden.

Die wichtigsten Entwicklungen sind:

- Verbesserung der *Funktionssicherheit* und der *Arbeitsqualität* durch leistungsfähige Aufsammelorgane, Förderaggregate und Schneidwerke;
- Erhöhter *Bedienkomfort* und *Wartungsfreundlichkeit* durch hydraulische Antriebe und Steuerungen, Komfortsteuerung, leicht zugängliche Silierschneidwerke, zentrale Kettenschmierung usw.
- Erhöhung der *Bergeleistung* durch leistungsstarke Förderrotoren, breite Aufsammelorgane, grosse Aufbauten und verbesserte Fahrwerke für hohe Transportgeschwindigkeiten. Mit diesen Änderungen, die vor allem die obere Leistungsklasse (Grossraum- und Silierladewagen) betreffen, versuchen die

Hersteller, das Verfahren Ladewagen gegenüber dem Feldhäcksler für schlagkräftiges Silieren wieder konkurrenzfähig zu machen.

Das Angebot an Ladewagenmodellen reicht heute vom leichten, hangtauglichen Tiefgänger bis zum Grossraum-Silierladewagen für den überbetrieblichen Einsatz. Je nach Einsatzzweck und Grösse kann man vier Kategorien von Ladewagen unterscheiden (Tab. 1):

- **Eingras-Ladewagen** für tägliches Eingrasen und Dürrfutterbergung: kleine bis mittlere Grösse, Bauweise als Tief- oder Hochgänger, Aufbau mit klappbarem Dürrfuttersaufsatz.
- **Vielzweck-Ladewagen** für tägliches Eingrasen, Dürrfutterbergung und Silieren: Mittlere Grösse, Bauweise als Hoch- oder Tiefgänger, Aufbau mit klappbarem Dürrfuttersaufsatz, Schneidwerk variabel ohne oder mit Kurzschnitt.
- **Grossraumladewagen** für die leistungsfähige Dürrfutterbergung: Grosses Ladevolumen, stabile Bauweise als Hochgänger mit festem oder klappbarem Dürrfuttersaufsatz, elektrohydraulische Komfortsteuerung.
- **Grossraum-Dosierladewagen (Erntewagen)** für die leistungsfähige und überbetriebliche Silageernte und Flach-

silobefüllung: Grosses Ladevolumen, stabile Bauweise als Hochgänger mit festem Aufbau, Silierschneidwerk mit bis zu 45 Messern, Dosierentladung, elektrohydraulische Komfortsteuerung, Knickdeichsel und weitere Zusatzausrüstungen.

Neuanschaffung: Wichtige Auswahlkriterien

Die folgenden Ausführungen zu ausgewählten Kriterien nehmen Bezug auf die technischen Daten in der Typentabelle (Tab. 5).

Bauart, Gewicht und Fassungsvermögen

Welche Bauweise zu wählen ist, hängt weitgehend von der Topografie des Einsatzgeländes ab. Hangtaugliche Tiefgänger, bei denen die Räder neben dem Laderaum angeordnet sind, werden von sechs Herstellern angeboten. Die grösseren Wagen ab zirka 18 DIN-m³ sind nur noch als Hochgänger lieferbar. Die Ausnahme bildet Agrar, der auch grosse Tiefgänger (Modelle «Mammut») mit über 20 DIN-m³ herstellt.

Tab. 1: Kategorien von Lade- und Erntewagen mit den wichtigsten Merkmalen

Merkmal	Eingras-Ladewagen	Vielzweck-Ladewagen	Grossraum-Ladewagen	Erntewagen bzw. Silierladewagen
				
Bauweise	Tief / Hoch	Hoch / Tief	Hoch	Hoch
Aufbau	Klappbar	Klappbar	Fest / Klappbar	Fest
Grösse in DIN-m ³	9 bis 16	15 bis 22	20 bis 28	20 bis 38
Förderorgan	– Rechenförderer – Mehrfachschiene (zwei- bis dreifach)	– Mehrfachschiene (vier- bis fünffach)	– Mehrfachschiene (fünf- bis achtfach)	– Laderotor – Mehrfachschiene (sechs- bis achtfach)
Schneidwerk	3 bis 7 Grundmesser	– 3 bis 7 Grundmesser – bis max. 25 Messer (Silierschneidwerk)	3 bis 7 Grundmesser	31 bis 45 Messer (Silierschneidwerk)
Ausrüstung		evtl. Dosierentladung evtl. Querförderband	Komfortsteuerung	Dosierentladung Knickdeichsel Komfortsteuerung
Einsatz	– Eingrasen – Dürrfutterbergung	– Eingrasen – Dürrfutterbergung – Silieren (v.a. Hochsilo)	– Dürrfutterbergung	– Silieren (v.a. Flachsilo)

Für die Wahl der richtigen Grösse des Wagens sind neben der Topografie des Geländes auch die Feldentfernungen, die räumlichen Verhältnisse auf dem Hof und die Tierzahl entscheidend. Bei täglichem Eingrasen gilt als Anhaltspunkt die Faustregel, dass der Laderaum bei reiner Stallfütterung mindestens 0,5, besser 0,75 m³ pro GVE umfassen soll. Dieser Angabe liegen ein Kubikmetergewicht von 250 kg (ohne Pressung) und ein Tagesbedarf von 100 kg Gras pro GVE zugrunde. Bei Grossraumladewagen für die schlagkräftige Dürrfutter- und Silagebergung entscheidet hauptsächlich die Transportdistanz über die optimale Grösse des Wagens. Beim Silieren mit Beschickung in Flachsilos ist zudem die Dimension (Länge) des Flachsilos zu beachten.

Das Fassungsvermögen von Ladewagen wird in DIN-Kubikmetern angegeben. Für den objektiven Vergleich verschiedener Fabrikate und Typen ist nur diese Angabe zulässig. Andere Angaben wie z.B. Volumen mit «mittlerer Pressung» sind für den Kunden irreführend. Bei Wagen mit Dosierentladung entspricht das angegebene Volumen dem Inhalt bis Vorderkant Dosierwalzen und bis Oberkant oberste Walze. Der Laderaum für Dürrfutter ist dabei allerdings nicht voll ausgenutzt. Die Wagen sind zunehmend schwerer geworden. Während der Kubikmeter Laderaum vor gut zehn Jahren im Durchschnitt noch 120 kg wog, sind es beim heutigen Marktangebot 165 kg. Zu erklären ist diese Zunahme durch die stärkere Konstruktion, die neuen Förderorgane und Schneidwerke sowie die modernere Ausrüstung der Wagen. Das spezifische, auf das Ladevolumen bezogene Leergewicht ist dabei umso höher, je grösser der Wagen ist.

Tab. 2: Eignung verschiedener Fahrwerke für Ladewagen

Achsvariante / Kriterium	Bodendruck	Schonung Grasnarbe	Rollwiderstand	Abdrift am Hang	Reifenverschleiss	Strassenfahrt	Kosten
Einfachbereifung	-	+	-	-	+	-	++
Doppelbereifung	+	+	+	-	+	-	+
Doppelachse versetzt	+	-	+	+	-	+	-
Tandemachse	+	--	++	++	--	++	-
Doppelpendelachse	++	+	+	+	+	-	--

++ sehr günstig + günstig - ungünstig -- sehr ungünstig

Bei Ernte- und Grossraumladewagen mit einem Leergewicht von weit über vier Tonnen ist zu beachten, dass das zulässige Gesamtgewicht überschritten werden kann, wenn der Wagen mit Gras oder wenig angewelktem Gut gefüllt wird.

Fahrwerk und Bereifung

Die Wahl der optimalen Bereifung ist in verschiedener Hinsicht ein Kompromiss. Einerseits muss die Tragfähigkeit für den Transport genügend hoch sein, andererseits sollte die Grasnarbe geschont und der Bodendruck auf ein tolerierbares Mass reduziert werden. Der Trend zu steigenden Ladevolumen und Transportgeschwindigkeiten (40 km/h) erhöht die Anforderungen zusätzlich.

Bezüglich Bodendruck gilt nach wie vor die Regel, dass der Reifendruck 2 bis 2,5 bar nicht übersteigen sollte. 2,5 bar entsprechen bei den gängigsten Reifengrössen folgender Tragkraft:

- 10.0/75-15.3 = 1190 kg pro Rad
- 11.5/80-15.3 = 1590 kg pro Rad
- 15.0/55-17 = 1960 kg pro Rad
- 19.0/45-17 = 2360 kg pro Rad
- 500/50-17 = 3120 kg pro Rad

Während man bei Ladewagen mit Leergewichten bis etwa 2000 kg mit einem bescheidenen Aufpreis auf einen grösseren Reifen wechseln kann, lässt sich bei Grossraumladewagen das erforderliche Tragvermögen nur mit einem deutlich höheren Reifendruck erreichen, was sich aber für den Boden nachteilig auswirkt. Für diese ist deshalb eine Tandemachse, Doppelachse oder Doppelpendelachse zu wählen. In Frage kommt allenfalls auch die Doppelbereifung. Allerdings ist die Boden Anpassung dabei nicht optimal. Zudem ist die Achsbeanspruchung bei hoher Achslast sehr gross.

Tabelle 2 gibt einen Überblick der verschiedenen Fahrwerkvarianten. Jedes dieser Systeme hat seine Stärken und Schwächen. Die gefederte Tandemachse hat den ruhigsten Lauf bei Transportfahrt und den geringsten Rollwiderstand im Gelände, da am wenigsten Boden verformt wird. Am Hang vermittelt sie dem Ladewagen eine gute Seitenstabilität. Nachteilig sind der hohe Reifenverschleiss bei enger Kurvenfahrt auf befestigter Unterlage und das Abscheren der Grasnarbe bei Wendemanövern im Feld. Besonders gross ist diese Gefahr bei grossen Radabständen, wie sie sich bei gros-



Abb. 2: Die Doppelpendelachse (linkes Bild) ist für Graswirtschaftsbetriebe mit täglichem Eingrasen die tauglichste Lösung, da sie den Boden und die Grasnarbe optimal schont. Weniger ideal, dafür kostengünstiger ist die versetzte Doppelachse (rechtes Bild).

sdimensionierten Reifen zwangsläufig ergeben. Weniger gravierend sind diese Probleme bei der versetzten Doppelachse. Die bestmögliche Bodenschonung bietet die Doppelpendelachse (Abb. 2). Bei dieser passen sich je zwei Reifen pendelnd den Bodenunebenheiten an, zudem wird die Grasnarbe bei engen Wendemanövern kaum strapaziert. Der Pneuverschleiss ist gleich gering wie bei einer Einfachbereifung. Besonders auf Betrieben, die täglich eingrasen, erweist sich diese Achsvariante dank der grossen Auflagefläche als ideal, hinterlässt sie doch selbst bei misslichen Bedingungen kaum Spuren. Beim Überfahren von Kuppen weist sie allerdings eine gewisse Kippgefahr auf.

