

# Studien zu „Einbau“- und „Anbau“-Feldhäckslern

## 1. Teil

### Exakt-Feldhäcksler an Schleppern und Sammelwagen, mögliche Verfahrensketten, erzielbare Bergeleistungen

Landtechnik Weihenstephan

Schon im Heft 5, Jg. 1963 der vorliegenden Zeitschrift wurde in einem Aufsatz über „Schneid- und Wurfvorgänge in Trommelfeldhäckslern“ der Vorschlag eines Trommel-Feldhäckslers der Querfluß-Bauart in der Schlepper-Dreipunkt-Hydraulik beschrieben ([1] Bild 14 und 15). In den vergangenen Jahren wurde die Weiterentwicklung und Felderprobung dieses Anbaufeldhäckslers (FHW) fortgesetzt. Dabei haben mehrere westdeutsche Feldhäckslerfirmen in dankenswerterweise finanziell den Bau von einigen Prototypen unterstützt, mit denen ca. 1500 t Anwelkgut, 3000 t Silomais und 1000 t Stroh verarbeitet wurden, wobei vielerlei Erfahrungen sowohl konstruktiver Art, als auch hinsichtlich des Feldeinsatzes und der Silierverfahren gesammelt werden konnten. Diese sollen nachstehend zur allgemeinen Nutznießung bekanntgemacht werden.

Durch das starke Vordringen des Ladewagens ist in den vergangenen vier Jahren insbesondere für den Feldhäcksler eine neue Situation entstanden, so daß es einleitend sicher nützlich ist, Ladewagen und Feldhäcksler gegeneinander abzugrenzen, die Einsatzbereiche zu umreißen und neue, verbesserte Arbeitsverfahren zu erläutern.

Im zweiten Teil des vorliegenden Beitrages soll ferner über Untersuchungen an Trommelfeldhäckslern, insbesondere an Schneidwurftrummeln berichtet werden, über die der rechts im Titel genannte Berichtersteller promoviert hat [2].

#### Grenzen zwischen Exakt-Feldhäcksler und Ladewagen; Anwendungsgebiete von Feldhäckslern, Siliermaterialien

Noch vor 15 Jahren waren bei uns Bestrebungen zu verzeichnen, den Feldhäcksler zur landwirtschaftlichen Schlüsselmaschine ganz allgemeiner Art für alle oberirdisch wachsenden Feldfrüchte zu entwickeln. Jegliche Art von Anwelkgut, Heu, Stroh, ja selbst die Getreideernte sollte ihm erschlossen werden. Obwohl in der UdSSR und der ČSSR auch heute noch an solchen Plänen gearbeitet wird [9], hat sich bei uns die Ausweitung des Feldhäcksler-Einsatzes auf die Getreideernte nicht realisieren lassen. Der Mähdrusch gewann durchweg die Oberhand. Mehr noch, der Ladewagen, von dem in wenigen Jahren 200 000 Stück verkauft wurden, hat mit der Bergung von Trockengütern, aber auch von Rübenblatt, sowie dem wichtigen täglichen Grünfütterholen weite Anwendungsgebiete sturmartig erobert und so dem Feldhäcksler (es gibt rd. 30 000 Exakthäcksler in der Bundesrepublik) beträchtlich Abbruch getan, genau betrachtet dort, wo der Feldhäcksler als Ladegerät eingesetzt war. Teilweise schien es, als ob der Feldhäckslerbau ganz zum Erliegen kommen würde. Bei einigen Firmen war dies auch der Fall. Vor allem mit schneidenden Ladewagen sind für viele Anwendungsbereiche zweifellos ausgezeichnete Lösungen denkbar. Man sollte aber darüber nicht vergessen, daß auch der Exakthäcksler (von diesem soll hier die Rede sein) vor allem auf lange Sicht zweifellos Zukunft hat. Nach Ansicht vieler Fachleute [11] ist seine Bedeutung als Schlüsselmaschine für den echten Schüttgutbetrieb bisher noch zu wenig erkannt worden. Die Vorteile von Exakthäcksler für die Gärfutterkonservierung sind hinlänglich bekannt [12]. Hochtechnisierte Formen der Rindviehhaltung mit mechanischer Entnahme aus Hochsilos und mechanischer Futtergabe (Futtermorlagelagerung), wie sie in Zukunft immer mehr auf die westdeutsche Landwirtschaft zukommen werden, sind nach dem heutigen Stand der Technik nur mit wirklichem Schüttgut-Exakthäcksler möglich. Es gibt wohl kaum eine Maschine, die so gute Möglichkeiten

innerbetrieblicher Rationalisierung eröffnet. Jede zukunftsichere Hof- und Gebäudeplanung muß mehr denn je nach den industriellen Grundsätzen eines kontinuierlichen Materialflusses durchgeführt werden. Die Anlieferungsform des Materials ist somit entscheidend und es kann keinen Zweifel geben, daß „Schüttgut“ immer die beste Form ist, wenn man mit geringstem Arbeitskraftbedarf und geringster körperlicher Anstrengung große, an sich sperrige Massen fördern und einlagern muß. Der Zug zum Schüttgut ist heute überall unverkennbar. In der Getreideernte ist der Sack innerhalb weniger Jahre verschwunden. Die sacklose, fließende Kornbergung wird allgemein angewandt. In der Mineraldüngung geht die Entwicklung möglicherweise ebenfalls zur sacklosen, rein mechanischen Handhabung, wie dies heute im übrigen beim Zement schon allgemein üblich ist. Die heute stark vorankommende Flüssigmistbewegung verlangt ebenfalls pumpfähiges Gut und somit möglichst Exakthäcksler bei Futter und Einstreu.

Das Anwendungsgebiet von Exaktfeldhäckslern ist heute vor allem das einer Siliermaschine! Die Silierung wird verbessert, die Setzvorgänge und Dichtlagerung erleichtert, die Wagenbefüllung und die Gebläseleistungen erhöht, Entnahme und Futtermorlagelagerung können günstiger gestaltet werden. Das alles ist möglich, wenn man sich entschließt, am Anfang der Kette, dort wo es am leichtesten ist, wirklich Schüttgut herzustellen. Am augenscheinlichsten ist dies nach wie vor beim sperrigem Silomais der Fall, der heute zur wichtigsten Feldhäckslerfrucht geworden ist, nicht zuletzt wegen der nur bei Exakthäcksler sicheren Konservierung. Seine Anbaufläche hat sich in den letzten Jahren in der Bundesrepublik etwa verdreifacht [3, 10].

In den Gebieten mit starkem Silomaisanbau wollen die Landwirte daher, trotz schneidender Ladewagen für Heu und tägliches Grünfütter, billige Exakthäcksler erwerben. Diesem Wunsch trägt sowohl der nachfolgend beschriebene Anbau-Trommelfeldhäcksler (Bild 8), als auch neue, besonders preisgünstige Mais-Anbau-Trommel-Häcksler zahlreicher Firmen Rechnung (Bild 5).

