

den. Die ABAO 361/3 [11] schreibt das Tragen von Gehörschutzmitteln im öffentlichen Straßenverkehr bei Überschreitung der Lärmgrenzwerte vor. Der Einsatz der neuen Traktoren, wie z. B. ZT 320, MTS-550 und MTS-80, mit neuer Kabine wird die Lärmexposition bei Transportprozessen vermindern. Erste orientierende Analysen ergaben Werte des Schalldruckpegels um 85 dB(A).

#### 4.2. Ganzkörperschwingungen

Durch Anpassung der Sitze an die jeweilige Fahrer Masse läßt sich die Schwingungsexposition mindern [12].

Falsche SitzEinstellung oder ausgeschlagene Lagerstellen verschlechtern die Dämpfungswirkung des Sitzes oder heben sie auf. Nicht selten ist die Unkenntnis des Fahrers die Ursache für nicht richtig eingestellte Sitze. Entsprechende Unterweisung der Fahrer ist deshalb notwendig.

Maßnahmen zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs, die eine Begrenzung der maximalen Fahrgeschwindigkeit bedeuten, tragen auch dazu bei, die Schwingungsbelastung zu senken. Das gleiche gilt für die regelmäßige Instandhaltung des Wege- und Straßensystems. Auf gut gepflegten Straßen und Wegen ist die Belastung für Mensch und Maschine wesentlich niedriger.

Gegenwärtig befinden sich aktive Systeme zur Schwingungsdämpfung in Erprobung, durch die eine sichere Einhaltung der Expositionsgrenzen möglich sein wird [12].

#### 4.3. Vorzugsvariante

Die Empfehlung einer Vorzugsvariante für technologische Verfahren des landwirtschaftlichen Transports aus arbeitshygienischer Sicht ist auf den ersten Blick problematisch. Der höheren Lärmexposition auf Traktoren steht die höhere Schwingungsexposition auf Nutzkraftwagen gegenüber. Beide Grenzwertüberschreitungen sind aus standardrechtlicher Sicht gleichzusetzen. Bei der arbeitshygienischen Bewertung sollten jedoch weitere Kriterien hinzugezogen werden. So ist die gehörschädigende Wirkung unzulässig hoher Lärmpegel arbeitsmedizinisch bewiesen und findet auch ihren Ausdruck in den jährlichen Neuanerkennungen von Berufskrankheiten. Die Wirkung von

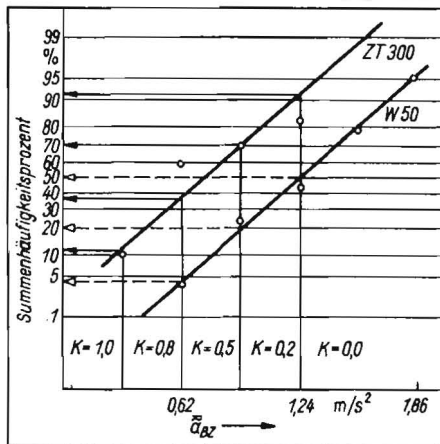


Bild 2. Verteilung der frequenzbewerteten Schwingbeschleunigungen  $\bar{a}_{wz}$  auf Traktoren ZT 300/303 (n = 30) und Nutzkraftwagen W50 (n = 25) beim Transport (Kennzahlenbereiche nach [9])

Ganzkörperschwingungen auf den Menschen ist dagegen noch weitgehend unklar und z. Z. Gegenstand intensiver arbeitsmedizinischer Forschungen. Berufskrankheiten, verursacht durch Ganzkörperschwingungen, sind bisher nur in wenigen Fällen durch Sonderentscheidungsverfahren anerkannt worden.

Unter Berücksichtigung dieser Fakten kommt der niedrigeren Lärmexposition auf Nutzkraftwagen eindeutig das Primat zu. Aus arbeitshygienischer Sicht sind also Transportverfahren mit Nutzkraftwagen denen mit Traktoren vorzuziehen.

#### 5. Zusammenfassung

Die arbeitshygienisch relevanten Umweltfaktoren Lärm und Ganzkörperschwingungen wurden auf Traktoren und Nutzkraftwagen beim landwirtschaftlichen Transport analysiert. Der Vergleich zeigt, daß der höheren Lärmexposition auf Traktoren eine höhere Schwingungsexposition auf Nutzkraftwagen gegenübersteht. Für beide Faktoren werden Hinweise zur Expositionsminderung gegeben.