Leistungsbedarf

Der Leistungsbedarf bei Ladewagen setzt sich aus der Zugleistung, der Zapfwellenleistung und der Kratzbodenleistung zusammen. Die Zugleistung beansprucht dabei den weitaus grössten Anteil, während der Antrieb von Ladeaggregat und Kratzboden im Normalfall weniger als die Hälfte der Gesamtleistung erfordern. Nur bei kleineren Ladewagen fällt die Zugleistung im Verhältnis zur Antriebsleistung weniger stark ins Gewicht.

Als Beispiel dient das in Abbildung 3 dargestellte Ergebnis von Leistungsmessungen, die mit einem Grossraumladewagen Deutz-Fahr K 7.40 (25 DIN-m³) durchgeführt wurden. Dieser hat ein Leergewicht von 4050 kg, die Zuladung betrug 6400 kg. Der mittlere Leistungsbedarf an der Zapfwelle und für den Kratzboden macht 40 bis 50 % der abgegebenen Traktorleistung aus. Die restliche Leistung wird für das Ziehen von Traktor und Ladewagen benötigt. Bei doppelter Ladegeschwindigkeit nimmt die benötigte Zugleistung proportional stärker als die Zapfwellenleistung zu.

Die Höhe der erforderlichen Zugleistung hängt von vielen Faktoren ab: Leergewicht des Ladewagens, Nutzlast und Beladungsgrad, Fahrgeschwindigkeit beim Laden, Rollwiderstand (Bodenverhältnisse, Fahrwerk, Reifeneigenschaften) und Topografie des Geländes. Auch die Zapfwellenleistung wird von vielen Faktoren beeinflusst: Durchsatz beim Laden (Schwadstärke, Ladegeschwindigkeit), TS-Gehalt des Ladegutes, Fördersystem und Schneidwerk. Die erforderliche Traktorleistung von Ladewagen kann deshalb sehr stark variieren. Für

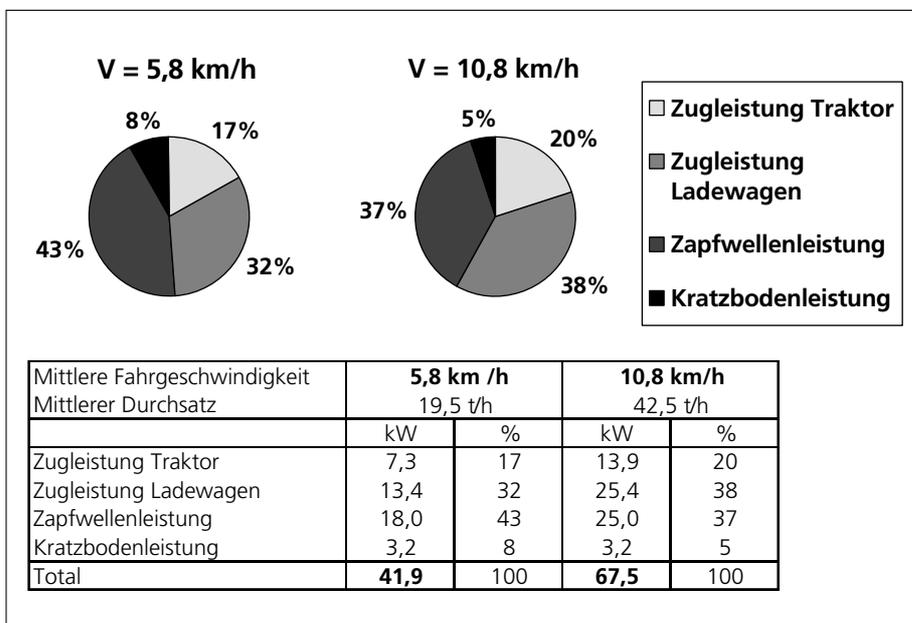


Abb. 3: Leistungsbedarf bei Ladewagen: Aufteilung der Gesamtleistung auf Zapfwellen-, Zug- und Kratzbodenleistung beim Laden von Anwelksilage (31% TS) bei zwei verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten mit einem Deutz-Fahr K 7.40 (25 DIN-m³).

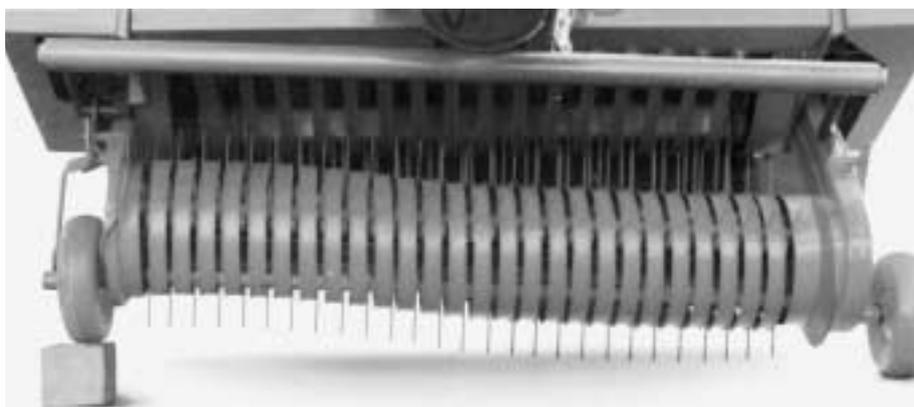


Abb. 4: Bei grosser Aufsammelbreite sollte der Pick-up verwindungsflexibel konstruiert sein, um die Bodenanpassung zu verbessern und eine starke Futtermverschmutzung zu verhindern (Quelle: Mengele).

grössere Ladewagen mit über 25 DIN-m³ und einem Leergewicht über 4500 kg können Traktorleistungen von 75 bis 110 kW erforderlich sein. In schwierigem Gelände ist zudem eine genügend grosse Leistungsreserve von Vorteil.

Aufsammelorgan

Vom Pick-up, der heute ausnahmslos bei allen Fabrikaten geschoben ist, erwartet man in erster Linie eine verlustarme Futtermaufnahme. Die Aufsammelorgane der meisten Ladewagen haben deshalb fünf kurvenbahngesteuerte Zinkenreihen. Die Zinkenabstände sollen möglichst eng sein, damit auch kurzes Halmgut aufge-

nommen wird. 55 bis 60 mm Zinkenabstand sind heute Standard. Für eine gute Bodenanpassung sind die Pick-ups mehrheitlich verwindungsweich konstruiert (Abb. 4). Einige Hersteller gehen aber bei grossen Ladewagen wieder zur starren Ausführung über, die weniger verschleissanfällig sein soll (Krone, Pöttinger). Diese Aufsammler sind pendelnd oder an Lenkern aufgehängt.

Die Pick-up-Breite nach DIN 11220 beinhaltet den Abstand zwischen den äussersten beiden Zinken plus beidseits je 10 cm. Die Breite der Aufsammelorgane bewegt sich bei den meisten Fabrikaten zwischen 150 und 170 cm. Bei den Wagen der obersten Leistungsklasse geht

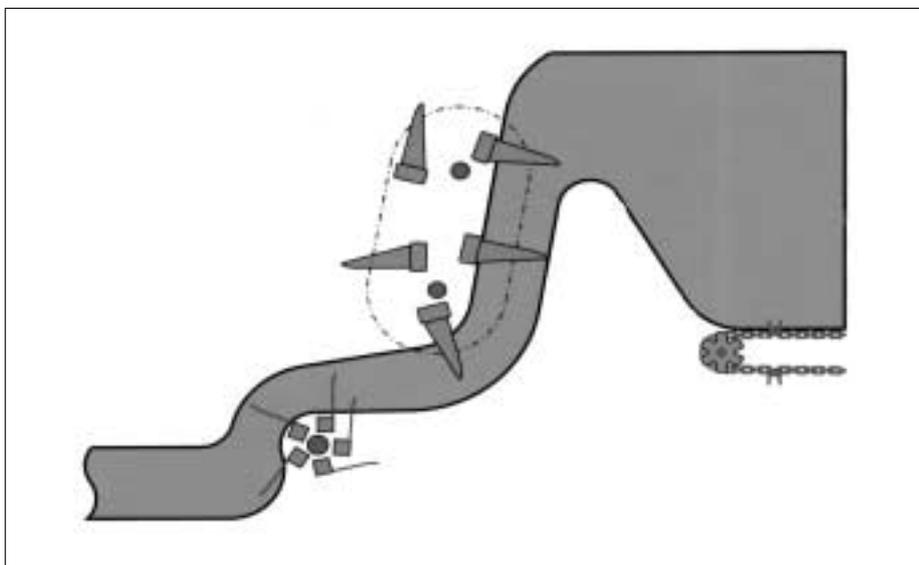


Abb. 5: Rechenkette mit fünf Förderern. Der Rechenförderer kann seinen Vorteil der hohen Futterschonung vor allem beim Laden von Frischgras und Dürrfutter ausspielen (Quelle: GVS-Agrar).

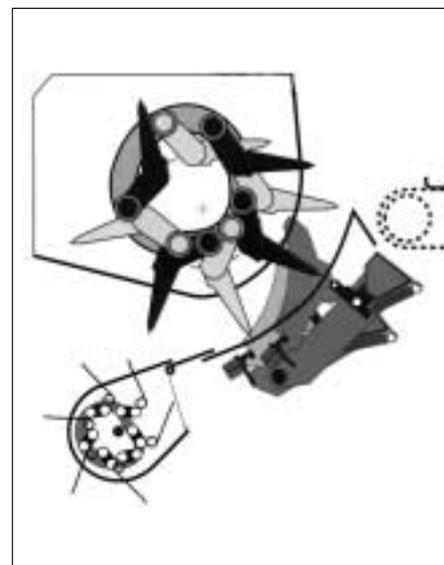


Abb. 6: Geteilte Vierfachförderschwinge mit Kurvenbahnsteuerung. Aufgrund der vielseitigen Eignung ist der Schwingenförderer das am meisten verbreitete Ladesystem (Quelle: Pöttinger).

der Trend vermehrt zu 180 cm breiten Pick-ups. Der Jumbo von Pöttinger hat gar einen 188 cm breiten Pick-up. Breite Aufsammelorgane garantieren die restlose Aufnahme auch von breiten Schwaden und in Kurvenfahrt. Mit zunehmender Breite ist die Boden Anpassung allerdings auch schlechter. Über 180 cm breite Pick-ups machen im Normalfall keinen Sinn, weil die Schwadbreite durch die Traktorspur begrenzt ist.