Für Silomais fordert zudem die Tierernährung, daß im teigreifen Kolben möglichst jedes einzelne Korn angeschlagen und aufgeschlossen wird. Man war geneigt, dies in USA für diese Fälle schon lange diskutierten „Mikroschnitt“ für übertrieben zu halten, er ist aber aus den oben genannten Zusammenhängen heraus begründet. Man hat also im Silomais zweifellos einen der dauerhaftesten Schwerpunkte für wirklich exakt schneidende Feldhäcksler vor sich. Ist in einem Betrieb (meist Futterbau) erst ein solch eindeutiger Schwerpunkt mit der dazu nötigen technischen Einrichtung vorhanden, so wird man auch andere Materialien häckseln. So ist die Silierung von Anwelksilage immer noch Feldhäcksler-Schwerpunkt, wenn auch hier der Ladewagen mit Schneideeinrichtung ebenfalls stark vorgedrungen ist. Zur Zeit lassen sich jedoch die ganzen Probleme der sog. „Nachfolgemechanisierung“ beim Ladewagen doch nicht so klar wie eben bei Schüttgut lösen. Dazu zählt auch das „Dosieren“ in einen Standhäcksler. Trockenheu dürfte dagegen schon heute eine klare Domäne des Ladewagens geworden sein. Ebenso ist das tägliche Grünfütterholen bei richtiger Gestaltung der Ställe mit keinem Gerät so ideal und arbeitssparend durchzuführen wie mit dem Ladewagen.

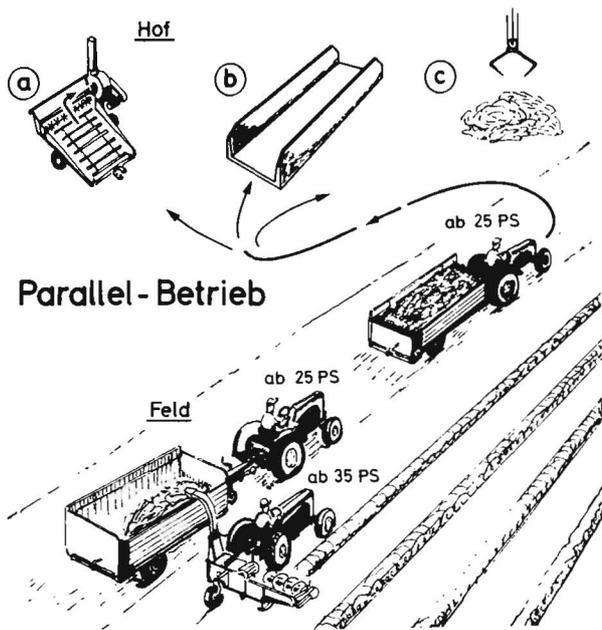


Bild 1: Parallel-Betrieb für Siliergemeinschaften u. ä.

3 Schlepper, 2 Wechselwagen (z. B. Stallmiststreuer, Ladewagen)  
 Nachfolgemechanisierung auf dem Hof:  
 a: über Dosiereinrichtung in Silo-Gebläse (10 kW E-Motor);  
 b: Schnellentleerung in Flachsilo.;  
 c: Schnellentleerung auf Betonplatte mit Häcksel-Greifer

Fragt man nach weiteren Schwerpunkten für den Exakt-Feldhäcksler, so kann auf die Dauer die Silierung von Luzerne (ca. 150 000 ha Anbaufläche im Bundesgebiet) ein solcher Schwerpunkt werden. Nicht zuletzt nach Untersuchungen mit Mähquetschzettern [4], wonach der Feldhäcksler direkt deren Mähswad aufnehmen kann, da die oberen, überdrossenen Schwadschichten mit den unteren, noch feuchten durch den Häckselvorgang so gut vermischt werden, daß man ausreichend angewelktes Gut und somit sichere Silierung erhält. Der verminderte Arbeitsaufwand beträgt dann nur noch 20 %. Ob weiterentwickelte Feldhäcksler auch wieder zum täglichen Grünfütterholen — heute eine klare Domäne des Ladewagens — eingesetzt werden, sei dahingestellt, scheint aber möglich. Umsomehr, als sich die früher angenommenen Nachteile bei der Verfütterung von Häcksel gegenüber Langgut in eingehenden Versuchen in keiner Weise haben nachweisen lassen [8].

Zuletzt ist auch die Bergung von Mährescherstroh auf manchen Betrieben ein starker Feldhäcksler-Schwerpunkt geworden. Voraussetzung ist aber auch hier eine einwandfreie Arbeitskette, da erst dann ein flüssiges Arbeitsverfahren mit geringstem AK-Bedarf entsteht. Immerhin handelt es sich dabei um ein künftiges Ladevolumen von rund 12 Mill. Tonnen allein in Westdeutschland, in das sich voraussichtlich neben Ladewagen und Pressen auch der Feldhäcksler teilen wird.

Man sieht also, es gibt auch heute noch durchaus eine Reihe von Schwerpunktmaterialien für den Feldhäcksler, so daß die Feldhäcksler-Gesamtsituation durchaus nicht so ungünstig ist, wie es manchmal schien, insbesondere dann nicht, wenn flüssigere Gesamtarbeitsverfahren zur Einführung gelangen, die nun im einzelnen besprochen werden sollen.

#### Zusammenspiel von Feldhäcksler und Sammelwagen: Parallel-, Umhänge- und Einwagen-Betrieb

Außer der Anlieferungsform „Schüttgut“ ist bei einer Sammelmaschine der zugehörige Fuhrpark, also das Zusammenspiel mit den Wagen und ihre Ausbildung von entscheidender Bedeutung. Zweifellos wurde dies in der Vergangenheit zu wenig beachtet.

