

Dr. Norbert Fröba



Februar 1999

Landwirtschaftlicher Transport

Dr.-Ing. Norbert Fröba ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Abteilung Landbewirtschaftung, Bartningstraße 49, 64289 Darmstadt.

Bildnachweis:

2.1, 2.2, 2.3, 3.1, 3.2, 3.3, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 5.1, 5.3, 5.6, 5.8, 5.9, 5.11, 5.14, 5.15, 5.16, 5.17, 5.18, 6.1, 6.4, 7.1: Autor

3.4, 5.2, 5.4, 6.2: Archiv Landtechnik

5.5, 5.7, 5.10, 5.12, 5.13, 6.3: Werkbild

6.5: Heitmann, LWK Hannover

Herausgeber:

Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft (RKL)

Leiter: Dr. Hardwin Traulsen

Am Kamp 13, 24783 Rendsburg-Osterrönhof

Telefon: 04331-847940, Fax: 04331-847950

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Zustimmung des Herausgebers

Sonderdruck aus der Kartei für Rationalisierung 3.0

Landwirtschaftlicher Transport

Inhalt	Seite	
1	Einleitung	317
2	Rahmenbedingungen	317
2.1	Rechtliche Rahmenbedingungen	317
2.1.1	Güterkraftverkehrsgesetz	317
2.1.2	Straßenverkehrs-Ordnung (StVO) - Sonntagsfahrverbot	318
2.1.3	Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO)	318
2.1.3.1	Betriebserlaubnis und Zulassungspflicht	318
2.1.3.2	Technische Überwachung	319
2.1.3.3	Zulässige Abmessungen	321
2.1.3.4	Zulässige Achslasten und Gesamtmassen (Gesamtgewichte)	322
2.1.3.5	Kenntlichmachung von landwirtschaftlichen Fahrzeugen und Geräten	323
2.1.3.6	Anforderungen an Bremsen von landwirtschaftlichen Anhängern	324
2.1.4	Führerscheine	324
2.1.5	Gefahrgutverordnung Straße (GGVS)	327
2.1.6	Sozialvorschriften	327
2.2	Technische Rahmenbedingungen	328
2.2.1	Leistungsfähigkeit der Ernte- und Ausbringtechnik	328
2.2.2	Leistungsbedarf der Fahrzeuge	329
2.2.3	Fahrbahnen	330
2.3	Sonstige Rahmenbedingungen	331
2.3.1	Stoffeigenschaften landwirtschaftlicher Güter	331
2.3.2	Zeiträume für Transporte	332
2.3.3	Transportentfernungen und Fahrbahnen	333
3	Allgemeine technische Aussagen	334
3.1	Anhängevorrichtungen	334
3.1.1	Arten von Anhängevorrichtungen	334
3.1.2	Obenanhängung: Anhängerkupplung und zugehörige Zugöse	334
3.1.3	Untenanhängungen	336
3.1.3.1	Hitchhaken und Hitchöse	337
3.1.3.2	Piton-Fix und Hitchöse	338
3.2	Fahrwerk, Achsen, Federung	338
3.3	Bremsen	340
3.3.1	Auflaufbremsen	340
3.3.2	Druckluftbremsen	341
3.3.3	Hydraulische Bremsen	342
3.4	Reifen	342
3.5	Rahmenbauart - Bodenangepassung	343