Die Tasträder, die für eine gute Bodenföhrung möglichst am tiefsten Punkt des Pick-ups montiert sein müssen, sind heute fast überall luftbereift. Einzelne Hersteller (Mengele, Pöttinger) bieten auf Wunsch auch Tandem-Tasträder an. Ausführungen mit freiem Nachlauf (Claas) konnten sich nicht durchsetzen. Zwar wird die Grasnarbe bei enger Kurvenfahrt weniger strapaziert, doch haben diese Tasträder den Nachteil, dass sie sich beim Rückwärtsfahren mit abgesenktem Pick-up gerne querstellen.

Förderaggregat

An Ladewagen lassen sich heute drei Arten von Förderaggregaten unterscheiden: Rechenförderer, Schwingenförderer und Laderotor.

Der **Rechenförderer** (Abb. 5) wird nur noch von einem Hersteller (Agrar) angeboten. Seine bekannten Vorteile des schonenden Ladens und der vollständigen Entleerung des Förderkanals machen ihn dort interessant, wo der Ladewagen vorab für das Eingrasen und das Ein-

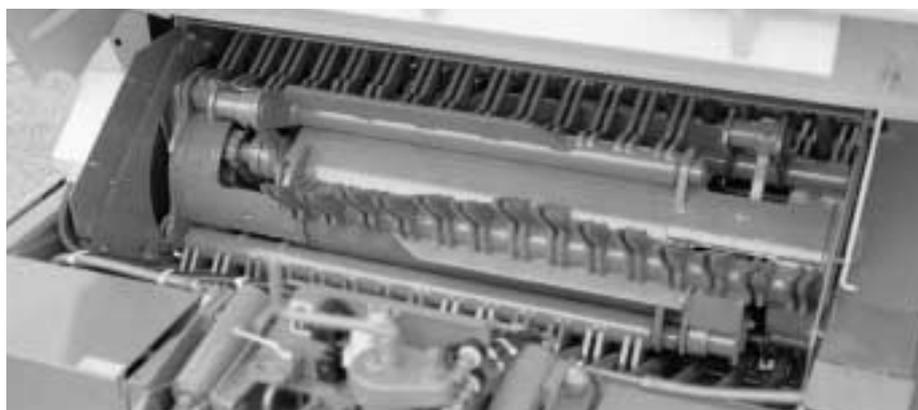


Abb. 7: Seitlich versetzt angeordnete Förderer sollen im Vergleich zu durchgehenden Schwingen geringere Kraftspitzen und somit ein gleichmäßiges Laden ermöglichen (Quelle: Krone).

führen von Dürrfutter dienen soll. In diesen Fällen lassen sich der erhöhte Wartungsaufwand und die begrenzte Ladeleistung rechtfertigen.

Als Standard-Förderorgan dominieren die gesteuerten **Förderschwingen** (Abb. 6). Dank niedrigem Leistungsbedarf, guter Futterschonung und günstigem Preis haben sie sich für den vielseitigen Einsatz (Eingrasen, Silieren, Heuen) bewährt. Durch die Vielzahl der beweglichen Teile im Förderaggregat verursachen Wagen mit Schwingenförderer einen relativ hohen Wartungsaufwand. Durch das Zusammenlegen von Schmierstellen zu zentralen Schmierpulten oder zentralgeschmierten Lagerwellen wird diesem Nachteil begegnet. Für eine einwandfreie Förderbewegung müssen die Mehrfach-

schwingen gesteuert sein. Alle Hersteller bedienen sich der Kurvenbahnsteuerung; einzig Krone verwendet eine Fördertrommel mit lenkergesteuerten Förderern.

Die Förderschwingen werden in den verschiedensten Ausführungen angeboten. Kleine Ladewagen haben Zwei- bis Dreifachförderschwingen, die größeren Wagen sind mit Vier- bis Achtfachförderschwingen bestückt. Um die Kraftspitzen während des Fördervorganges zu vermindern, baut Pöttinger in der Mitte geteilte Förderschwingen mit beidseitiger Kurvenbahnsteuerung. Alle anderen Hersteller arbeiten mit durchgehenden Förderschwingen. Bergmann (Swing-Modelle) und Krone (Titan-Modelle) haben seitlich versetzte, auf zwei Dritteln der Kanal-

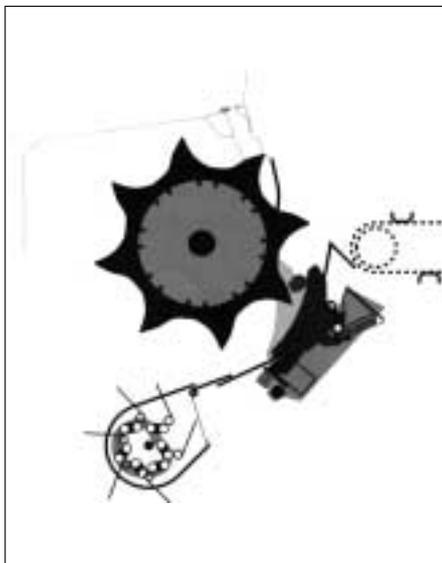


Abb. 8: Laderotor mit acht ungesteuerten Zinkenreihen. Die hohe Ladeleistung und die Möglichkeit der Kombination mit hohen Messerzahlen auf einer Ebene machen dieses Ladesystem vor allem für Silierladewagen interessant (Quelle: Pöttinger).

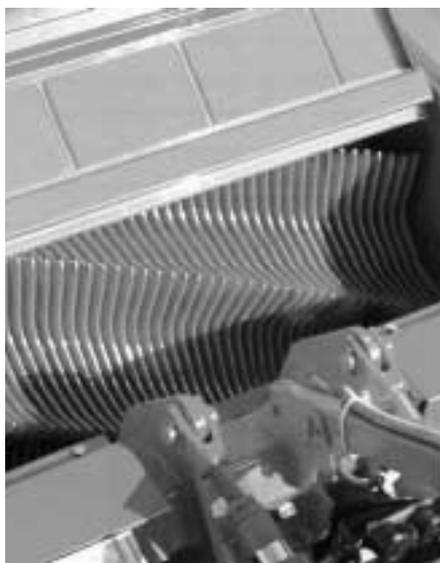


Abb. 9: Die spiralförmige Anordnung der Zinken beim Laderotor bewirkt ein gleichmässiges Fördern des Ladegutes und verhindert Überlastungen der Messer des Schneidwerkes (Quelle: Pöttinger).

breite angeordnete Schwingen (Abb. 7). Auch hier wird mit geringeren Kraftspitzen und einem gleichmässigeren Ladevorgang argumentiert.

Die Förderelemente der Förderschwingen bestehen bis auf eine Ausnahme überall aus Doppelzinken. Die Messer gleiten mittig zwischen den Zinken durch und bewirken einen Zwangsschnitt. Einzig Deutz-Fahr konstruiert Einfachzinken, die einen sogenannten Scherenschnitt ausführen.

Wo die schlagkräftige Silagebergung im Vordergrund steht, werden Mehrfachschwingen vermehrt durch einen ungesteuerten **Laderotor** (Abb. 8) abgelöst. Bereits fünf Hersteller bieten mittlerweile Modelle mit einem Laderotor mit starren Zinken an. Sie erfassen das vom Pick-up aufgenommene Gras und fördern es durch den Messersatz ins Wageninnere. Die spiralförmige Anordnung der Zinken verhindert Überlastungen an den Messern des Schneidwerkes. Wegen der im Vergleich zu Förderschwingen kontinuierlichen Belastung können Rotoren mit einer höheren Drehzahl arbeiten, wodurch höhere Ladeleistungen möglich sind. Auch die Presswirkung ist deutlich besser als beim Schwingenförderer.

Nahezu alle Hersteller arbeiten mit einem einzelnen, grossen Rotor (Durchmesser 80 bis 90 cm) mit 7 bis 9 Zinkenreihen (Abb. 9). Einzig Bergmann baut in seinen Ladewagen der Baureihe «Royal» zwei

kleinere, übereinander angeordnete Rotoren ein (Abb. 14). Der untere Rotor mit vier Zinkenreihen übernimmt das Schneiden, der obere Rotor mit zwei Zinkenreihen das Pressen. Um bereits im Förderaggregat eine Vorverdichtung zu erzielen, sind die Drehzahlen der beiden Rotoren speziell aufeinander abgestimmt.

Der Antrieb der Rotoren erfolgt entweder über Ketten oder mit einem wartungsarmen Stirnradgetriebe. Bei Rotoren mit Kettenantrieb ist eine automatische Kettenschmierung vorteilhaft.

Die Materialstärke der Zinken ist je nach Hersteller unterschiedlich: Bergmann und Mengele haben Zinken mit breitem Rücken, die mittig zwischen den Messern durchstreifen. Die Rotoren von Krone und Pöttinger dagegen haben dünnere Zinken, die links und rechts neben den Messern durchgeführt werden. Diese Rotoren haben bezogen auf die Rotorbreite eine höhere Anzahl Zinken. Die Rotoren von Claas haben Doppelzinken mit mittiger Messerführung.

Der Laderotor ermöglicht ein zügiges und stossfreies Laden, ist verschleiss- und wartungsarm, erzielt eine hohe Presswirkung und ermöglicht die Kombination mit einem leistungsfähigen Schneidwerk mit hoher Messerzahl. Allerdings neigt er dazu, das Futter stark zu quetschen (besonders Frischgras). Nachteilig sind ausserdem der höhere Leistungsbedarf

und der hohe Anschaffungspreis. Zudem setzt er eine stabile Konstruktion des Wagens voraus, wodurch Rotor-Ladewagen beachtliche Leergewichte (über 5100 kg) mit sich bringen.

Schneidwerk

Das im Förderaggregat vorhandene Schneidwerk erfüllt seinen Zweck vor allem beim Silieren. Kurz geschnittenes Welkgut lässt sich im Silo besser verdichten; zudem wird die Arbeit beim Abladen und der Entnahme erleichtert. Zum Silieren sind Schneidwerke mit mindestens zwölf Messern erforderlich. Für das Laden von Heu und Frischgras reichen drei bis fünf Messer aus. Wagen mit herkömmlichen Förderorganen (Schwingen- und Rechenförderer) haben je nach Fabrikat und Typ Messerzahlen zwischen 7 und 35 Stück. Silierladewagen mit Laderotor können mit bis zu 45 Messern ausgestattet werden. Der für den Schnitt erforderliche Leistungsbedarf beträgt für jedes zusätzliche Messer bei Wagen mit Rechen- oder Schwingenförderer 1/4 kW, bei Wagen mit Laderotor 1/2 kW.