Unter Berücksichtigung zusätzlicher arbeitsmedizinischer Informationen ist der Verfah-

rensvariante Transport mit Nutzkraftwagen aus arbeitshygienischer Sicht der Vorzug gegenüber Transportverfahren mit Traktoren zu geben.

#### Literatur

- [1] Scamoni, G.: Arbeitshygienische Untersuchungen technologischer Prozesse in der Pflanzenproduktion unter besonderer Berücksichtigung der Arbeitsplätze auf mobilen Maschinen. Humboldt-Universität Berlin, Sektion Pflanzenproduktion, Dissertation A 1986.
- [2] Scamoni, G., u. a.: Arbeitshygienisches Profigramm des Agrotechnikers/Mechanikers. Arbeitshygienisches Zentrum der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft Potsdam, 1982 (unveröffentlicht).
- [3] TGL 24 626/13 Land- und forsttechnische Arbeitsmittel. Allgemeine Prüfvorschriften. Lärm-messung an Arbeitsplätzen. Ausg. 1975. Verbindl. ab 1. Juli 1976.
- [4] TGL 32 625 Arbeitshygiene, Lärm am Arbeitsplatz. Messung und Bewertung. Ausg. 1982. Verbindl. ab 1. Sept. 1983.
- [5] TGL 24 626/21 Landtechnische Arbeitsmittel. Allgemeine Prüfvorschriften. Schwingungsmessungen an Arbeitsplätzen. Ausg. 1973. Verbindl. ab 1. Jan. 1972.
- [6] TGL 32 629 Arbeitshygiene. Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen. Messung und Bewertung. Ausg. 1983. Verbindl. ab 1. Jan. 1984.
- [7] TGL 32 624 Arbeitshygiene. Lärm am Arbeitsplatz. Grenzwerte. Ausg. 1983. Verbindl. ab 1. Jan. 1984.
- [8] TGL 32 628/01 Arbeitshygiene. Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen. Grenzwerte für Ganzkörperschwingungen am Arbeitsplatz. Ausg. 1983. Verbindl. ab 1. Jan. 1984.
- [9] Arbeitshygienische Komplexanalyse. In: Arbeitsmedizinische Tauglichkeits- und Überwachungsuntersuchungen. Rechtsvorschriften und Untersuchungsmethoden. Ministerium für Gesundheitswesen, Berlin 1982, S. 22-67; Änderungen und Ergänzungen, 1. Folge, Mai 1984.
- [10] Damberg, E.; Müller, G.: Schwingbeanspruchung von Fahrern in Nutzkraftwagen. Kraftfahrzeugtechnik, Berlin 30 (1980) 2, S. 50-52.
- [11] ABAO 361/3 Straßenfahrzeuge und deren Instandsetzung vom 13. Dez. 1977. GBl. der DDR, Sonderdruck Nr. 943.
- [12] Mönnich, H. T.; Scamoni, G.; Kundiev, Ju. I.; Tschernjuk, W. I.: Arbeitshygienisch-ergonomische Anforderungen an mobile Landmaschinen. Arbeitsschutz, Arbeitshygiene, Dresden 20 (1984) 3, S. 96-99. A 4904

## Internationaler Entwicklungsstand bei Ladewagen

Dr. agr. J. Pickert, Institut für Futterproduktion Paulinenaue der AdL der DDR

### 1. Einleitung

Ladewagen haben seit Jahren einen festen Platz in der Grobfutterproduktion vieler Landwirtschaftsbetriebe, besonders in den Südbezirken der DDR. In den mittleren und nördlichen Bezirken kommen sie nur vereinzelt zum Einsatz.

Über die Einsatzmöglichkeiten von Ladewagen in den verschiedenen Grobfutterproduktionsverfahren besteht bei vielen Praktikern in der DDR-Landwirtschaft nur wenig Kenntnis. Das ist ein Hemmnis für die weitere Verbreitung dieses Mechanisierungsmittels, das sich in zahlreichen Betrieben mit geeigneten Produktionsbedingungen vorteilhaft einsetzen läßt. Ziel dieses Beitrages ist es deshalb, besonders Leitungskader von LPG und VEG

näher mit diesem landtechnischen Arbeitsmittel bekanntzumachen.