technische Ausrüstung	Verfahren	erforderl. AK	Bergeleistung		
			Silo-mais	stdl. gefüllter Siloraum	Weilgut
① Groß-FH (Mais 2-reihig) 1 80 PS-Schlepper 2 30 PS-Schlepper 1 40 PS-Schlepper f. Gebläse 3 Automatikwagen u. Gebläse	Umhängeverfahren Zuteilentleerung, (Silo-Gebläse)	3 AK	16 t/h	~30 m³/h	12 t/h
② FH (Mais 1-reihig) 1 50-60 PS-Schlepper 2 30 PS-Schlepper f. Transport u. Fördern 2 Wagen (Automatik-, Stallungstreuer, mit Abzugsschild) u. Gebläse	Umhängeverfahren Zuteilentleerung	2 AK	8 t/h	~18 m³/h	5 t/h
③ mittl. FH (Mais 1-reihig) 1 Schlepper (ab 45 PS) 1 Automatikwagen (1-ader 2-achsiger) 1 Gebläse	1 Mann-Schlepper- 1 Wagen- Verfahren Zuteilentleerung (Durchtrieb)	1 AK	4,5 t/h	~10 m³/h	3,2 t/h
④ mittl. FH (Mais 1-reihig) 1 Schlepper (ab 45 PS) 1 Wagen (1-achsiger: Ladewagen, Stallungstreuer o.ä.) 1 Dosiertisch (10 kW) u. Gebl.	1 Wagen- Verfahren Schnellentleerung auf Dosiertisch (auch Greifer)	1,5 AK	6 t/h	~15 m³/h	4,5 t/h
⑤ Schneid-Ladewagen 1 35 PS-Schlepper 1 30-50 PS-Schlepper für Standhäcksler 1 Standhäcksler 1 Dosiertisch	1 Wagen- Verfahren Schnellentleerung auf Dosiertisch u. Standhäcksler	2 AK	6 t/h	~15 m³/h	4,5 t/h
⑥ mittl. FH (Mais 1-reihig) 1 45 PS-Schlepper 1 40 PS-Schlepper (Walzen) 1 Wagen (1-achsiger: Ladewagen, Stallung- streuer o.ä.)	1 Wagen- Verfahren Schnellentleerung in Flachsilo Walzen	1,5 AK	6 t/h	~15 m³/h	4,5 t/h

Bild 2: Erzielbare Bergeleistungen, AK-Bedarf und erforderliche techn. Ausrüstung verschiedener Häcksel-Siliverfahren (Silomais und Weilgut) BL: Bergeleistung = diejenige Leistung, die das Gesamtverfahren (Hof—Transport—Feld) bei flüssigem Betrieb erzielt. Große Feldentfernungen, schlechte Wege, Hanglagen sind als „Reibungsfaktoren“ zu berücksichtigen

Es seien daher hier nochmals die möglichen Feldhäcksler-Wagenkombinationen und -Arbeitsverfahren beschrieben.

Parallel-Betrieb: Zunächst ist — historisch und zwecks Vollständigkeit — erwähnenswert, daß der 1940 in USA für die Silomaissilierung eindeutig zu Bedeutung gekommene Feldhäcksler damals durchweg im sog. Parallelverfahren betrieben wurde.

Die mit schweren Aufbaumotoren ausgerüsteten Anhänger-Scheibenradfeldhäcksler befüllten, mit ihren quergestellten Auswurfkrümmern 2—3 parallel nebenherfahrende, vom Schlepper gezogene Wechselwagen, die im Zyklus zur Entleerung zu den Silos fuhren. Bei hohem technischem Aufwand konnten mit diesem Verfahren außerordentliche Bergeleistungen erzielt werden, so daß die schnelle Befüllung von großen Silos (400 m³) wie sie in USA üblich sind, möglich war.

Auch heute ist ein derartiger Parallelbetrieb (Bild 1) für Siliergemeinschaften vorstellbar. Es entsteht dabei immer der Vorteil, daß die Bergeleistung des Verfahrens fast der technischen Leistung des Feldhäckslers entspricht und damit im allgemeinen ausreichend, beziehungsweise sehr hoch ist. Zwei kleinere und ein mittlerer Schlepper sind bereitzustellen, wobei die Motorleistung des Feldhäcksler-Schleppers nahezu vollkommen als Zapfwellen-Drehleistung verfügbar ist. Die verschiedenen Möglichkeiten der Übernahme des Häckselgutes am Hof sind in den Bildern 1 a, b, c und 3 dargestellt, was hier nur am Rande eingefügt sei.

Umhänge-Betrieb (Bild 2 (1) und (2)): Ab 1948 führte sich in den USA vermehrt der Umhängebetrieb — wohl aus Ersparnisgründen — mit Wechselwagen ein. In dieser Form ist der Feldhäcksler auch bei uns angewandt und eingeführt und bis heute zu 95 % daran festgehalten worden. Zunächst wurden an die Feldhäcksler, da selbstentladende Wagen fehlten, normale Wechselwagen an- und umgehängt und das vorher erzeugte und für Handbehand-

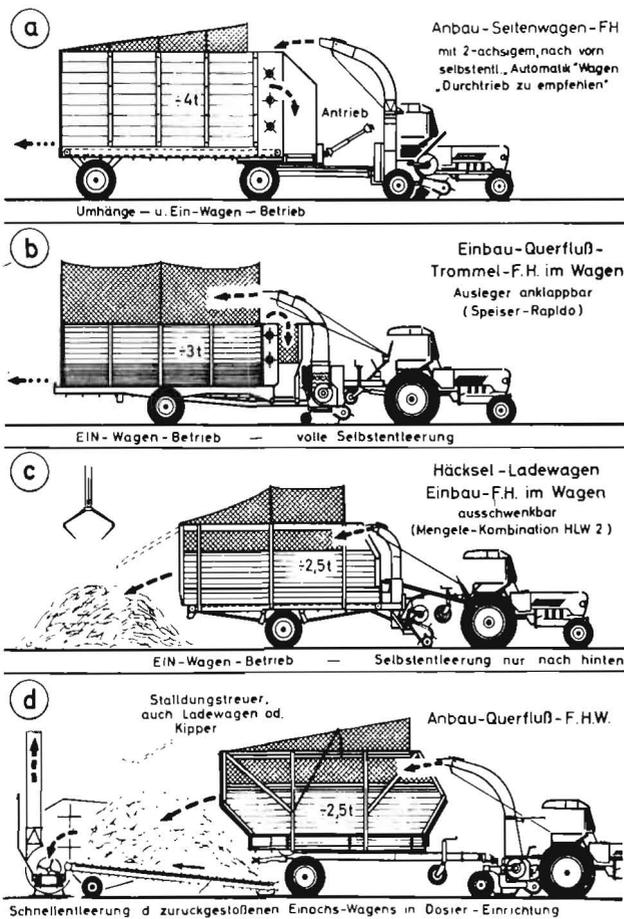


Bild 3: Neuere Anbau- und Einbau-Feldhäcksler, sowie Zuordnung des Wagens und mögliche Weiterförderung

lung nur bedingt geeignete Schüttgut wurde von Hand mit Schaufeln in die Gebläse gebracht. Nur zögernd führten sich Wagen mit Entladehilfen und noch zögernder die völlig selbsttätigen, aber teuren sog. Automatikwagen mit Entleerung nach vorn, eingebautem Häckselwandverteiler und Querförderband ein (Preis dieser Wagen anfänglich 12 500,—, heute ca. 8 500,— DM).