Für die Schnittlänge ist nicht die Anzahl der montierten Messer, sondern der Abstand der einzelnen Messer massgebend. Der als theoretische Schnittlänge bezeichnete Messerzwischenraum, der von Mitte Schneide bis Mitte Schneide geht, wird nicht von allen Herstellern korrekt angegeben. Wagen mit Laderotor haben bei maximaler Messerzahl theoretische Schnittlängen zwischen 34 und 45 mm, bei den übrigen Ladewagen liegen diese in der Regel über 40 mm. Auch mit hoher Messerzahl entspricht der Kurzschnitt bei Ladewagen aber nie dem Exaktschnitt eines Feldhäckslers.

Mit einer Ausnahme sind die Messer bei den Rotor-Ladewagen alle auf einer Ebene angeordnet. Einzig bei Krone befinden sich die Messer auf zwei sich überlappenden Ebenen. Mit einer zentralen Messerschaltung lässt sich so die Anzahl der gewünschten Messer satzweise (10, 20, 39 Messer) vorwählen. Bei den Wagen mit Förderschwingen sind die Messer aus konstruktiven Gründen normalerweise auf zwei Ebenen angeordnet. Agrar und Trumag haben drei Messerebenen. Durch Zuschalten der einzelnen Schneidbalken (mechanisch oder hydraulisch) kann die gewünschte Messerzahl je nach Einsatzzweck gruppenweise gewählt werden (sogenannte Selektivschneidwerke). Die Royal-Wagen von Bergmann bieten eine individuelle Vorwahl für jedes einzelne Messer an.

Zur Behebung von allfälligen Verstopfungen im Förderkanal lassen sich die Messerbalken bei den meisten Fabrikaten ein- und ausschwenken (Abb. 10). Bei Wagen mit zentraler Komfortsteuerung geschieht dies hydraulisch, bei den übrigen Wagen mechanisch. Bergmann, Claas und Pöttinger haben zusätzlich maschinenseitig einen Schalter zur Betätigung des Messerbalkens. Zum Schutz vor Beschädigungen durch Fremdkörper sind die Messer des Schneidwerkes einzeln gesichert und mit einer automatischen Messerrückstellung versehen.



Abb. 10: Von Hand oder hydraulisch absenkbare Messerbalken ermöglichen das Beheben von Verstopfungen im Schneidwerk und erleichtern die Zugänglichkeit für den Unterhalt der Messer (Quelle: Mengele).



Abb. 11: Dosierladewagen mit drei Dosierwalzen vergrössern das nutzbare Ladevolumen. Zudem laden sie gleichmässiger ab, was besonders beim Entladen von Dürrfutter von Vorteil ist (Quelle: Deutz-Fahr).

Kratzboden

Der Kratzboden wird entweder mechanisch oder hydraulisch angetrieben. Sämtliche Hersteller rüsten heute die neuen Modelle standardmässig mit hydraulischem Antrieb aus. Neben dem Vorteil des gleichmässigen Vorschubes hat der hydraulische Antrieb die Vorteile, dass er praktisch wartungsfrei ist und der Kratzboden auch rückwärts bewegt werden kann. Dies ist vor allem bei Erntewagen nützlich, um Überlastungen der Dosierwalzen zu vermeiden. Hat der Wagen eine eigene Hydraulikversorgung für den Kratzboden, bietet sich auch die Möglichkeit, die Kratzbodengeschwindigkeit über einen Mengenregler stufenlos variieren zu können.

Die meisten Ladewagen haben Vorschubgeschwindigkeiten zwischen zirka 6 und 10 m/min. Bei Hydraulikantrieb wird dabei eine Ölfördermenge von 30 l/min vorausgesetzt. Bei Grossraum- und Dosierladewagen wird eher mit tiefen Vorschubgeschwindigkeiten von 4 bis 6 m/min gearbeitet, um die Dosierung beim Abladen besser im Griff zu haben. Während die Wagen von normaler Grösse standardmässig zwei Kratzbodenketten haben, werden die grossvolumigen Wagen vermehrt mit drei oder vier Ketten ausgerüstet. Die Heckbedienung des Kratzbodens ist besonders beim Abladen im Tenn oder auf ein Förderband vor einem Ansauggebläse sehr zu empfehlen.

Wagenaufbau

Kleine und mittlere Ladewagen für die Frischgras- und Dürrfutterbergung haben einen Dürrfutteraufsatz, der von Hand oder hydraulisch klappbar ist. Dieser hat zwei Vorteile: Bei heruntergeklapptem Aufbau gibt es keine Probleme mit der Stalleinfahrt ins Tenn, andererseits

lässt sich das Fassungsvermögen durch Hochklappen des Scherengitters für die Dürrfutterbergung markant vergrössern. Silierladewagen sind ausnahmslos mit einem geschlossenen Aufbau ausgestattet. Die festen Stahlbordwände sind stabiler und eignen sich auch für die Ernte von kurz geschnittenem Gras oder Häckselmais. Die Wagenhöhe ist dadurch aber fix, da die oberen Bordwände in der Regel gar nicht oder nur mit grösserem Aufwand wegnehmbar sind. Im Vergleich zum Scherengitter erhöhen Stahlbordwände auch das Leergewicht des Wagens. Für das heckseitige Schliessen und Öffnen des Wagens trifft man auch bei kleineren Ladewagen anstelle der Seiltüre vermehrt eine dicht schliessende, hydraulisch bediente Gitterrückwand an.

Weitere Ausrüstung

Die **Dosierentladung**, bestehend aus zwei oder drei Dosierwalzen, wird vor allem für die Beschickung von Flachsilo eingesetzt. Sie ermöglicht ein gleichmässiges und zügiges Entladen des Futters. Serienmässig werden die meisten Dosierladewagen mit zwei Walzen angeboten. Mehrere Hersteller (Bergmann, Mengele, Krone, Pöttinger) bieten die Möglichkeit, den Wagen zusätzlich mit einer dritten Walze auszurüsten (Abb. 11). Drei Dosierwalzen haben bei Dürrfutter den Vorteil, dass sich einerseits das Fördergebläse gleichmässiger beschicken lässt und andererseits die volle Ladehöhe des Wagens besser ausgenutzt werden kann. Das Überfahren der Flachsilo mit dem Dosierladewagen stösst in der Praxis vermehrt an seine Grenzen, wenn das Ladevolumen des Erntewagens und die Grösse des Flachsilo nicht aufeinander abgestimmt sind. Bei sehr grossem Lade-

volumen und kurzen Flachsilo kann es nötig sein, den Flachsilo in zwei Überfahrten zu entladen, da die Futtermatte auf dem Silo sonst zu dick wird. Bei einigen Erntewagen ist der Antrieb der Dosierwalzen mit der Heckklappenbedienung verbunden: Die Walzen schalten automatisch ein, wenn sich die Rückwand öffnet und schalten aus, sobald diese wieder geschlossen wird. Das Aus- und Einbauen der Walzen ist bei einzelnen Modellen bei Bedarf grundsätzlich möglich, verursacht aber einen relativ hohen Aufwand.

Für das Abladen von Gras im Tenn oder für die Beschickung von Fördergebläsen (Hochsilo, Heulager) kann der Wagen zusätzlich zu den Dosierwalzen mit einem **Querförderband** ausgerüstet werden. Dieses ist hydraulisch angetrieben und in zwei Richtungen schaltbar (Links- oder Rechtsförderung). Pöttinger bietet sogar ein geteiltes Querförderband für den gleichzeitigen Links- und Rechtsauswurf. Bei allen Herstellern lässt sich das Querförderband hydraulisch oder von Hand unter den Kratzboden schieben. Bei Ausrüstung mit Querförderband sollte der Wagen drei Dosierwalzen haben. Dosierwalzen und Querförderband vergrössern das Leergewicht des Wagens erheblich. Pro Walze ist mit einem Mehrgewicht von etwa 150 kg zu rechnen, das Querförderband wiegt rund 200 kg.

Neue Erntewagen lassen sich auf Wunsch mit einer **Entladeautomatik** (automatische Kratzbodenabschaltung) ausrüsten. Ein Drucksensor registriert den Gegenstand, der beim Abladen durch das nach hinten beförderte Futter an der Dosierwalze erzeugt wird. Überschreitet dieser ein gewisses Mass, schaltet der Kratzboden automatisch ab. Ähnlich funktioniert

die **Ladeautomatik**: Frontseitig im Wagenaufbau befindet sich ein Sensor. Sobald das Futter beim Laden den Sensor berührt und damit die gewünschte Ladehöhe erreicht, schaltet der Kratzboden automatisch ein. Die **Füllstandanzeige** im hinteren Teil des Wagenaufbaus zeigt dem Fahrer mit einem optischen Signal am Schaltpult an, wenn der Wagen die volle Beladung erreicht hat.

Silierladewagen sind in der Regel mit einer hydraulischen **Knickdeichsel** ausgerüstet (Abb. 12). Diese vergrössert die Bodenfreiheit unter der Pick-up auf bis zu 70 cm. Für das problemlose Befahren von Flachsilos ist die Ausrüstung mit einer Knickdeichsel ein Muss.

Steuerung und Bedienung

Der Trend geht auch bei den Ladewagen dahin, sämtliche Bedienfunktionen hydraulisch zu steuern. Das Heben und Senken der Pick-up ist heute überall hydraulisch gesteuert. Auch der Kratzboden wird heute fast ausnahmslos hydraulisch angetrieben. Einzig Bucher, Mengele und Pöttinger (Baureihen Pony und Boss junior) rüsten die kleinsten Modelle noch mit mechanischem Kratzboden aus. Das Öffnen und Schliessen der Hecktüre und das Auf- und Abklappen des Dürrfutteraufsatzes erfolgt bei kleinen und mittleren Ladewagen teilweise noch manuell.

Die hydraulische Steuerung des Ladewagens geschieht auf zwei Arten:

- Individuelle Steuerventile: Technisch einfach; funktioniert an jedem Traktor. Nachteilig ist, dass immer nur eine Funktion gleichzeitig angesteuert werden kann.
- Elektrohydraulische Steuerung: Sie ist technisch aufwendiger, bietet aber einen hohen Bedienkomfort, indem sich die einzelnen Arbeitsfunktionen an einem zentralen Bedienpult im Traktor sicher und bequem ansteuern lassen (Komfortsteuerung; Abb. 13).

Je mehr Bedienfunktionen hydraulisch ausgeführt werden, desto leistungsfähiger muss die Hydraulikpumpe des Traktors sein. In der Regel wird eine Ölfördermenge von 30 l/min vorausgesetzt. Um die Traktorhydraulik zu entlasten, haben einige Ladewagen für den Kratzboden einen separaten Hydraulikkreislauf. Die übrigen Elemente wie Knickdeichsel, Pick-up, Schneidwerk, Hecktor und Dosierwalzen werden von der Traktorhydraulik versorgt. Die Bordhydraulik für den Kratzboden bietet die Möglichkeit, dessen Vorschubgeschwindigkeit stufen-



Abb. 12: Für die Flachsilosbeschickung mit dem Erntewagen muss dieser eine hydraulische Knickdeichsel haben, damit sich der Flachsilo problemlos befahren lässt.

los zu regulieren. Ist der Wagen mit einem Querförderband ausgerüstet, kann man zusätzlich die Geschwindigkeiten des Kratzbodens und des Querförderbandes problemlos aufeinander abstimmen.