### 2. Historische Entwicklung

Der Ladewagen ist ein Ernte- und Transportmittel für Grobfutter (Bild 1). Er ist traktoraggregiert, als Rüstvariante von Lastkraftwagen oder als selbstfahrende Erntemaschine im Einsatz. Anfangs wurden die Ladewagen überwiegend in kleineren bäuerlichen Landwirtschaftsbetrieben der Gebirgs- und Vorgebirgslagen eingesetzt. Damals wie heute sprechen folgende Argumente für den Ladewageneinsatz:

– Realisierung ganzer Arbeitsabläufe durch eine Arbeitskraft

- einfache, robuste Konstruktion, die wenig störanfällig und wartungsarm ist
- relativ geringe Anschaffungs- und Betriebskosten
- universelle Einsatzbarkeit für nahezu alle Produktionsverfahren von Grobfutter
- gute Eignung für den Einsatz in hängigem Gelände.

Heute setzen Betriebe aller Größenordnungen in den meisten west-, nord- und südwesteuropäischen Ländern, aber auch in der ČSSR, in der VR Polen und in der Ungarischen VR Ladewagen in den verschiedenen Grobfutterproduktionsverfahren ein. In der DDR gingen die Ladewagen FLWE5 (später HTS31.04, Hersteller: VEB KfL Meiningen) mit einer Nutzmasse bis zu 3 t und einem

Nutzvolumen von 26 m<sup>3</sup> im Jahr 1967 und HTS71.04 (Hersteller: VEB KLT Erfurt) mit einer maximalen Nutzmasse von 7 t und einem Nutzvolumen von 50 m<sup>3</sup> im Jahr 1984 in die Serienfertigung. Der HTS71.04 wurde von Stengler u. a. bereits in [1] ausführlich vorgestellt.

Im Vergleich zu anderen Landmaschinen mit gleichem Einsatzbereich ist der Ladewagen relativ neu (Bild 2). Der erste Prototyp wurde im Jahr 1960 vorgestellt. Die ersten in Serie produzierten Ladewagen sind im Jahr 1962 in der BRD und in Österreich angeboten worden. Dagegen waren die ersten Sammelpressen für Heu und Stroh bereits ab Anfang der 30er Jahre, der erste Feldhäcksler in Europa im Jahr 1943 im Einsatz. Der Ladewagen wurde seit seiner Erfindung innerhalb kurzer Zeit von vielen Firmen produziert. Allein in Westeuropa, dem Zentrum des Ladewagenbaus, gab es im Jahr 1968, also nur 6 Jahre nach Bekanntwerden dieser Erfindung, mehr als 35 Ladewagenhersteller, die dieses landtechnische Arbeitsmittel in etwa 80 Typen unterschiedlicher Bauweise anboten [3].

Die ersten Ladewagen Anfang der sechziger Jahre realisierten nur die Arbeitsarten Schwadladen, Transport und Entladen. Dazu verfügten sie über die Arbeitsorgane Aufnahmetrommel, Fördereinrichtung, Laderaum, Kratzerboden und Fahrwerk (Tafel 1). Später kamen weitere Arbeitsorgane hinzu, die die Einsatzmöglichkeiten der Ladewagen erweiterten und ihre Arbeitsqualität verbesserten (Tafel 2). Die technische Entwicklung des Ladewagens bis zur Gegenwart läßt sich in 3 Etappen gliedern.

#### Erste Etappe

(bis Mitte der sechziger Jahre)

Die Hersteller bieten Modelle mit den verschiedensten technischen Lösungsvarianten an. Nach den Einsatzerfahrungen der ersten Jahre setzen sich zum Ende dieser Etappe bis heute dominierende Bauprinzipie durch:

- Einachswagen (mit Einfach- oder Doppelachsen)
- frontseitig angeordnete Aufnahmetrommel
- Förderschwingen oder Rechenförderketten als Förderorgane.