Einwagen-Betrieb: (Bild 2 (3) — (6)): Im Gegensatz zum Umhänge-Betrieb ist die Ausbildung eines Einwagen-Betriebes und damit möglicherweise eines flüssigen Einmann-, Ein-Schlepper-Verfahrens nicht nur investitions-, sondern auch zeit- und arbeitskraftsparend. Das Umhängen der Wagen, das immer wieder erneut notwendige Einstecken des Zapfwellenantriebes, das Auf- und Absteigen vom Schlepper ist recht beschwerlich und zeitraubend. Vor allem der Ladewagen hat bewiesen, wie vorteilhaft das ganztägige Zusammenbleiben des Arbeitsgerätes (für Sammeln, Transport und Entladen am Hof) und des Schleppers ist.

Notwendigerweise muß dann der Feldhäcksler, besonders in nicht arrondierten Betrieben an- oder eingebaut sein, bzw. ohne Trennung von Schlepper und Wagen abgekuppelt werden können. Erst dann ergibt sich ein reines Ein-Wagen-Verfahren. (Näheres siehe unten.)

#### Erzielbare Bergeleistungen, AK-Bedarf und technische Ausrüstung von Umhänge- und verschiedenen Einwagen-Verfahren

Eine Beurteilung der verschiedenen Verfahren ist über die erzielbaren Bergeleistungen, den Arbeitskraft(AK)-Bedarf und die erforderliche Investition (techn. Ausrüstung) möglich; in Bild 2 zusammengefaßt dargestellt. Dabei läßt sich die Bergeleistung als stündlich geborgenes Gutgewicht oder als stündlich befüllbarer Siloraum angeben.

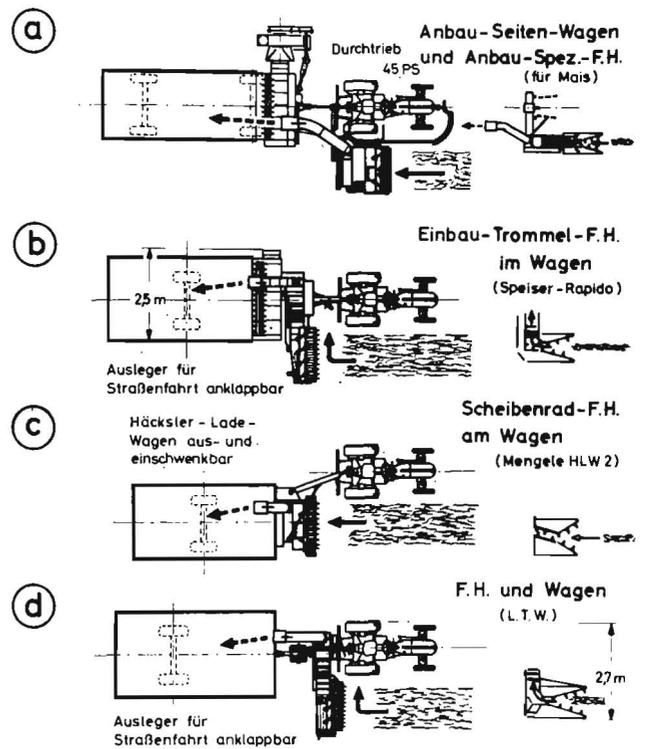


Bild 4: Zuordnung von neueren Anbau- und Einbau-Feldhäckslern zum Wagen für Ein-Wagen-Betrieb

- a: Anbau-Seitenwagen-Feldhäcksler mit Automatikwagen und Durchtrieb; rechts: Mais-Anbau-Feldhäcksler in Straßenfahrbreite  
b: Einbau-Trommel-Feldhäcksler mit hydraulisch anklappbarem Ausleger (Pick up und Maisschneidwerk)  
c: Einbau-Feldhäcksler, Wagen ausschwenkbar  
d: Anbau-Trommel-Feldhäcksler mit hydraulisch anklappbarem Pick up-Aufnehmer, Maisschneidwerk in Straßenfahrbreite; alle Wagen verwendbar

Die ermittelten Zahlen beruhen auf zahlreichen Messungen der letzten Jahre auf Erprobungsbetrieben der Landtechnik Weihenstephan. Spalte (1) zeigt zunächst ein Verfahren der Großbetriebe. Hier gilt die Verwendung von 2 bis 3 Automatik-Wechselwagen und der dadurch nötige hohe Investitions- und AK-Aufwand für unerlässlich. Dafür sind dann große Bergeleistungen erzielbar: bei Silomais 16 und bei Welkgut 12 t/h, so daß volle 30 m<sup>3</sup> Siloraum pro Stunde gefüllt werden können. Der Feldhäcksler muß dazu 23 bis 25 t/h technische Leistung (Silomais) vollbringen, was nur mit neueren Feldhäckslern und dem Vorspann von starken, ca. 80—90 PS-Schleppern möglich ist. Weiterhin sind zwei Schlepper zur Abfuhr und ein 40 PS-Schlepper zum Antrieb des Silobefüll-Gebläses notwendig, insgesamt also ein aufwendiger Betrieb. Nicht zuletzt haben diese Zusammenhänge dem Feldhäcksler den Ruf eines sehr teuren Arbeitsverfahrens eingetragen. In Spalte (2) ist dann das 2 AK-, Umhänge-Verfahren aufgeführt, das heute in mittleren Feldhäckslerbetrieben wohl am meisten verbreitet ist: Feldhäcksler mittlerer Größe hinter (40) 50—60 PS-Schleppern, zwei Automatikwagen oder auch umgebaute, zweiseitige Stallungstreuer oder Plattformwagen mit Abzugschild; ein Schlepper zur Abfuhr, ein Schlepper am Gebläse. (Erreichbare Bergeleistungen bei Mais 8 t/h, bei Welkgut 5 t/h, insgesamt befüllbarer Siloraum 8 m<sup>3</sup>/h). Das ist alles in allem ebenfalls noch ein hoher Aufwand.

Spalte (3), (4) und (6) zeigen dann Einwagen-Verfahren und Bergeleistungen, wie sie mit weniger Aufwand von einem Schlepper, 1 bzw. 1 1/2 AK und einem Wagen für kleinere und mittlere Betriebe vorstellbar sind und auch teilweise praktiziert werden.

Verfahren (3) ist zunächst ein 1 AK-, Einwagen-Verfahren mit Zuteilentleerung, Verfahren (4) ein Einwagen-Verfahren mit Schnellentleerung auf Dosiertisch oder auch Greifer, wo zu 1 1/2 AK nötig werden.