Strassenverkehrsausrüstung

- Ladewagen sind gemäss Strassenverkehrsverordnung Transportanhänger mit einer **zulässigen Höchstbreite** von 2,55 m. Bei Ausrüstung mit Breitreifen zur Bodenschonung darf die Höchstbreite bis maximal 3 m überschritten werden, allerdings nur bis zur Breite des Zugfahrzeuges. In diesen Fällen gilt der Ladewagen als Ausnahmefahrzeug und erfordert ein braunes Kontrollschild.
- Für das **zulässige Gesamtgewicht** gelten folgende Begrenzungen:
 - Einzelachse: 10 t Achslast plus maximal 3 t Stützlast
 - Doppelachse (Achsabstand unter 130 cm): 16 t Achslast (plus maximal 3 t Stützlast)
 - Doppelachse (Achsabstand über 130 cm): 18 t Achslast (plus maximal 3 t Stützlast)
 Es gilt die vom Hersteller garantierte Achslast.
- Die **zulässige Stützlast** darf höchstens 40 % des Anhängergesamtgew-



Abb. 13: Die elektrohydraulische Komfortsteuerung ermöglicht es, sämtliche Arbeitsfunktionen vom Traktorsitz aus bequem und sicher anzusteuern.

wichtes betragen und ist auf maximal 3 t begrenzt. Bei grossen Stützlasten ist die Untenanhängung (Piton-fix, Hitch) zu empfehlen.

- **Bremsen**: Ab 6 t Anhängelast ist eine durchgehende Betriebsbremse (hydraulische oder Druckluftbremse) vorgeschrieben. Die Auflaufbremse ist bei 30 km/h bis maximal 6 t und bei 40 km/h bis 3,5 t Gesamtgewicht zugelassen.
- Die **Schlusslicht- und Blinkanlage** muss an einem vor Verschmutzung geschützten Ort, idealerweise an der Hecktüre montiert sein. Ausserdem muss der Wagen hinten und vorn mit Rückstrahlern versehen sein.
- Für Transportgeschwindigkeit bis **40 km/h** muss der Ladewagen typengeprüft sein (grünes Kontrollschild). Zusätzlich zur Betriebsbremse ist eine Abreissbremse erforderlich. Die Tragfähigkeit der Reifen muss auf die höhere Fahrgeschwindigkeit abgestimmt sein. Am Wagen muss ein Schild für die Höchstgeschwindigkeit 40 km/h angebracht sein.

Und der Preis?

Die Anschaffung eines neuen Ladewagens ist recht teuer. Kleine und mittelgrosse Ladewagen (Inhalt bis 20 DIN-m³) kosten 19 000 bis 30 000 Franken, Gross-

raum- und Dosierladewagen mit über 20 DIN-m³ rund 33 000 bis 52 000 Franken. Für die speziellen Silierladewagen mit Laderotor kann der Anschaffungspreis je nach Fabrikat und Grösse zwischen 60 000 und 80 000 Franken betragen, in Einzelfällen gar noch mehr. Die gewählte Zusatzausrüstung (Achse, Bereifung, Schneidwerk, hydraulische Bedienung, Komfortsteuerung, Knickdeichsel, Dosierentladung, Querförderband usw.) kann die Anschaffung empfindlich verteuern. Es gilt zu überlegen, auf welche Elemente man allenfalls verzichten kann. Ladeautomatik, elektrohydraulische Steuerung, ausschwenkbare Schneidwerke erhöhen in erster Linie den Bedienkomfort und bringen nur bei sehr hoher Auslastung einen Zeitgewinn.

Was bringt der Laderotor als Förderaggregat?

Ein Praxisversuch mit einem Silierladewagen mit einem zweiteiligen Laderotor hatte zum Ziel, die Eigenschaften dieses neuen Fördersystems zu erfassen. Als Vergleich diente ein Ladewagen mit herkömmlichem Schwingenförderer. Untersucht wurden das Ladeverhalten, die Antriebsleistung und die Schnittqualität.

Versuchsprogramm

Folgende Ladewagen kamen zum Einsatz:

- **Pöttinger Ladeprofi 2:**
Förderorgan: Seitlich versetzte, kurvenbahngesteuerte Sechsfachförderschwinge;
Schneidwerk: Silierschneidwerk mit total 31 Messern auf zwei Ebenen angeordnet, theoretische Schnittlänge 40 mm.
- **Bergmann Royal 21 S:**
Förderorgan: Zwei ungesteuerte Rotoren mit spiralförmig angeordneten Zinken: Unterer Schneidrotor mit vier Zinkenreihen und oberer Pressrotor mit zwei Zinkenreihen (Abb. 14);
Schneidwerk: Silierschneidwerk mit 41 Messern auf einer Ebene angeordnet, theoretische Schnittlänge 34 mm.

Bei der Messung des Leistungsbedarfes und der Schnittqualität wurden folgende Varianten verglichen:

- Pöttinger Ladeprofi 2: 31 Messer (maximale Messerzahl), theoretische Schnittlänge 40 mm;

Tab. 3: Leistungsmessungen bei Ladewagen: Begleitende Angaben zum Versuch

Bestand	Kunstwiese, SM 330, 70 % Gräser und 30 % Klee	
Ertrag	44 dt TS/ha	
TS-Gehalt beim Laden	33 % (Anweilsilage)	
Ermittelte Schwadstärke	8,3 kg/m (Frischsubstanz)	
	Pöttinger Ladeprofi 2	Bergmann Royal 21 S
Förderaggregat	Sechsfachförderschwinge: gesteuert, ungeteilt, versetzt	Laderotor zweiteilig: Schneid- und Pressrotor
Gewählte Messerzahl	31	31 und 41
Leergewicht	3550	5330
Mittlere Zuladung	1680	2030
Fahrgeschwindigkeit	7,1 bis 7,8	
Durchsatz beim Laden	44 bis 57	

- Bergmann Royal 21 S: 41 Messer (maximale Messerzahl), theoretische Schnittlänge 34 mm;
- Bergmann Royal 21 S: 31 Messer (reduzierte Messerzahl: zirka jedes vierte Messer entfernt), theoretische Schnittlänge zirka 44 mm.
- 1,5- bis 3-fache theoretische Schnittlänge
- 3- bis 4,5-fache theoretische Schnittlänge
- über 4,5-fache theoretische Schnittlänge

Die Messung der Antriebsleistung erfolgte mit einer Drehmoment-Messnabe an der Zapfwelle des Messtraktors. Zur Untersuchung der Schnittqualität der Silierschneidwerke wurden beim Abladen in den Flachsilo Proben entnommen, die nachträglich auf die Schnittlänge aussortiert und folgenden vier Fraktionen zugeteilt wurden:

- 0- bis 1,5-fache theoretische Schnittlänge

Zu beachten ist, dass die theoretischen Schnittlängen bei den untersuchten Schneidwerk-Varianten ungleich sind und die Bewertung der Schnittlängenqualität nach diesen Fraktionen nicht den tatsächlichen Schnittlängen entspricht. Weitere Angaben zum Versuch sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Das Ladegut hatte einen durchschnittlichen TS-Gehalt von 33 %. Das Futter stammte von einer Kunstwiese mit einem Ertrag von 44 dt TS pro ha. Geschwadet wurde mit einem Zweikreiselschwader mit Mittenablage; die Schwadstärke betrug 8,3 kg pro Meter (Frischsubstanz). Beide Ladewagen wurden jeweils nur zu etwa zwei Dritteln des möglichen Ladevolumens befüllt.

Höhere Antriebsleistung

Abbildung 15 zeigt den Verlauf der ermittelten Zapfwellenleistung von Beginn bis Ende des Ladevorgangs für die beiden Ladesysteme (Laderotor und Schwingenförderer) und Messerzahlen. Die drei Kurven sind Mittelwerte aus jeweils drei Messungen bei vergleichbarer Fahrgeschwindigkeit von rund 7,5 km/h und ähnlichem Durchsatz von 52 bis 55 t/h. Die Ladeleistung bewegte sich somit in einem üblichen Bereich. Den Kratzboden betätigte man während des Ladevorgangs maximal dreimal. Weil beide Wagen nur zu zirka zwei Dritteln ihres Gesamtvolumens gefüllt wurden, erreichte man die Stopfgrenze nicht. Aufgrund des mittleren Leistungsbedarfes, der über den gesamten Ladevorgang resultierte, war die Leistungsaufnahme

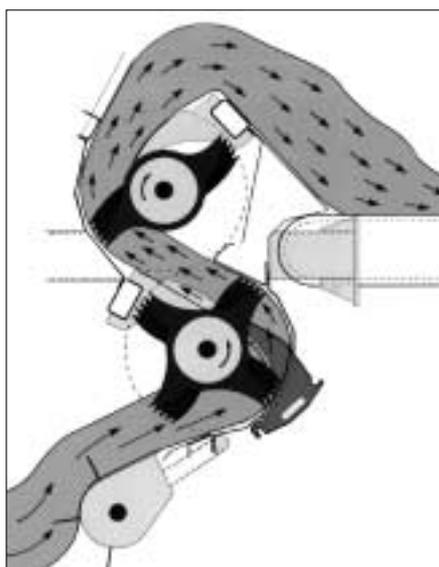


Abb. 14: Der Laderotor von Bergmann (Baureihe Royal) ist zweiteilig und besteht aus dem unteren, vierreihigen Schneidrotor und dem oberen, zweireihigen Pressrotor (Quelle: Bergmann).

mit dem Bergmann-Ladewagen mit Laderotor um 12 kW höher und damit fast doppelt so hoch wie mit dem Lade-profi von Pöttinger (Tab. 4). Bei reduzier-ter und damit gleicher Messerzahl wie beim Pöttinger (31 Messer) war der Leistungsbedarf noch um 5 kW bzw. 30 % höher. Das Laden mit einem Laderotor erfordert somit deutlich mehr Antriebs-leistung als mit einem Schwingenförde- rer.

Aus dem Vergleich der beiden Varianten mit voller und reduzierter Messerzahl (41 und 31 Messer) beim Bergmann-Royal lässt sich folgern, dass der Mehrbedarf an Leistung für jedes zusätzliche Messer 0,5 kW beträgt. Frühere Messungen bei Wagen mit Förderschwingen und kleinerer Messerzahl ergaben Werte von 0,2 bis 0,3 kW Mehrleistung pro einzelnes Mes- ser. Der höhere Wert bei den Wagen mit Laderotor lässt sich damit erklären, dass einerseits alle Messer auf einer Ebene angeordnet sind und andererseits der Abstand der einzelnen Messer einiges kleiner ist.