#### Zweite Etappe

(bis Ende der sechziger Jahre)

In den Förderkanal werden zumeist feststehende Messer eingebaut, die das Halmgut



Bild 1. Ladewagen MV3-030 aus der ČSSR im Einsatz







Zeit (etwa)	Arbeitsmittel und -kräfte	Arbeitsarten		
		Beladen	Transport	Entladen
1910	 Pferdegespann mit Ackerwagen, Futterlader (angehängt), Handarbeitskräfte	x	x	x
1930	 Traktor mit Sammelpresse, Anhänger (Pritsche), Handarbeitskräfte	x	x	x
1940	 Traktor mit Feldhäcksler, Anhänger (Pritsche), Handarbeitskräfte	x	x	x
1950	 Traktor mit Futterlader, Anhänger (Pritsche), Handarbeitskräfte	x	x	x
1955	 Traktor mit Feldhäcksler, Selbstentladewagen	x	x	x
1960	 Traktor mit Ladewagen	x	x	x

Bild 2. Vorläufer des Ladewagens in der Futterernte nach [2]

grob zerkleinern (Messerabstand 120 bis 300 mm). Damit wird die Manipulation des Ladewagengutes wesentlich erleichtert. Der Einsatz von Dosierwalzen wird möglich, wenn auch noch nicht mit zufriedenstellender Arbeitsqualität.

#### Dritte Etappe (ab 1970)

Die Einführung von Kurzschnitt-Einrichtungen (Messerabstand  $\leq 70$  mm) ermöglicht

eine sicher dosierte Gutabgabe in Umschlagmittel und Lager oder bis in die Futterkrippe. Unter Beachtung der Stoffparameter des Halmgutes ist die Welksilageproduktion ohne Nachzerkleinerung möglich. Die gegenwärtigen Ladewagenmodelle sind technisch ausgereift und funktions sicher. Das internationale Angebot ist durch Baureihen unterschiedlicher Größe mit verschiedenen Zusatzeinrichtungen gekennzeichnet.

Tafel 1. Funktion und Bauweise der Arbeitsorgane von Ladewagen (ohne Zusatzbaugruppen)

Arbeitsorgan	Funktion	Bauweise
Schwadaufnehmer	Aufnahme des Halmgutes aus dem Schwaden	Aufnahmetrommel mit gesteuerten Zinken, gezogen oder geschoben, heck- oder frontseitig angeordnet, 1 350 bis 2 000 mm breit
Förderkanal	Leitung des Gutstromes vom Schwadaufnehmer in den Laderaum, Gehäuse für Förder- und Schneideinrichtung	Querschnitt rechteckig, Breite wie Schwadaufnehmer
Fördereinrichtung	Übernahme des Gutes vom Schwadaufnehmer, Förderung durch Förderkanal mit Schneideinrichtung in den Laderaum	Schubstangen, Förderschnecken, Förderschwingen, Rechenförderketten, mit Doppelzinken besetzt
Schneideinrichtung	Zerkleinerung des Halmgutes	feststehende Messer unter bestimmtem Schnittwinkel über gesamte Förderkanalbreite angeordnet, Gegenschneiden bilden Zinken der Fördereinrichtung
Laderaum mit Heckklappe	Übernahme des Gutes vom Förderkanal und Lagerung bis zur Entleerung	unterer Teil mit geschlossenen Bordwänden, oberer Teil mit Spriegel (Schwergut-/Leichtgutaufbau) oder geschlossen
Kratzerboden	Unterstützung der Laderaumfüllung und -entleerung	ein oder zwei Stegkettenförderer, mechanisch oder hydraulisch angetrieben
Fahrwerk	Träger der Arbeitsorgane, Lastabstützung auf der Fahrbahn	Normal-, Schwenk- oder Knickdeichsel, Tieflader oder Normalpritsche, Einfach-, Doppel-, Tandem- oder Vierradachse

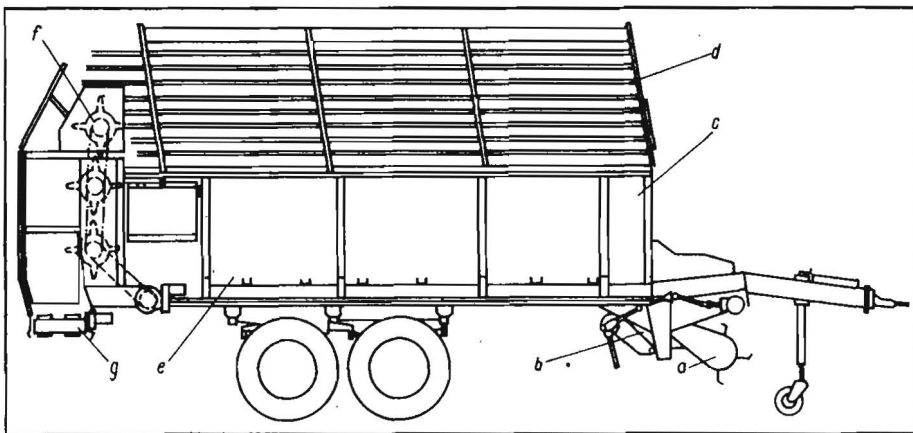


Bild 3. Schema eines Ladewagens;  
 a Aufnahmetrommel, b Schneid- und Förderorgan, c Laderaum (Schwergut Aufbau), d Laderaum (Leichtgut Aufbau), e Kratzerkettenförderer, f Dosierwalze, g Verteilband