Bild 5: Mais-Anbau-Trommel-Feldhäcksler in Straßenfahrbreite



Bild 6: Einbau-Trommel-Feldhäcksler in Welkgut (siehe Bild 3 b) Ausleger anklappbar (Werkbild)

Verfahren (6) ist ein Einwagen-Verfahren zur Befüllung von Flachsilos, für das alle Wagen mit Schnellentleerung geeignet, Einachser wie Ladewagen oder Stallungstreuer jedoch besonders tauglich sind. Von den Feldhäckslern sind besonders Einbau- und Anbaumaschinen (Bild 3 a, d) geeignet. Die Einlagerung in einem Flachsilo erfolgt dabei wie bekannt durch Überfahren des Flachsilos und Abspulen, sowie nachfolgendem Walzen durch einen zweiten Schlepper — ebenfalls ein 1½, besser 2 AK-Verfahren. Der Vollständigkeit halber ist in Spalte (5) diesem Feldhäckslerverfahren der Schneidladewagen gegenübergestellt, der über einen Dosiertisch einen Standhäcksler beschickt, wie es heute vielfach angestrebt wird. Die erzielbare Bergeleistung liegt aber bei diesem 2 AK-Verfahren etwa in der gleichen Höhe wie bei den Feldhäcksler-Verfahren (3), (4) und (6).

Wie ersichtlich, sind mit derartigen Einwagen-Verfahren 15 bzw. 10 m³ stündlich Siloraum befüllbar. Leistungen, die für den mittleren und kleineren Betrieb mit 100—150 m³ Silos als durchaus ausreichend angesehen werden können. In allen Fällen werden dann in 6—8 Stunden 2/3 des Siloraumes verhältnismäßig schnell und schlagartig befüllt.

Für alle Arten des Einwagen-Betriebes gilt aber, daß ausreichende Bergeleistungen, wie oben aufgeführt, nur erzielt werden können, wenn sowohl Feldleistung als auch Abladeleistung so hoch wie irgendwie möglich sind und der Übergang von Feld zu Straße schnell erfolgt. Die Leistungen der Feldhäcksler und Silobefüllgebläse sind in den letzten Jahren beträchtlich angestiegen, was vor allem durch die Verwendung robusterer Maschinen sowie stärkerer Schlepper erzielt werden konnte. Auch die Abladeleistungen können z. B. durch Verwendung starker Gebläse und des sog. Durchtriebes [5] nach Bild 2 a und 4 a gesteigert werden, weil so die volle Leistung des Feldhäckslerschleppers (35—50 PS) über den Durchtrieb dem Silobefüllgebläse zur Verfügung steht. Aber auch der Übergang von Feld auf Straße muß flüssig, also ohne Verlustzeiten gestaltet werden. Diese Forderung wird z. Zt. am besten durch hydraulisch anklappbare Ausleger Bild 3 b, d, 4 b, d und Bild 6 oder ausschwenkbare Einachser Bild 3 c, 4 c erfüllt. Eine weitere Möglichkeit, speziell für Silomais, ist die so nahe Anordnung des Feldhäckslers oder des Maisschneidwerkes am Schlepper, daß die zulässige Straßenfahrbreite von 2,5 bzw. 3,0 m nicht überschritten wird (Bild 5, 8).

Sehr wichtig wäre es aber, auch für die z. Zt. in Westdeutschland am meisten verbreiteten sog. Seitenwagen-Feldhäcksler, die heute fast durchweg im Umhängeverfahren betrieben werden, einen Einwagenbetrieb zu gestalten.

Diese Seitenwagen-Feldhäcksler — ein deutscher Beitrag zur Feldhäcksler-Entwicklung (erste Entwicklungen Fa. Speiser)

— sind bekanntlich dadurch gekennzeichnet, daß der Feldhäcksler leicht ankuppelbar seitlich neben dem Schlepper läuft und der Wagen direkt am Schlepper angehängt werden kann, so daß sich auf unseren oft kleineren und hängigen Feldern ein wendiges, kurzes Gespann ergibt. Der größte Teil der bei uns eingesetzten Feldhäcksler arbeitet in dieser Anordnung. Wie diese Anordnung für den Einwagenbetrieb gestaltet werden kann, zeigen die weiteren Ausführungen.

#### Praktische Vorschläge für den Feldhäcksler-Einwagen-Betrieb

Im einzelnen ist die Ausbildung eines Einwagen-Feldhäckslerbetriebes heute in dreierlei Richtungen denkbar:

1. Für die verbreiteten Seitenwagen-Häcksler werden statt bisher zwei nur ein Automatikwagen verwendet und der Betrieb so flüssig, die Feld- und Ablade- bzw. Einlagerungsleistung so groß gemacht, daß ausreichende Bergeleistungen entstehen. Die Gesamtanordnung, wie sie seit 3 Jahren auf einem Erprobungsbetrieb der Landtechnik Weißenstephan arbeitet, ist aus Bild 3 a und 4 a ersichtlich. Das Problem ist dabei das Ab- und Ankoppeln des Seitenwagen-Feldhäckslers (für die Straße zu breit) auf dem Feld, etwa halbstündig, um die erwähnten Bergeleistungen zu erzielen. Entscheidend ist somit die Güte der „Schnellkopplung“ vorn und hinten am Schlepper. Wirklich flüssig läßt sich der Betrieb vorderhand noch nicht bezeichnen, auch wenn — nach unseren Messungen einem geschickten Fahrer bei guter Feldhäcksler-Ausbildung 1—2 Minuten zum Ab- bzw. Ankoppeln ausreichen. Interessant ist dabei auch, wie genau die Arbeitstakte bei dem genannten Beispiel bei Befüllung eines 4 t-Wagens, Feldentfernungen bis 1 km und Durchtrieb



Bild 7: Einbau-Feldhäcksler in Arbeitsstellung Wagen ausschwenkbar

ineinander greifen müssen, wenn die genannten Bergeleistungen zustande kommen sollen.

Feldfahrt + Ankoppeln	2 bis 3 Minuten
Häckseln	12 bis 15 Minuten
Abkoppeln + Hoffahrt	2 bis 3 Minuten
Entladen + Zuteilentleerung	12 bis 15 Minuten

So ergibt sich ein Arbeitszyklus von 34 bis 40 Minuten bei einem echten 1 AK-, 1 Schlepper-, 1 Wagen-Verfahren. Es hat sich auf dem genannten mittelbäuerlichen Erprobungsbetrieb bewährt und ist auch aus der Literatur bekannt [6, 7].

2. Die neueren sogenannten Häcksler-Ladewagen<sup>\*)</sup>, z. B. die in Bild 3 b, c und 4 b, c dargestellten, mit einklappbarem Ausleger oder aus- und einschwenkbar, stellen schon einen flüssigeren Betrieb in Aussicht. Ebenso die vorgeschlagenen Anbauhäcksler. Die erzielbaren Bergeleistungen entsprechen dabei den auf Bild 2, Spalte (3) für Zuteilentleerung, Spalte (4) für Schnellentleerung.