Ladeleistung und Lade- verhalten

Insbesondere bei hoher Ladegeschwin- digkeit zeigte der Rotor-Ladewagen im Vergleich zu den Förderschwingen ein ruhigeres Ladeverhalten mit geringeren Belastungsspitzen. Auch wenn sich diese Eigenschaft in den Leistungsmessungen kaum niederschlug, war dieser Vorteil bei voller Zuladung gegen Ende des Ladevor- ganges jeweils unschwer feststellbar.

Weiter zeigte der Praxiseinsatz, dass das Ladesystem von Bergmann deutlich höhere Durchsätze bewältigen kann. Die gleichen Schwade liessen sich problemlos auch mit einer Fahrgeschwindigkeit von etwa 16 km/h laden, während das Lade- aggregat des Pöttinger bei gleicher Lade- leistung bereits an die Grenze stiess.

Bessere Schnittqualität

Damit die Zielsetzung für den Ladewa- gen-Kurzschnitt beim Silieren erreicht wird, sollte der Anteil an kurz geschnit- tem Gut (bis doppelte theoretische Schnittlänge) möglichst hoch und der Anteil an «überlangem» Material (über 4,5-fache theoretische Schnittlänge) möglichst klein sein. Mindestens 50 % des gewogenen Schnittgutes sollten eine Länge unter der dreifachen theoretischen Schnittlänge haben. Erfahrungsgemäss erreichen Silierschneidwerke in Ladewa- gen auch mit hoher Messerzahl selten

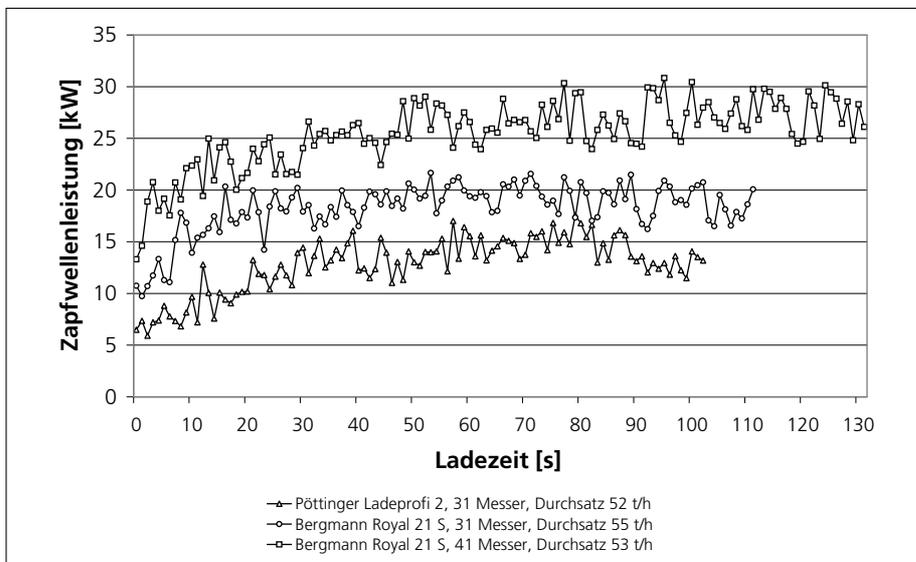


Abb. 15: Verlauf der Zapfwellenleistung beim Laden von Anweilsilage (33 % TS) bei einem Durchsatz von 43 bis 58 t/h. Vergleich zwischen Laderotor (Bergmann Royal 21 S) und Schwingenförderer (Pöttinger Ladeprofi 2). Mittel aus drei Messungen.

Tab. 4: Mittlere Zapfwellenleistung bei Ladewagen: Vergleich zwischen Lade- rotor (Bergmann Royal 21 S) und Schwingenförderer (Pöttinger Ladeprofi 2) mit gleicher und maximaler Messerzahl.

Die angegebenen Werte sind Mittelwerte aus drei Messungen.

Ladewagen	Pöttinger Ladeprofi 2	Bergmann Royal 21 S	Bergmann Royal 21 S
Förderaggregat	Sechsfach-Förderschwin- ge	Schneid- und Pressrotor	Schneid- und Pressrotor
Anzahl Messer	31	31	41
Fahrgeschwindigkeit	km/h	7,2	7,4
Drehmoment Zapfwelle	Nm	234	197
Drehzahl Zapfwelle	U/min	534	896
Mittlere Zapfwellenleistung	kW	13,1	18,5

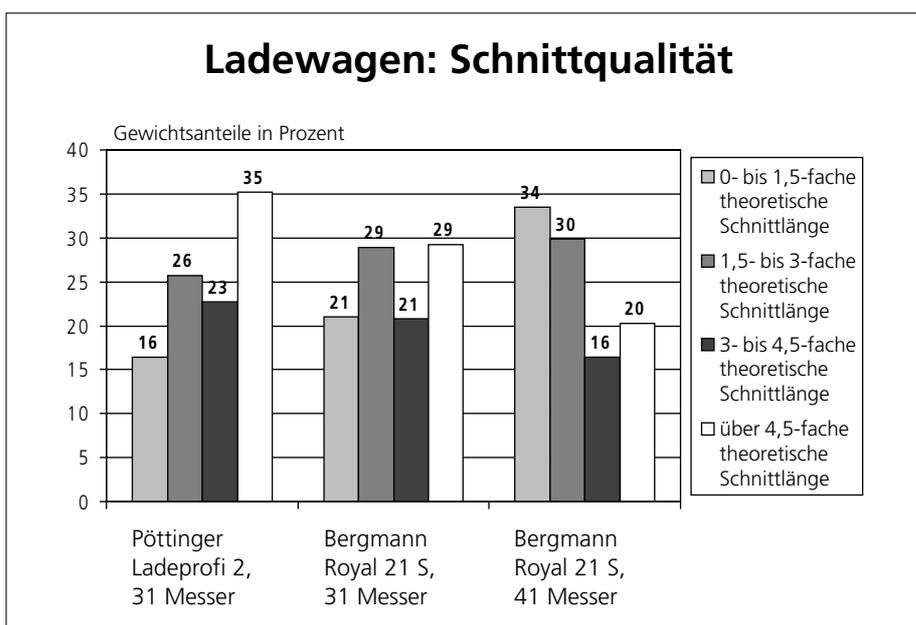


Abb. 16: Vergleich der Schnittqualität bei Anweilsilage (33 % TS) zweier Silierlade- wagen (Bergmann Royal 21 S und Pöttinger Ladeprofi 2) bei gleicher und maximaler Messerzahl.

eine so gute Schnittlängenqualität. Auch in diesem Versuch betrug der Anteil der ersten beiden Fraktionen beim Pöttinger-Ladewagen mit voller Messerzahl (31 Messer) nur 42 %. Der Anteil an sehr langem Material (über 4,5-fache theoretische Schnittlänge) ist mit 35 % dagegen recht hoch (Abb. 16).

Deutlich besser sieht das Ergebnis beim Bergmann-Ladewagen mit Laderotor aus: Bei maximaler Messerzahl (41 Stück) macht der Anteil der ersten beiden Fraktionen (bis dreifache theoretische Schnittlänge) immerhin 64 % des gesamten Schnittgutes aus. Mit reduzierter Messerzahl (31 Stück wie beim Pöttinger-Ladeprofi) war die Schnittqualität zwar schon etwas schlechter, aber immer noch besser als beim Förderschwingen-Ladeaggregat des Pöttinger. Dies dürfte mit der unterschiedlichen Messeranordnung (alle Messer auf einer Ebene) zu erklären sein.

Die sehr gute Schnittqualität des Bergmann-Wagens war auch von Auge unschwer feststellbar (Abb. 17). Mit Laderotor und Silierschneidwerk ausgerüstete Ladewagen schaffen damit günstige Voraussetzungen für eine einwandfreie Verdichtung des Siliergutes und für eine problemlose Entnahme aus dem Silo. Beim Laden von Frischgras oder ungenügend angewelktem Futter ist die Gefahr, dass der Rotor das Ladegut vermust, allerdings deutlich grösser als bei herkömmlichen Förderaggregaten.

Erläuterungen zur Typentabelle

Die Zusammenstellung in Tabelle 5 gibt einen Überblick des aktuellen Marktangebotes bei Lade- und Erntewagen. Sie enthält allerdings nur die wichtigsten technischen Daten. Wer sich eingehender für ein bestimmtes Modell interessiert, kann bei der FAT das entsprechende Typenblatt mit detaillierteren Informationen beziehen (Kolonne 1).

Die Zusammenstellung ist nahezu vollständig. Einzig bei den Fabrikaten Claas, Mengele und Krone konnten nicht alle im Verkauf erhältlichen Typen erfasst werden. Auch die Erntewagen «Greentrans» von Kemper (Generalimport durch Grunderco, 6287 Aesch) sind nicht aufgeführt. Bei den übrigen Marken ist die Typentabelle vollständig.

Die in der Tabelle oder im Typenblatt aufgeführten Daten entsprechen der Aus-



Abb. 17: Auslesen des Halmgutes zur Analyse der Schnittlänge von Schneidwerken bei Ladewagen. Beim Laderotor (obere Schalenreihe) ist die Schnittqualität sichtbar besser als beim Schwingenförderer (untere Schalenreihe).

rüstung, wie sie am betreffenden Wagen vor Ort angetroffen wurde. Die mögliche Zusatzausrüstung kann je nach Fabrikat und Typ sehr umfangreich sein. In der Typentabelle ist sie aus Platzgründen nicht aufgeführt. In den Typenblättern haben wir uns auf die wichtigsten beschränkt: Silierschneidwerk, hydraulische Knickdeichsel, hydraulische Messerbalkenschaltung, stufenlos regulierbarer Kratzboden, elektrohydraulische Komfortsteuerung, zentrale Kettenschmierung (Laderotor), Dosierentladung, Querförderband, Lade- und Entladeautomatik. Weitere Optionen wie Weitwinkelgelenkwelle, hintere Anhängervorrichtung oder andere Bereifungen sind bei allen Herstellern lieferbar und werden deshalb nicht aufgeführt. Die Preise sind ebenfalls nicht angegeben.

Nicht immer sind die Wagen des gleichen Typs exakt gleich gross. Die Abmessungen (nur im Typenblatt enthalten) sind deshalb nur auf 5 cm genau angegeben. Dasselbe gilt für das Gewicht, das je nach vorhandener Ausrüstung (Fahrwerk, Bereifung) recht stark variieren kann. Bei Ladewagen mit Silierschneidwerk (mehr als 12 Messer) enthält das angegebene Gewicht die volle Messerzahl.