**3. Funktionsweise und Bauformen der Arbeitsorgane**

Ladewagen sind Aggregate, die aus einer Reihe auch von anderen landtechnischen Arbeitsmitteln her bekannten Arbeitsorganen bestehen (Bild 3, s. a. Tafeln 1 und 2) und den im Bild 4 dargestellten Gutfluß realisieren, wobei das Halmgut aus dem Schwaden aufgenommen wird. Haben die Ladewagen eine Schwenkdeichsel, ist mit vorschaltbarem Mähwerk, entweder als Seitenanbaumähwerk am Traktor oder direkt vor der Aufnahmetrommel am Ladewagen, die Grünfütterernte aus dem Bestand möglich. Schwenkdeichseln sind aus Gründen der Fahrmechanik jedoch nur für kleinere Ladewagen geeignet.

Aber auch bei Ladewagen ohne Schwenkdeichsel ist die Ernte aus dem Bestand möglich, wenn der Traktor mit Frontmäherwerk ausgerüstet wird.

In Ladewagen werden prinzipiell die gleichen Aufnahmetrommeln wie bei der Sammelpresse oder wie beim Schwadaufnehmer

des Feldhäckslers verwendet. Heckseitig angeordnete Aufnahmetrommeln sind heute praktisch nur noch bei LKW mit Ladewagenaufbauten zu finden. Die geschobene Positionierung der Aufnahmetrommel hat die gezogene völlig verdrängt. Neben einer Reihe anderer Vorteile hat der Fahrer bei dieser Anordnung im Gegensatz zur gezogenen Variante die Möglichkeit, die Schwadaufnahme genau zu beobachten.

Zu Beginn der Ladewagenentwicklung wurden bei den Förderorganen bewährte technische Lösungen, wie Schubstangenförderer, Schneckenförderer, (einfache) Förder-schwinge, aus anderen landtechnischen Arbeitsmitteln übernommen. Später kamen spezielle, für den Ladewagen bestimmte Entwicklungen dazu, die die hohen Durchsatzmöglichkeiten der stärkeren Traktoren und den Schneidvorgang mit gleichmäßigerem Antriebsleistungsbedarf realisierten (Rechenkettenförderer, an einem Punkt gelagerte oder rotierende geteilte oder Mehrfach-schwinge). Sie sind heute dominierend.

Beide Prinzipie unterscheiden sich in der Förderleistung kaum.

Die Schneideinrichtung besteht aus feststehenden, über die gesamte Förderkanalbreite in Förderrichtung angeordneten Messern und den Zinken des Förderorgans. Während des Schneidens, das somit innerhalb des Fördervorgangs vollzogen wird, streifen die Zinken dicht an den Messern vorbei und zerteilen den Halmgutstrom entsprechend dem Abstand zwischen den Messern (Messerabstand = theoretische Schneidlänge). Die dabei erreichte tatsächliche Teilchenlänge liegt nur dann im Bereich der theoretischen Schneidlänge, wenn die Halme senkrecht auf die Messer treffen. Das ist nur bei relativ wenigen der Fall, so daß die realisierte Schneidlänge z. T. erheblich über der theoretischen liegt und einige Halme ungeschnitten das Schneidwerk passieren. Durch Ein- und Ausschwenken einzelner Messer oder von Messergruppen (Segmente) kann der Messerabstand in einem großen Bereich von „ungeschnitten“ bis „Kurzschritt“ variiert werden. Die kürzeste, gegenwärtig realisierte Schneidlänge liegt bei 20 mm. Sie wird mit 72 Messern erreicht. Die meisten Kurzschneideinrichtungen haben in Abhängigkeit von der Förderkanalbreite jedoch 25 bis 40 Messer, die, zumeist in zwei Reihen angeordnet, theoretische Schneidlängen von 40 bis 50 mm ermöglichen. In herausgeschwenkter Stellung sind die eingebauten Messer mit Handschleifgeräten nachschleifbar.