3. Den außerordentlichen großen Wagenpark an Stallmiststreuern und Ladewagen zu aktivieren, ist nur möglich, wenn neue Formen des Einwagen-(Einachser)-Feldhäckslerbetriebes entwickelt werden. Hierzu ist zu bemerken, daß heute mit rund 200 000 Ladewagen und 200 000 Stallmiststreuern, ganz im Gegensatz zu 1957 vor 10 Jahren, ein gewaltiger Wagenpark zur Verfügung steht, der — da selbstentladend — für den Feldhäckslerbetrieb aktiviert werden sollte, ja kann. Hierzu ist vorweg jedoch einiges klarzustellen. Der überwiegende Anteil dieses Wagenparks ist einachsiger. Einachsige Wagen können am Feld nur mühsam umgehängt werden, so daß sich auch aus diesem Grund nur der Einwagenbetrieb anbietet. Immer wieder vorgebrachte Vorschläge zum sog. Hitch-Betrieb sind bestehend, bisher aber ergebnislos geblieben, mit der OECD-Normung der 50 mm-Ose aber für die Zukunft doch denkbar geworden.

Die allgemein übliche Schnellentleerung der Einachser nach hinten kann

- in Fahrsilos durch Überfahren (Bild 1 b),
  - auf eine befestigte Ebene (Weiterförderung mit Greifer) (Bild 1 c, 3 c)
  - oder auf eine dem Silobefüllgebläse vorgeschaltete Dosiereinrichtung (Bild 1 a, 3 d)
- erfolgen.

Bei Verwendung von Stallmiststreuern muß deren Laderaum durch Aufsatzbretter vergrößert, bzw. die Ladewagen mit Plastikfolien dichtgemacht werden, was jedoch beides verhältnismäßig leicht möglich ist.

Im Gegensatz zum Einachser können Zweiachser nicht funktionssicher zurückstoßen, so daß sich hier die mit herunterklappbaren Mulden ausgerüsteten Gebläse oder eben der schon erwähnte Automatikwagen (der sozusagen „im Vorbeifahren“ entleert), eingebürgert haben.

#### Weitere Klarstellungen:

**Zuteilentleerung oder Schnellentleerung?**  
Bei Zuteilentleerung hat man immer damit zu kämpfen, daß beim Einwagen-Verfahren das ganze Gespann, also Schlepper, Selbstladewagen und Feldhäcksler zu lange am Silo zum Abladen „festhängt“. Das ist vor allem dann der Fall, wenn zu kleine Gebläse mit zu wenig PS — wie fast durchweg üblich — verwendet werden. Dies führt in der Praxis zwangsweise zum aufwendigeren Umhängeverfahren. Der erwähnte Durchtrieb bringt hier schon Verbesserungen. Wenn sich das Aufstecken der Gelenkwellen eingespielt hat, ist dieses Verfahren voll praktikabel (Verbesserungen durch neue Gelenkwellen-Schnellkupplungen Bild 9 deuten sich an).

Für die durchweg für Schnellentleerung nach hinten eingerichteten Stallmiststreuer und Ladewagen ist es dagegen nach unserer Meinung weniger sinnvoll, Zuteilentleerungen

\*) Einbau-Feldhäcksler

im Wagen selbst einzubauen, wie dies vielfach geschah, vielmehr ist eine auch für Ladewagen angestrebte stationäre Dosiereinrichtung zu verwenden. Bei Schnellentleerung (Kratzbodenvorschub möglichst größer als 0,1 m/s) und Zwischenschalten einer solchen Dosiereinrichtung verkürzt sich die Hofzeit des Wagens und es sind — wie die Zusammenstellung der Bergeleistungen, Bild 2, zeigt — statt rd. 10 m<sup>3</sup> immerhin fast 15 m<sup>3</sup> befüllter Siloraum erreichbar. Da aber zudem zur Einlagerung mehr Zeit zur Verfügung steht, sind für den Gebläseantrieb kleinere PS-Stärken ausreichend, die dann nach Beispiel, Bild 2, Spalte (4) etwa von einem 10 kW E-Motor bereitgestellt werden können. Dies ist sicher in vielen Fällen von beträchtlichem Wert und der kleinere Antrieb gleicht den Aufwand für die Dosiereinrichtung, die sonst in den Wagen eingebaut sein muß, teilweise aus.

Den Ablauf des Gesamt-Zyklus — er wird übrigens bei zweiachsigen Kippern schon ähnlich angewandt [6, 9] — hat man sich dann nach Bild 3d folgendermaßen vorzustellen: Nach dem Befüllen (Häckseln) auf dem Feld, der Hoffahrt und dem Rückstoßen — was etwa eine halbe Stunde erfordert — wird der Wagen in die halbe laufende Dosiereinrichtung entleert. Diese hat eine ständige Stunde Zeit, um die Ladung zu verarbeiten, währenddessen der Feldhäcksler eine weitere Ladung häckselt und herbeischafft. Beträgt z. B. die halbstündige „Charge“ 2,5 t, so ergibt sich eine Bergeleistung von etwa 5 t/h. Falls es möglich werden sollte, solche Dosiergeräte wartungs- und bedienungsfrei auszubilden (da sie elektrisch angetrieben sind und dauernd laufen können, scheint dies möglich), wäre ein echtes 1 AK-Verfahren erreicht; ansonsten ist eine Kontrollperson, in Bild 2 mit 1/2 AK angegeben, erforderlich. Vorerhand fehlen allerdings solche Dosiergeräte, an deren Entwicklung für vorgeschchnittenes und langes Ladewagengut aber intensiv gearbeitet wird. Für Häckselgut ist ihre technische Ausbildung zweifellos ein wesentlich kleineres Problem, da Erfahrungen von selbstentladenden Wagen mit Häckselwandverteiler vorliegen. Es ist deshalb eine Anordnung nach Bild 3d durchaus vorstellbar — und wünschenswert!

Es kann somit festgestellt werden, daß sich durch neuere Anbau- und Einbaufeldhäcksler sowie neuartige Feldhäcksler-Wagen-Kombinationen, Verwendung vorhandener Wagen im Einwagenbetrieb, Durchtrieb und Dosiereinrichtungen neue Wege abzeichnen. Gerade unter dem vielleicht heilsamen Druck des Ladewagens sind eine Reihe von Fortschritten in Aussicht, welche auch für kleinere und mittlere Betriebe die Feldhäckslersituation nicht mehr so kritisch wie oft angenommen erscheinen lassen.

Nachdem im obigen 1. Teil des vorliegenden Beitrages die einzelnen Verfahren gegeneinander abgegrenzt wurden, befaßt sich ein folgender 2. Teil mit den konstruktiven Problemen beim Bau von Trommel-Feldhäckslern.