Das Ladevolumen wird gemäss **DIN 11741** ermittelt. Es ergibt sich aus den Abmessungen innerhalb der festen Punkte des Aufbaues. Bei Wagen mit Dosierentladung messen wir den Raum bis Vorderkant Dosierwalzen und Oberkant oberste Walze aus.

Die Pick-up-Breite wird nach **DIN 11220** gemessen, das heisst die Distanz zwischen den äussersten beiden Zinken plus beidseits je 10 cm.

Literatur

Benninger P., 1995. Vergleich zweier Fördersysteme an einem Greenland-Ladewagen. Interner Bericht, FAT-Tänikon.

Frick R., 2001. Typentabelle Ladewagen, Stand Sommer 2001. Interne Zusammenstellung, FAT-Tänikon.

Höhn E., 1989. Typentabelle Ladewagen. FAT-Berichte Nr. 362.

Tab. 5: Typentabelle Lade- und Erntewagen

Typen- blatt Nr.	Generalvertretung		Bau- art	Gesamt- höhe		Leer- ge- wicht kg	Zuläs- sige Gesamt- gewicht kg	Bereifung Dimension	Förderaggregat	Max. Mes- ser- zahl Stk.	Kratz- boden- antrieb	Dosier- entla- dung ¹⁾	Fassungsver- mögen nach DIN 11741	
	Fabrikat	Typ		Grün- gut cm	Dürr- gut cm								Grüngut m ³	Dürrgut m ³
Beeler, 8536 Hüttwilen														
01/03	Bergmann	Swing 21 S	Hoch	--	345	4450	11000	4 x 19.0/45-17	Vierfachförderschwinge	31	hydr.	D2	--	19,9
01/04	Bergmann	Swing 24 K	Hoch	275	335	4180	11000	4 x 500/50-17	Vierfachförderschwinge	31	hydr.	L	15,2	22,2
00/03	Bergmann	Royal 21 S	Hoch	--	345	5330	11000	4 x 500/50-17	Schneidrotor (4 Zinkenreihen) und Pressrotor (2 Zinkenreihen)	41	hydr.	D2	--	19,9
97/21	Bergmann	Royal 24 K	Hoch	260	345	5090	11000	4 x 500/50-17	Schneidrotor (4 Zinkenreihen) und Pressrotor (2 Zinkenreihen)	41	hydr.	L	15,2	22,2
97/22	Bergmann	Royal 28 S	Hoch	--	345	6040	11000	4 x 500/50-17	Schneidrotor (4 Zinkenreihen) und Pressrotor (2 Zinkenreihen)	41	hydr.	D3	--	23,8
00/04	Bergmann	Royal 30 K	Hoch	260	345	5630	11000	4 x 500/50-17	Schneidrotor (4 Zinkenreihen) und Pressrotor (2 Zinkenreihen)	41	hydr.	L	17,6	25,8
Bucher, 8166 Niederweningen														
86/03	Bucher	Monti I	Tief	190	265	1030	3000	2 x 10.0/75-15.3	Doppelförderschwinge	7	mech.	L	5,9	9,3
88/09	Bucher	Monti II	Tief	195	260	1240	3000	2 x 11.5/80-15.3	Dreifachförderschwinge	7	mech.	L	7,2	11,4
91/01	Bucher	Uni Renta T 21	Tief	200	260	1530	3000	2 x 11.5/80-15.3	Dreifachförderschwinge	12	mech.	L	8,3	13,0
87/07	Bucher	Uni T 24	Tief	205	275	1900	5800	2 x 11.5/80-15.3	Dreifachförderschwinge	22	hydr.	L	9,2	14,6
87/08	Bucher	Uni T 29	Tief	205	275	2080	5800	2 x 11.5/80-15.3	Dreifachförderschwinge	22	hydr.	L	11,6	17,8
95/02	Bucher	Uni H 30	Hoch	235	310	2360	4800	2 x 19.0/45-17	Vierfachförderschwinge	31	hydr.	L	10,8	17,6
97/09	Deutz-Fahr	K 7.30	Hoch	230	330	2810	6000	2 x 19.0/45-17	Vierfachförderschwinge	33	hydr.	L	11,5	18,5
97/10	Deutz-Fahr	K 7.36	Hoch	240	345	3620	8000	4 x 15.0/55-17	Vierfachförderschwinge	33	hydr.	L	13,7	22,2
01/06	Deutz-Fahr	K 7.44	Hoch	--	370	5310	12000	4 x 500/50-17	Sechsfachförderschwinge	33	hydr.	L	--	28,5
Favre, 1530 Payerne														
91/08	Mengele	Euromat LW 330T	Tief	205	305	2330	5800	2 x 11.5/80-15.3	Dreifachförderschwinge	25	mech.	L	11,3	19,4
89/02	Mengele	Euromat LW 330	Hoch	230	325	2380	5800	2 x 11.5/80-15.3	Dreifachförderschwinge	25	mech.	L	11,5	19,5
95/04	Mengele	Euromat LW 535	Hoch	245	335	3610	8200	4 x 15.0/55-17	Fünffachförderschwinge	33	mech.	L	15,2	22,4
97/11	Mengele	Euromat LW 543	Hoch	280	355	4530	10500	4 x 19.0/45-17	Fünffachförderschwinge	33	mech.	L	17,9	27,0
01/05	Mengele	Euromat LW 545	Hoch	270	360	5130	11000	4 x 500/50-17	Fünffachförderschwinge	33	hydr.	L	18,7	28,6
97/12	Mengele	LAW 745 Rotomat	Hoch	--	365	6230	11000	4 x 500/50-17	Laderotor (7 Zinkenreihen)	38	hydr.	D2	--	17,8

¹⁾ L = Ladewagen ohne Dosierwalzen; D2 = Dosierladewagen mit 2 Walzen; D3 = Dosierladewagen mit 3 Walzen

Typenblatt Nr.	Generalvertretung Fabrikat		Bauart	Gesamthöhe		Leergewicht kg	Zulässiges Gesamtwicht kg	Bereifung Dimension	Förderaggregat	Max. Messerzahl Stk.	Kratzbodenantrieb	Dosierentladung ¹⁾	Fassungsvormögen nach DIN 11741	
	Type			Grüngut cm	Dürrgut cm								Grüngut m ³	Dürrgut m ³
<u>GVS-Agrar, 8207 Schaffhausen</u>														
97/01	Agrar	Mammut 270	Tief	195	255	2570	6250	2 x 15.0/55-17	Rechenförderer	21	hydr.	L	10,5	16,6
97/02	Agrar	Mammut 320	Tief	205	305	2820	6900	2 x 400/60-15.5	Rechenförderer	21	hydr.	L	10,8	20,5
97/03	Agrar	Mammut 330	Tief	205	260	3180	8050	4 x 15.0/55-17	Rechenförderer	21	hydr.	L	12,8	20,2
97/04	Agrar	Mammut 400	Tief	205	305	3290	8100	4 x 15.0/55-17	Rechenförderer	21	hydr.	L	13,4	24,6
97/05	Agrar	Jumbo 300	Hoch	235	295	2730	6950	2 x 15.0/55-17	Rechenförderer	21	hydr.	L	12,1	18,1
97/06	Agrar	Jumbo 340	Hoch	235	340	2980	8200	4 x 15.0/55-17	Rechenförderer	21	hydr.	L	12,1	21,7
97/07	Agrar	Jumbo 350	Hoch	235	295	2790	7000	2 x 500/40-17	Rechenförderer	21	hydr.	L	14,8	22,0
97/08	Agrar	Jumbo 420	Hoch	235	355	3230	8500	4 x 15.0/55-17	Rechenförderer	21	hydr.	L	14,8	26,6
00/01	Agrar	Montana 172	Tief	195	255	1830	4900	2 x 11.5/80-15.3	Dreifachförderschwinge	21	hydr.	L	7,0	11,5
00/02	Agrar	Montana 222	Tief	200	260	2160	5300	2 x 13.0/75-16	Fünffachförderschwinge	21	hydr.	L	9,1	15,0
01/01	Agrar	Montana 262	Tief	195	250	2170	5300	2 x 15.0/55-17	Fünffachförderschwinge	21	hydr.	L	10,3	16,1
01/02	Agrar	Montana 302	Tief	195	290	2350	6700	2 x 15.0/55-17	Fünffachförderschwinge	21	hydr.	L	11,8	19,4
95/05	Krone	Titan 4/25 L	Hoch	235	305	2710	5630	2 x 11.5/80-15.3	Trommel mit 4 Förderschwingen	25	hydr.	L	10,0	15,3
95/06	Krone	Titan 4/32 L	Hoch	225	310	3050	5630	2 x 19.0/45-17	Trommel mit 4 Förderschwingen	35	hydr.	L	11,7	18,2
93/07	Krone	Titan 6/40 L	Hoch	250	335	3910	6000	4 x 19.0/45-17	Trommel mit 6 Förderschwingen	35	hydr.	L	10,5	22,9
93/08	Krone	Titan 6/48 L	Hoch	255	335	4090	8000	4 x 19.0/45-17	Trommel mit 6 Förderschwingen	35	hydr.	L	15,7	25,7
92/10	Krone	Titan 6/36 D	Hoch	260	335	4500	8000	4 x 19.0/45-17	Trommel mit 6 Förderschwingen	35	hydr.	D3	--	13,2
97/20	Krone	Titan 6/36 GD	Hoch	295	350	5050	8000	4 x 19.0/45-17	Trommel mit 6 Förderschwingen	35	hydr.	D2	--	14,4
00/06	Krone	XXL R/GL	Hoch	--	390	7170	16000	4 x 500/55-20	Laderotor (8 Zinkenreihen)	39	hydr.	L	--	30,8
<u>Knüsel, 6403 Küssnacht a.R.</u>														
97/16	SIP	TL 17.9	Tief	210	285	1760	4560	2 x 15.0/55-17	Vierfachförderschwinge	9	hydr.	L	7,4	11,1
97/17	SIP	TL 22.9	Tief	215	285	1850	4850	2 x 15.0/55-17	Vierfachförderschwinge	9	hydr.	L	9,5	14,4
97/18	SIP	TL 26.9	Tief	215	285	1950	5450	2 x 15.0/55-17	Vierfachförderschwinge	9	hydr.	L	10,8	16,4
97/19	SIP	TL 28.9	Hoch	240	320	2350	8370	4 x 15.0/55-17	Vierfachförderschwinge	9	hydr.	L	12,5	18,9
<u>Lely Suisse, 6031 Ebikon</u>														
00/10	Trumag	Robot 16 T	Tief	200	270	1620	3400	2 x 11.5/80-15.3	Dreifachförderschwinge	22	hydr.	L	7,4	11,2
00/11	Trumag	Robot 20 T	Tief	200	270	1840	3970	2 x 13.0/55-16	Dreifachförderschwinge	22	hydr.	L	8,6	13,3
00/12	Trumag	Robot 24 T	Tief	210	275	2060	5200	2 x 15.0/55-17	Dreifachförderschwinge	22	hydr.	L	10,0	15,1
00/13	Trumag	Robot 28 T	Tief	210	275	2230	6000	2 x 19.0/45-17	Dreifachförderschwinge	22	hydr.	L	11,2	17,3
00/14	Trumag	Robot 28 H	Hoch	245	315	2270	6000	2 x 500/50-17	Dreifachförderschwinge	22	hydr.	L	11,2	17,3