Zum heutigen Stand der Schneidwerksentwicklung beim Ladewagen gehört die Sicherung der Messer vor Beschädigungen durch Fremdkörper, die mit dem Schwaden aufgenommen wurden (Steine, metallische Gegenstände). Im Gegensatz zu Zerkleinerungsaggregaten mit beweglichen Messern, z. B. Schneidwurf-trommeln der Feldhäckslers, ist diese Fremdkörpersicherung relativ einfach gelöst. Sie besteht zumeist aus Hebelkon-

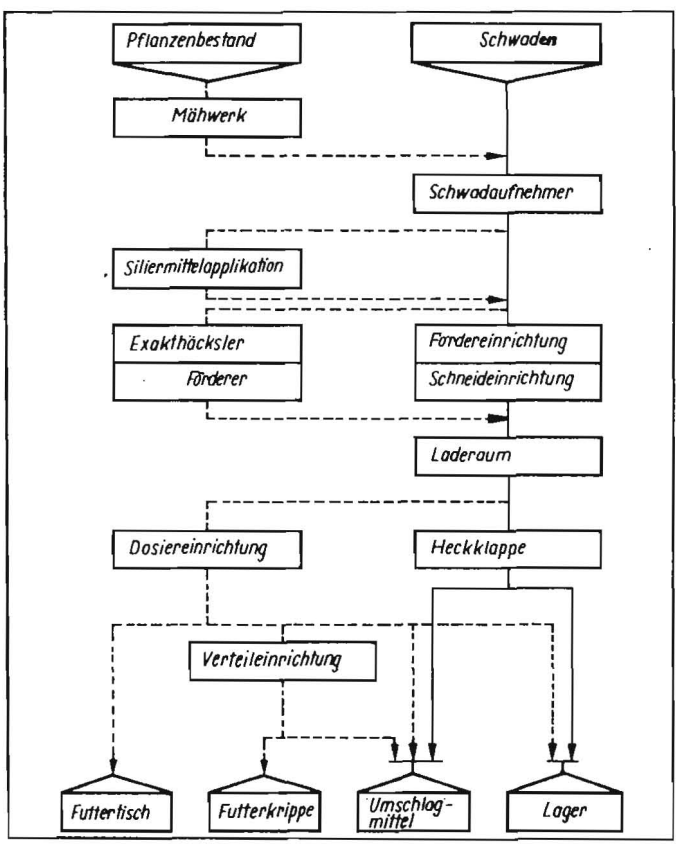
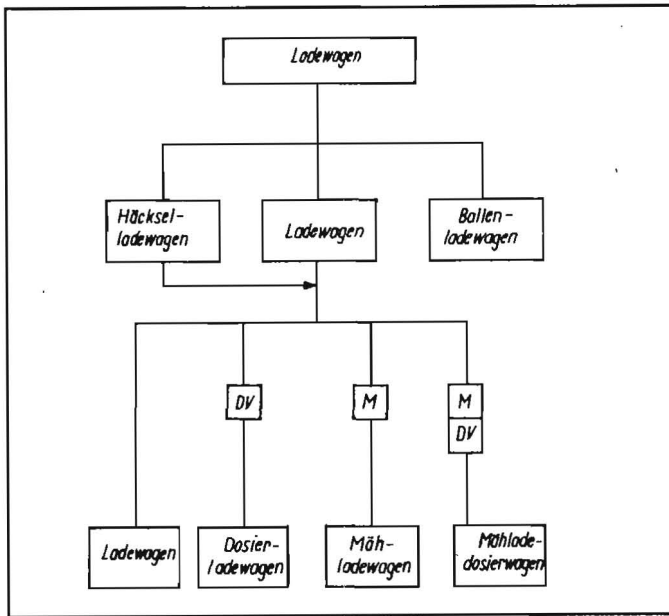


Bild 4. Durchgang des Halmgutes durch die Arbeitsorgane von Ladewagen;  
 ————— herkömmlicher Ladewagen  
 - - - - - zusätzliche Arbeitsorgane oder Modifikationen