#### Zusammenfassung

Auch nach der starken Verbreitung des Ladewagens gibt es noch eine Reihe von Schwerpunktmaterialien für Exakt-Feldhäcksler, insbesondere Silomais, Luzerne und in zunehmendem Maße Stroh. Ein Grund hierfür ist die Schaffung von „Schüttgut“ auf dem Feld, wodurch der Materialfluß durch den landwirtschaftlichen Betrieb wesentlich vereinfacht wird.

Ein Vergleich von Parallel-, Umhänge- und Einwagen-Betrieb zeigt, daß sich nur in letzterem ein echtes 1 Arbeitskraft-, 1 Schlepper-, 1 Wagen-Verfahren erreichen läßt. Flüssig wird der Einwagen-Betrieb jedoch nur mit Anbau- bzw. Einbau-Exaktfeldhäckslern. Bei geeigneter Ausbildung der Verfahrenselemente wird eine für kleinere und mittlere Betriebsgrößen ausreichende Bergeleistung erzielt. Die Anwendung der Anbau-Bauart ermöglicht die Aktivierung des einachsigen Fuhrparks für den Feldhäckslerbetrieb, bestehend aus Stallmiststreuern und Ladewagen.



Bild 8: Anbau-Trommel-Feldhäcksler (Vorschlag Landtechnik Weihestephan) für Einachser (z. B. Stallmiststreuer, Ladewagen) oder Zweiachser (z. B. Automatikwagen)  
Pick up-Aufnehmer anklappbar, Maisschneidwerk in Straßenfahrbreite

Vergleicht man Zuteil(Dosier)-Entleerung und Schnellentleerung des Wagens auf dem Hof miteinander, so ist für einachsige Wagen eindeutig Schnellentleerung anzustreben. Für die Hochsilobefüllung mit Gebläsen fehlen jedoch dazu z. Zt. noch die geeigneten Häckselgut-Dosiereinrichtungen.

#### Schrifttum:

- [1] BRENNER, W.G., GRIMM, K.: Schneid- und Wurfvorgänge in Trommel-Feldhäckslern. Landtechnische Forschung, Heft 5/1963
- [2] KROMER, K.-H.: Untersuchungen am Trommelfeldhäcksler unter besonderer Berücksichtigung der Materialförderung in und nach Schneid-Wurf-Trommeln. KTL-Berichte über Landtechnik Nr. 114/1967; Hellmut-Neureuter-Verlag, München-Wolfratshausen
- [3] ZSCHEISCHLER, J., GROSS, F.: Mais-Anbau und Verwertung. DLG-Verlag Frankfurt/Main 1966
- [4] SCHURIG, M.: Unveröffentlichter Bericht. Landtechnik Weihestephan 1967
- [5] GRIMM, K.: Stalldungstreuer im Feldhäckslerbetrieb. Landtechnik, Heft 13/1962
- [6] GRIMM, K.: Stand der technischen Entwicklung bei der Feldhäcksler-Kette. Landtechnik, Heft 21/1966
- [7] WEIDINGER, A.: Die Grenzen des Ladewageneinsatzes. Landtechnik, Heft 9/1967
- [8] WEIDINGER, A.: Unveröffentlichter Bericht. Landtechnik Weihestephan 1967
- [9] KÖBSELL, H.: Pläne und Probleme bei der Mechanisierung und Organisation von Großproduktionseinheiten in der CSSR. Landtechnik, Heft 20/1967
- [10] Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Reihe 1, Bodennutzung. Statistisches Bundesamt Wiesbaden 1967
- [11] KLÖPPEL, R., GRIMM, K., SCHURIG, M.: Die Feldhäcksler. RKL-Schrift 4.1.4.1.2/1967
- [12] ZIMMER, E.: Der Einfluß der mechanischen Aufbereitung auf die Silierfähigkeit von Halmfutter. Grundlagen der Landtechnik Nr. 6/67, S. 197 bis 202

#### Résumé

W. G. Brenner, K.-H. Kromer: "Studies on Built-In and Built-On Field Choppers" (Part I)

The loading wagon is being widely used, but there is still a number of important materials for the exact field chopper, especially corn silage, alfalfa, and increasingly straw. This is due to the preparation of "bulk material" on the field simplifying considerably the circulation of material on the farm.

A comparison made with parallel-mounted, exchangeable and single wagons showed that only the last-mentioned one enables a true 1 operator — 1 tractor — 1 wagon procedure. But at last it is the built-on respectively built-in exact field chopper which guarantees a smooth 1-wagon operation. With a suitable development of the operation elements a satisfactory harvesting capacity is obtained for small- and medium-sized farms. The use of attachments provides a way

of activating the wagon park for the field chopper operation consisting of farm-manure distributor and loading wagon. Comparing dosing discharge and quick discharge of the wagon on the yard showed that one should choose the quick discharge for single-axle wagons. However, for filling tower silos there is at present no respective dosing equipment for chopped material.

W. G. Brenner, K. H. Kromer: Recherches sur les hacheurs-chargeurs incorporés ou portés. (1ère partie)

Malgré l'expansion considerable du véhicule de chargement, il y a encore un certain nombre de produits clé pour lesquels l'utilisation des hacheurs-chargeurs à couteaux est très avantageuse, comme par exemple le maïs d'ensilage, la luzerne et de plus en plus la paille. Cet avantage réside dans le fait que les produits hachés au champ simplifient considérablement la chaîne des produits à travers l'exploitation agricole.

La comparaison des chantiers de rentrage travaillant avec des véhicules parallèles, des véhicules de chargement ou un seul véhicule montre que seule la dernière méthode permet un travail avec une seule personne, un seul tracteur et un seul véhicule. Le travail avec un seul véhicule n'est continu qu'en utilisant un hacheur-chargeur porté respectivement incorporé. Par une conception appropriée des différents éléments on obtient un rendement de rentrage suffisant dans les exploitations petites et moyennes. L'emploi d'un hacheur-chargeur porté permet une utilisation plus intensive des engins de transport comportant une remorque à un essieu et à dispositif épandeur et un véhicule de chargement. En comparant le mode de déchargement continu par l'ond mouvant et le déchargement rapide du véhicule dans la



Bild 9: Neue Gelenkwellen-Schnellkupplung (Walterscheid)

*ferme, on constate que les remorques à un essieu exigent absolument l'application du déchargement rapide. Cependant, il manque actuellement encore les dispositifs permettant le réglage du débit quand il s'agit d'introduire les produits hachés dans les silos tours.*

W. G. Brenner, K.-H. Kromer: *Estudios para cortadoras de incorporación y acoplamiento (Parte I)*

*También, tras la gran dilución del vehículo de carga, hay todavía una serie de materiales esenciales para cortadoras exactas, en especial maíz de silo, alluvia y, en medida creciente, paja. El motivo de ello es la producción de "productos a granel" en el campo, por lo que el llúido de los materiales por la empresa agrícola resulta simplificado considerablemente.*