Inhalt	Seite	
4	Verfahrensketten - Umschlagtechnik	344
4.1	Logistik im landwirtschaftlichen Transportwesen	344
4.2	Einphasige oder mehrphasige Transporte?	345
5	Transportfahrzeuge	345
5.1	Kriterien zur Auswahl	345
5.2	Universaltransportfahrzeuge	347
5.2.1	Plattformwagen	347
5.2.2	Kippanhänger (Dreiseiten-, Zweiseiten-, Heckkipper)	348
5.2.3	LKW (mit und ohne Kippeinrichtung)	355
5.2.4	Containerfahrzeuge (Selbstfahrer oder Anhänger)	357
5.2.5	Kleintransporter - Pick-Up	359
5.3	Spezialtransportfahrzeuge	359
5.3.1	Ladewagen (Losegut, Ballen)	359
5.3.1.1	Losegutladewagen	359
5.3.1.2	Ballenladewagen	361
5.3.2	Gülletransportfahrzeuge	365
5.3.3	Stalldung-, Kompoststreuer	368
5.3.4	Umladewagen	370
6	Gerätetransport und Ballastierung	371
6.1	Übersicht der Gerätetransportverfahren	371
6.2	Ballastierung	372
6.3	Verbindungseinrichtungen	373
6.4	Spezielle Transportvorrichtungen	374
7	Kostenbetrachtungen zum Universaltransportanhänger	376
7.1	Anschaffungskosten	376
7.2	Feste und variable Kosten	377
7.3	Transportkosten	378
7.4	Eigenmechanisierung oder Fremdarbeit	379
8	Zusammenfassung	380
	Literatur	381
	Verwendete Abkürzungen	383
	Verwendete Formelzeichen	384
	Checkliste zum Anhängerkauf	385
	Stichwortverzeichnis	390

1 Einleitung

"Die Landwirtschaft ist ein Transportunternehmen wider Willen" oder "Das Geld des Landwirts klebt am Reifen". Die Aussage dieser schon oft zitierten Sätze hat in den letzten Jahren noch mehr an Bedeutung gewonnen, da einerseits die Leistungsfähigkeit der Ernte- und Ausbringegeräte enorm gestiegen ist und andererseits die Transportentfernungen sowohl innerbetrieblich als auch außerbetrieblich weiter gewachsen sind.

Die zur Erledigung dieser Arbeiten verwendeten Fahrzeuge und Maschinen werden heute nicht mehr als Einzelmaschine sondern als Glied in der Kette Transport, Umschlag und Lagerung betrachtet und unter logistischen Aspekten bewertet.

So reicht das Angebot der Transportfahrzeuge inzwischen von universell einsetzbaren Kippanhängern bis zu monofunktionalen Selbstfahrern, wie den Gülleausbringfahrzeugen. Daneben haben Radlader, Teleskoplader und Gabelstapler den Traktor mit Frontlader bei den Umschlaggeräten abgelöst.

Aufbauend auf den straßenverkehrsrechtlichen, technischen und sonstigen Rahmenbedingungen werden die wichtigsten Bauteile der Fahrzeuge beschrieben, unterschiedliche verfahrenstechnische Lösungen diskutiert und die Einsatzmöglichkeiten der verschiedenen Fahrzeuge vorgestellt.

Abschließend werden Transportarbeiten mit Universaltransportanhängern unter ökonomischen Gesichtspunkten betrachtet.

2 Rahmenbedingungen

2.1 Rechtliche Rahmenbedingungen

2.1.1 Güterkraftverkehrsgesetz

Im Güterkraftverkehrsgesetz (GüKG) werden alle Transportvorgänge auf öffentlichen Straßen geregelt. Dabei wird zwischen gewerblichem Güterverkehr und Werkverkehr unterschieden. Eine Unterscheidung von Nah- und Fernverkehr gibt es nicht mehr, und es ist keine Standortbestimmung mehr notwendig. Das GüKG gilt für alle Transporte mit Kraftfahrzeugen mit einem zulässigen Gesamtgewicht von mehr als 3,5 t (einschließlich Anhänger).

Die Vorschriften des GüKG für allgemeine Transportvorgänge gelten für die üblichen land- oder forstwirtschaftliche Transporte aber nicht. Die Ausnahmetatbestände sind in § 2 des GüKG genau beschrieben. Für die Landwirtschaft sind folgende Ausnahmen von den Vorschriften wichtig:

- die Beförderung von Milch und Milcherzeugnissen für andere zwischen landwirtschaftlichen Betrieben, Milchsammelstellen und Molkereien durch landwirtschaftliche Unternehmer, sofern der Unternehmer nicht im Besitz der Erlaubnis für den Güternahverkehr ist;
- die in land- und forstwirtschaftlichen Betrieben übliche Beförderung von land- und forstwirtschaftlichen Bedarfsgütern oder Erzeugnissen für andere Betriebe dieser Art
 - a) für eigene Zwecke