Tafel 2. Effekte der Weiterentwicklung des Ladewagens

Arbeitsorgan	Effekt
Grobschnitt-Schneidwerk	bessere Manipulierbarkeit des Ladewagengutes, Voraussetzung für dosierte Entladung
Kurzschritt-Schneidwerk	weitere Verbesserung der Manipulierbarkeit des Gutes, Verbesserung der Dosierqualität, Einsatz zur Silageproduktion ohne nachfolgende Zerkleinerung möglich
Dosiereinrichtung	höhere Gleichmäßigkeit der Gutabgabe, Voraussetzung für Futterverteilvorrichtungen
Verteilvorrichtung (mit Dosierer aggregiert)	Gutabgabe bis in die Futterkrippe möglich
Schwenkdeichsel	Verminderung des Überfahrens seitlicher Partien breiterer Schwaden mit den Traktorrädern, Vorschaltung eines seitlichen Mähwerks am Traktor oder eines Mähwerks am Ladewagen möglich
Knickdeichsel	Erhöhung der Bodenfreiheit der Aufnahmetrommel zur besseren Manövrierfähigkeit, Überfahren von Silos möglich
Mähwerk	Fütterernte aus dem Bestand ohne zusätzliches Traktormähwerk möglich
Applikationsgerät für Silierzusätze	Produktion von Silagen mit Silierzusätzen
Vierrad-Fahrwerk	Verminderung der Narbenschädigung mehrschichtiger Futterpflanzen, Einsatz auf wenig tragfähigen Standorten möglich



Tafel 3. Einsatzmöglichkeiten verschiedener Arten von Ladewagen

Einsatzgebiet (Gutart)	Ladewagenart			
	Ladewagen	Dosierlade- wagen	Mählade- wagen	Mählade- dosierwagen
Frischfutter	E, T	E, T, V	E, T	E, T, V
Heu	E, T	E, T, V	T	T, V
Stroh	E, T	E, T, V	T	T, V
Welkgut	E, T	E, T, V	T	T, V
Welksilage		V		V
Zuckerrübenblatt	E, T	E, T, V	T	T, V
Zuckerrübenblatt- Silage		V		V
Silomais	T	T, V	T	T, V
Maissilage		V		V
Grobfuttergemische		V		V

E Erntemaschine, T Transportanhänger, V Futterverteilwagen

Bild 5. Systematik der Ladewagen;  
DV Dosier- und Verteileinrichtung, M Mähwerk

struktionen mit Federn. Nach Überschreiten eines bestimmten Grenzwerts wird das einzelne Messer oder das Segment durch den vom Fremdkörper ausgelösten Druck zurückgeklappt. Nach Passieren des Fremdkörpers bringt die Feder die Messer in ihre Arbeitsposition zurück, ohne daß eine nennenswerte Arbeitsunterbrechung eingetreten ist.

Der Laderaum ist mit einem Kratzerkettenförderer ausgerüstet. Das durch das Förderorgan in den Laderaum gepreßte Gut wird mit dem Kratzerkettenförderer durch periodisches Vorschieben im gesamten Laderaum verteilt und nach dem Transport am Bestimmungsort entladen. Je trockener das Erntegut ist, um so seltener wird dieser Förderer eingeschaltet – bei Dürre und Stroh kaum, bei Frischfutter häufig.

Der Laderaum wird heckseitig durch die Heckklappe oder den Dosierer abgeschlossen. Wegen der z. T. großen Halm-längen sind die Dosierwalzen geschlossen und haben einen relativ großen Durchmesser. Sie ermöglichen die gleichmäßige, dosierte Ablage des Gutes entweder breit in Fahrtrichtung oder mit Hilfe eines Verteilbandes oder einer Querförderschnecke in der gewählten Richtung (vgl. Bild 4). Vielfältig sind die angebotenen Varianten der Gestaltung des Fahrwerks, die alle in Tafel 2 angegebenen Möglichkeiten umfassen und vom Nutzer entsprechend seinen Einsatzanforderungen ausgewählt werden. Das Vierrad-Fahrwerk kommt vorrangig beim Ladewagen zur Anwendung. Dabei sind die vier großvolumigen Niederdruckreifen nebeneinander angeordnet. Auf diese Weise wird dem für Fahrzeuge mit Doppelachse typischen Abscheren der Bestandsnarbe mehrschnittiger Kulturen bei gleicher Lastabstützung entgegengewirkt. Beim Einsatz von Ladewagen besteht ferner die Möglichkeit, Konservierungsmittel während der Gutaufnahme zuzusetzen. Gegenwärtig sind dafür lediglich auf den Ladewagen aufbaubare Dosierer für granulierten Stoffe bekannt. Ein bereits in den 60er Jahren angewendetes Verfahren des Einsatzes flüssiger Konservierungsmittel aus einem am Zugtraktor aggregierten Behälter auf den aufgenommenen Schwaden hat sich offensichtlich nicht bewährt.