W. G. Brenner und K. H. Kromer:

## Studien zu Einbau- und Anbau-Feldhäckslern

### 2. Teil

**Beitrag zur Schaffung von Konstruktionswerten sowie Konstruktionshinweise für den Bau von Trommel-Exaktfeldhäckslern**

*Landtechnik Weihenstephan*

Neben der geeigneten Einfügung des Feldhäckslers in den landtechnischen Maschinenpark und die landtechnischen Verfahren muß er notwendigerweise funktionssicher gemäß der konstruktiven Aufgabenstellung sein, der Straßenverkehrszulassungsordnung (StVZO) entsprechen und zu einem marktgerechten Preis gebaut werden können. Nachdem der 1. Teil dieses Beitrages im vorstehenden Aufsatz die Exaktfeldhäcksel-Verfahren behandelte, befaßt sich deshalb der folgende 2. Teil mehr mit den technisch-konstruktiven Problemen beim Bau von Exakt-Feldhäckslern.

Zwei Punkte sind für die Konzeption eines Exakt-Feldhäckslers entscheidend, und zwar

1. die Zuordnung zum Schlepper und damit zum Wagen, sowie
2. die Wahl des Schneid-Wurf-Organes,

wobei sich beide gegenseitig beeinflussen.

Da die möglichen Zuordnungen zum Schlepper und zum Wagen, bei einer Beschränkung auf Einbau- und Anbaufeldhäckslern, schon weitgehend im 1. Teil abgehandelt worden sind, bleibt die Wahl des geeigneten Schneid-Wurf-Organes. Hier sind heute zwei Haupt-Bauarten zu unterscheiden, nämlich *Scheibenrad* und *Schneid-Wurf-Trommel*. Ihre Aufgabe ist es, das Material genau zu häckseln und es anschließend über eine gewisse Entfernung (durchschnittlich 6 m weit und 3,5 m hoch) zu fördern, damit ein Wagen befüllt werden kann. Während beim Scheibenrad Schneid- und Wurforgan getrennt sind, es sich gewissermaßen um schneidende Wurfgebläse handelt, liegt die Schwierigkeit der Trommelbauart darin, die Wurf-Messer sowohl für das Schneiden als auch für das Werfen optimal auszubilden. Dies muß immer zu einem Kompromiß führen. Das gleiche gilt für die unabdingbare Forderung einer hohen Festigkeit des Schneid-Wurf-Organes wegen der häufig anormalen Beanspruchung durch Fremdkörper (Steine, Heugabeln, sowie bei der heutigen Schwadbereitung auch Rechwenderzinken) bei möglichst geringem baulichem Aufwand und Leichtbau. Infolge der oben genannten Anforderungen sowie des für Exakthäcksel erforderlichen vorgepreßten Materialstranges hat sich bei Exaktfeldhäckslern die schmale Trommel (Durchmesser größer als Breite) durchgesetzt.

*La comparación de servicio en paralelo, de desenganche y de un solo vehículo muestra que sólo en este último se puede lograr un genuino procedimiento de un servidor, un tractor y un vehículo. La fluidez la adquiere, sin embargo, el servicio "monovehículo" cuando se utilizan cortadoras (picadoras) exactas de incorporación o acoplamiento. Para adecuada formación de los elementos del proceso se consigue un rendimiento suficiente para magnitudes de servicio más bien pequeñas y medianas. El empleo del modelo de acoplamiento permite la activación del parque móvil para el servicio de cortadoras, consistente en un esparcidor de estiércoles de un solo eje y de vehículo de carga.*

*Si se comparan entre sí el vaciamiento dosificado y el vaciamiento rápido del vehículo en el caserío de la hacienda, habrá que estorzarse, claramente, por conseguir para vehículos de un solo eje vaciamiento rápido. Al respecto faltan, no obstante, actualmente, para el llenado de altos silos los dispositivos necesarios de dosificación de los productos picados por las cortadoras.*

### **Trommel oder Scheibenrad?**

Die Frage, welches der Arbeitsorgane das geeignete ist, war kaum aktueller als jetzt, nachdem in den letzten Jahren neuere Groß-, Einbau- und Anbau-Trommelfeldhäckslern auf den Markt gekommen sind. Eindeutig kann sie nur für bestimmte Voraussetzungen entschieden werden, da die Vor- und Nachteile der beiden Bauarten zu gegensätzlich sind. Wenngleich sich schon eine Vielzahl von Untersuchungen [2, 8, 12, 16, 22, 32] mit dieser Problematik beschäftigt haben und auch eine Abwägung der beiden Bauarten ermöglichen, soll doch vorab aus unserer Sicht und unter Berücksichtigung der gesammelten Erfahrungen zu dieser Frage Stellung genommen werden.

Die Konstruktions-Vorteile der Trommel sind offensichtlich: Geringer Bauaufwand und damit geringes Gewicht, als Trommel sehr robust auszubilden, infolge höherer Schnittfrequenz höheres Durchsatzvermögen oder kürzere einstellbare theoretische Häcksellänge, leichtere Schleifbarkeit. Nachdem umfangreiche Untersuchungen [18, 19] gezeigt haben, daß der Wurf von Trommeln bei geeigneter Ausbildung der Messer, des Gehäuses und des Auswurfes ausreichend ist, muß das Ergebnis der früheren Weihenstephaner Untersuchungen von 1963 [2] wiederholt werden, wonach Schneid-Wurf-Trommeln sowohl für Klein- als auch für Groß-Feldhäckslern brauchbare und funktionssichere Bauelemente sind. Diese Erkenntnis hat sich inzwischen auch in Deutschland durch den Bau von Groß-Feldhäckslern (Speiser Jaguar) und mittleren Feldhäckslern (Speiser Rapido) bestätigt. Darüber werden die Nachteile der Trommel, die zugleich die Vorteile des Scheibenrades sind, keineswegs übersehen. Da es sich bei den Trommelmessern stets um einen Kompromiß zwischen Schneid- und Wurforgan handelt, ist der Wurf bei Scheibenrädern stets besser und sicherer. Nun beträgt weiterhin das Schwungmoment von Scheibenrädern im Durchschnitt das siebenfache der Feldhäckslertrommeln. Demnach kann dann ein Scheibenrad-Feldhäckslern bei einem zulässigen Drehzahlabfall von 10% nach DOLLING [6] eine um 4 PS größere Leistungsspitze überwinden. Wie wichtig dies ist, zeigt der geringe Zapfwellen-Motorbelastungsgrad  $\lambda_z$  der Trommelfeldhäckslern von nur 0,6—0,75 (nach VORNKAHL [32] 0,5—0,7). Der Zapfwellen-Motorbelastungsgrad ist nach MEYER [23] als das Verhältnis von er-