¹⁾ L = Ladewagen ohne Dosierwalzen; D2 = Dosierladewagen mit 2 Walzen; D3 = Dosierladewagen mit 3 Walzen

Typenblatt Nr.	Generalvertretung		Bauart	Gesamthöhe		Leergewicht kg	Zulässiges Gesamtgewicht kg	Bereifung Dimension	Förderaggregat	Max. Messerzahl Stk.	Kratzbodenantrieb	Dosierentladung ¹⁾	Fassungsvermögen nach DIN 11741	
	Fabrikat	Typ		Grüngut cm	Dürrgut cm								Grüngut m ³	Dürrgut m ³
Rapid, 8953 Dietikon														
86/08	Pöttinger	Pony 1	Tief	190	265	1030	3000	2 x 10.0/75-15.3	Doppelförderschwinde	7	mech.	L	5,9	9,3
88/13	Pöttinger	Pony 2	Tief	200	265	1270	3000	2 x 11.5/80-15.3	Dreifachförderschwinde	7	mech.	L	7,2	11,4
92/13	Pöttinger	Boss junior 1 T	Tief	200	270	1560	3000	2 x 11.5/80-15.3	Dreifachförderschwinde	12	mech.	L	6,6	10,6
91/14	Pöttinger	Boss junior 2 T	Tief	200	265	1700	3000	2 x 11.5/80-15.3	Dreifachförderschwinde	12	mech.	L	8,1	13,0
93/04	Pöttinger	Boss junior 2 H	Hoch	225	300	1750	3000	2 x 15.0/55-17	Dreifachförderschwinde	12	mech.	L	8,2	13,7
88/15	Pöttinger	Boss 1 LT	Tief	205	275	1650	3000	2 x 11.5/80-15.3	Dreifachförderschwinde	16	hydr.	L	8,5	13,1
87/19	Pöttinger	Boss 1 T	Tief	205	275	1900	5500	2 x 11.5/80-15.3	Dreifachförderschwinde	22	hydr.	L	9,2	14,6
87/18	Pöttinger	Boss 1 H	Hoch	225	300	1990	5500	2 x 11.5/80-15.3	Dreifachförderschwinde	22	hydr.	L	9,2	14,6
87/21	Pöttinger	Boss 2 T	Tief	205	275	2080	5500	2 x 11.5/80-15.3	Dreifachförderschwinde	22	hydr.	L	11,6	17,8
87/20	Pöttinger	Boss 2 H	Hoch	230	300	2110	5500	2 x 11.5/80-15.3	Dreifachförderschwinde	22	hydr.	L	11,6	17,8
90/10	Pöttinger	Ernteboss 1 T	Tief	205	270	2310	5800	2 x 11.5/80-15.3	Dreifachförderschwinde	22	hydr.	D3	--	10,1
90/11	Pöttinger	Ernteboss 2 T	Tief	220	280	2410	5800	2 x 11.5/80-15.3	Dreifachförderschwinde	22	hydr.	D3	--	12,6
90/12	Pöttinger	Ernteboss 2 H	Hoch	250	310	2680	5800	2 x 11.5/80-15.3	Dreifachförderschwinde	22	hydr.	D3	--	12,8
93/05	Pöttinger	Profi GP 1	Hoch	230	325	2470	5800	2 x 15.0/55-17	Vierfachförderschwinde	31	hydr.	L	11,8	19,5
93/06	Pöttinger	Profi GP 2	Hoch	230	325	2570	5800	4 x 15.0/55-17	Vierfachförderschwinde	31	hydr.	L	12,8	21,2
85/11	Pöttinger	Ladeprofi 2	Hoch	235	325	2570	5900	2 x 15.0/55-17	Sechsfachförderschwinde	31	hydr.	L	12,4	20,4
84/29	Pöttinger	Ladeprofi 3	Hoch	245	340	3120	8000	4 x 11.5/80-15.3	Sechsfachförderschwinde	31	hydr.	L	13,8	23,1
00/07	Pöttinger	Ladeprofi 4	Hoch	240	345	3740	8000	4 x 500/40-17	Sechsfachförderschwinde	31	hydr.	L	15,1	23,6
84/30	Pöttinger	Ernteprofi 2	Hoch	270	325	3060	11000	2 x 15.0/55-17	Sechsfachförderschwinde	31	hydr.	D3	--	14,3
91/15	Pöttinger	Ernteprofi 3	Hoch	245	320	3430	11000	4 x 11.5/80-15.3	Sechsfachförderschwinde	31	hydr.	D3	--	15,9
00/08	Pöttinger	Siloprofi D2	Hoch	--	360	5390	11000	4 x 19.0/45-17	Achtfachförderschwinde	35	hydr.	D3	--	22,2
00/09	Pöttinger	Europrofi D1	Hoch	--	355	5120	11000	4 x 19.0/45-17	Laderotor (8 Zinkenreihen)	31	hydr.	D2	--	23,2
01/07	Pöttinger	Jumbo 6600 L	Hoch	295	400	8060	20000	4 x 700/45-22.5	Laderotor (8 Zinkenreihen)	45	hydr.	L	24,1	38,7
Service Company, 4538 Oberbipp														
00/05	Claas	Quantum 3800 K	Hoch	270	340	5450	11000	4 x 500/50-17	Laderotor (9 Zinkenreihen)	33	hydr.	L	22,0	30,6

¹⁾ L = Ladewagen ohne Dosierwalzen; D2 = Dosierladewagen mit 2 Walzen; D3 = Dosierladewagen mit 3 Walzen

Anfragen über das behandelte Thema und über andere landtechnische Probleme sind an die unten aufgeführten Berater für Landtechnik zu richten. Weitere Publikationen und Prüfberichte können direkt bei der FAT (CH-8356 Tänikon) angefordert werden. (Tel. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90).

E-Mail: info@fat.admin.ch, Internet: <http://www.admin.ch/sar/fat>

- ZH** Kramer Eugen, Strickhof,
8315 Lindau, Telefon 052 354 99 60
Blum Walter, Strickhof,
8315 Lindau, Telefon 052 354 99 60
Merk Konrad, Strickhof,
8315 Lindau, Telefon 052 354 99 60
- BE** Jutzeler Martin, Inforama Berner Oberland,
3702 Hondrich, Telefon 033 654 95 45
Hügi Kurt, Inforama Seeland,
3232 Ins, Telefon 032 312 91 11
Marti Fritz, Inforama Rütli und Waldhof,
3052 Zollikofen, Telefon 031 910 52 10
Hofmann Hans Ueli, Inforama Schwand,
3110 Münsingen, Telefon 031 720 11 21
- LU** Moser Anton, LBBZ Schüpfheim,
6170 Schüpfheim, Telefon 041 485 88 00
Hodel René, LBBZ, Centralstr. 21,
6210 Sursee, Telefon 041 925 74 74
Marti Pius, LBBZ Schüpfheim,
6170 Schüpfheim, Telefon 041 485 88 00
Widmer Norbert, LMS,
6276 Hohenrain, Telefon 041 910 26 02
- UR** Landw. Beratungsdienst, Aprostr. 44,
6462 Seedorf, Telefon 041 871 05 66
- SZ** Landolt Hugo, Landw. Schule Pfäffikon,
8808 Pfäffikon, Telefon 055 415 79 22
- OW** Müller Erwin, BWZ Obwalden,
6074 Giswil, Telefon 041 675 16 16
Landwirtschaftsamt, St. Antonistr. 4,
6061 Sarnen, Telefon 041 666 63 58
- NW** Wolf Franz, Landwirtschaftsamt, Kreuzstr. 2,
6371 Stans, Telefon 041 618 40 07
- GL** Amt für Landwirtschaft, Postgasse 29,
8750 Glarus, Telefon 055 646 67 00
- ZG** Gut Willy, LBBZ Schluethof,
6330 Cham, Telefon 041 784 50 50
Furrer Jules, LBBZ Schluethof,
6330 Cham, Telefon 041 784 50 50
- FR** Krebs Hans, Landw. Institut Freiburg (IAG),
1725 Posieux, Telefon 026 305 58 50
- SO** Wyss Stefan, Landw. Bildungszentrum Wallierhof,
4533 Riedholz, Telefon 032 627 09 62
- BL** Ziörjen Fritz, Landw. Zentrum Ebenrain,
4450 Sissach, Telefon 061 976 21 21
- SH** Landw. Beratungszentrum Charlottenfels,
8212 Neuhausen, Telefon 052 674 05 20
- AI** Koller Lorenz, Gaiserstrasse 8,
9050 Appenzell, Telefon 071 788 95 76
- AR** Vuilleumier Marc, Landwirtschaftsamt AR,
9102 Herisau, Telefon 071 353 67 56
- SG** Haltiner Ulrich, Landw. Schule Rheinhof,
9465 Salez, Telefon 081 757 18 88
Steiner Gallus, Landw. Schule Flawil,
9230 Flawil, Telefon 071 394 53 53
- GR** Urwyler Hansueli, Grabenstrasse 8,
7000 Chur, Telefon 081 257 24 03
Föhn Josef, Landw. Schule Plantahof,
7302 Landquart, Telefon 081 307 45 25
- AG** Müri Paul, LBBZ Liebegg,
5722 Gränichen, Telefon 062 855 86 27
- TG** Herrmann Samuel, LBBZ Arenenberg, Fachstelle
Betriebsberatung und Landtechnik, Amriswilerstr. 50,
8570 Weinfelden, Telefon 071 622 10 22
- TI** Müller Antonio, Ufficio consulenza agricola,
6501 Bellinzona, Telefon 091 814 35 53

Landwirtschaftliche Beratungszentrale, Abt. Landtechnik, 8315 Lindau, Telefon 052 354 97 58

Die FAT-Berichte erscheinen in zirka 20 Nummern pro Jahr. – Jahresabonnement Fr. 50.–. Bestellung von Abonnements und Einzelnummern: FAT, CH-8356 Tänikon. Tel. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90.

E-Mail: info@fat.admin.ch – Internet: <http://www.admin.ch/sar/fat> – Die FAT-Berichte sind auch in französischer Sprache als «Rapports FAT» erhältlich. – ISSN 1018-502X.