#### 4. Systematik und Einsatzmöglichkeiten

Neben den herkömmlichen Ladewagen werden auch Häckselladewagen und Ballenladewagen zu den Ladewagen gezählt. Die Häckselladewagen unterscheiden sich von den herkömmlichen Ladewagen dadurch, daß sie anstelle des Förderkanals mit Förder- und Schneidorgan über ein Exakthäckselaggregat verfügen. Das Häckselaggregat hat im Unterschied zur Kombination gezogener Feldhäcksler/angehängte Transporteinheit kein eigenes Fahrwerk. Der Häckselladewagen verbindet zwar die Produktion von gärbio-logisch günstigem Exakthäckselgut mit einigen transportökonomischen Effekten des Ladewagens, jedoch werden die Gutverdichtung im Laderaum und die geringe Störanfälligkeit nicht erreicht. Ballenladewagen unterscheiden sich in ihrem Aufbau und ihrer Funktion grundlegend von den zwei anderen Gruppen. Sie sollen darum hier nicht näher behandelt werden.

Mit Ausnahme weniger Abhängigkeiten ist die Kombination fast aller Varianten der Arbeitsorgane (Tafeln 1 und 2) untereinander zu aufgabenorientierten Ladewagenmodellen nach dem Baukastenprinzip möglich. Dementsprechend vielfältig ist das internationale Typenangebot. Die in Publikationen verwendeten Einteilungen und Termini sind ebenso variationsreich und oftmals unübersichtlich. Wenn man davon ausgeht, daß Kurzschnitt-Schneidwerke bei fast allen Ladewagen zum Standardangebot gehören, erscheint eine Systematik unter Berücksichtigung der Dosiereinrichtung und des Mähwerks sinnvoll (Bild 5). Das hauptsächliche Einsatzgebiet aller dargestellten Bauformen von Ladewagen ist natürlich die Ernte von Halmfutter. Daneben ist aber auch der Einsatz als Transportanhänger oder als Verteilfahrzeug für Grobfutter, ja sogar für Stall-dung möglich. Dieser potentiellen Vielseitigkeit tragen die meisten Ladewagenhersteller Rechnung, indem, soweit vorhanden, Mähwerke, Verteilbänder, Dosiereinrichtungen und in einigen Fällen das gesamte Förder- und Schneidorgan rückrüstbar gestaltet werden (Tafel 3). Das ist zweifellos ein vorteilhafter Aspekt in der Ökonomie des Einsatzes der einzelnen Maschine (Erhöhung der Schlagkraft von Transportkomplexen oder Einsparung von Investitionen).

Insgesamt gibt es somit kaum ein Einsatzgebiet in der Futterproduktion, in das sich der Ladewagen nicht in einer der drei genannten Einsatzvarianten technisch einordnen läßt. Die praktische Umsetzung der Vorteile des Ladewageneinsatzes insgesamt bringt jedoch nicht zu unterschätzende Konsequenzen für die Arbeitsorganisation, die technologische Gestaltung der dem Ladewagen vor- und nachgelagerten Prozesse und die bautechnische Auslegung der Umschlagplätze und Futtergänge mit sich.

#### 5. Zusammenfassung

Ausgehend von der historischen Entwicklung des Ladewagenbaus werden die vielfältigen Typen und Bauformen des internationalen Marktes analysiert und unter sparsamer Verwendung technischer Detailinformationen beschrieben und systematisiert. Einsatzmöglichkeiten werden dargestellt.

#### Literatur

- [1] Stengler, K.-H.; Scholz, W.; Heinkel, H.: Futterladewagen HTS71.04 – ein neues Mechanisierungsmittel zur effektiven Grobfutterernte. agrartechnik, Berlin 34 (1984) 3, S. 95–100.
- [2] Brenner, W. G.: Der Ladewagen – eine erfreuliche Erscheinung der Landtechnik. Landtechnik, Lehrte 21 (1966) 22, S. 762–770.
- [3] Typentabelle Ladewagen. Landtechnik, Lehrte 23 (1968) 8, S. 223–226. A 4890