- b) für andere Betriebe dieser Art
 - aa) im Rahmen der Nachbarschaftshilfe oder
 - bb) im Rahmen eines Maschinenringes oder eines vergleichbaren wirtschaftlichen Zusammenschlusses, sofern die Beförderung innerhalb eines Umkreises von 75 km Kilometern in der Luftlinie um den Mittelpunkt des Standorts des Kraftfahrzeuges im Sinne des § 23 Abs. 1 Satz 1 der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung mit Zugmaschinen oder Sonderfahrzeugen durchgeführt wird, die von der Kraftfahrzeugsteuer befreit sind.

Nähere Informationen sind in Jung, W.: Verkehrsrechtliche Rahmenbedingungen bei landwirtschaftlichen Transporten (KTBL-Loseblattsammlung, Erste Nachlieferung 1999) enthalten.

2.1.2 Straßenverkehrs-Ordnung (StVO) - Sonntagsfahrverbot

An Sonn- und Feiertagen (in der Zeit vom 1. Juli bis 31. August auch an Samstagen von 07.00-20.00 Uhr) dürfen in der Zeit von 0 bis 22 Uhr Lastkraftwagen mit einer zulässigen Gesamtmasse über 7,5 t sowie Anhänger hinter Lastkraftwagen grundsätzlich nicht verkehren.

Das Verbot gilt u. a. nicht für

- die Beförderung von
 - a) frischer Milch und frischen Milcherzeugnissen,
 - b) frischem Fleisch und frischen Fleischerzeugnissen,
 - c) frischen Fischen, lebenden Fischen und frischen Fischerzeugnissen,
 - d) leichtverderblichem Obst und Gemüse einschließlich Frühkartoffeln,
- Leerfahrten, die im Zusammenhang mit diesen Fahrten stehen.
- Zugmaschinen (ohne Anhänger), die ausschließlich dazu dienen, andere Fahrzeuge zu ziehen, ferner Zugmaschinen mit Hilfsladefläche, deren Nutzlast nicht mehr als das 0,4-fache der zulässigen Gesamtmasse beträgt.

In besonderen Fällen (z.B. Erntetransporte) können die zuständigen Landesverkehrsbehörden auch Einzelausnahmegenehmigungen erteilen.

2.1.3 Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO)

2.1.3.1 Betriebserlaubnis und Zulassungspflicht

Grundsätzlich bedürfen Kraftfahrzeuge mit einer durch die Bauart bestimmten Höchstgeschwindigkeit von mehr als 6 km/h und ihre Anhänger einer Betriebserlaubnis und Zulassung für den öffentlichen Straßenverkehr.

- Betriebserlaubnis

Die Betriebserlaubnis wird beim Kauf in der Regel vom Hersteller bzw. Verkäufer mitgeliefert und ist für Iof Anhänger bis 25 km/h Betriebsgeschwindigkeit, selbstfahrende Arbeitsmaschinen, angehängte oder aufgesattelte land- oder forstwirtschaftliche (Iof) Arbeitsgeräte mit mehr als 3 t zulässiger Gesamtmasse (zGM) und alle zulassungspflichtigen Fahrzeuge notwendig. Liegt die Betriebserlaubnis nicht vor, muß ein anerkannter Sachverständiger über die Beschaffenheit des Fahrzeugs oder Arbeitsgerätes ein Gutachten

erstellen, um eine Einzelbetriebserlaubnis zu erhalten. Der Halter ist dafür verantwortlich, daß eine Betriebserlaubnis vorhanden ist und muß daher bereits beim Kauf darauf achten, daß diese vorliegt. Die Betriebserlaubnis kann bei nachträglichen Änderungen am Fahrzeug erlöschen. Für eine Vielzahl von Veränderungen sind im Beispielkatalog zu § 19 StVZO (VkBf. 1994, S. 155) die damit verbundenen Auflagen beschrieben. Ist die beabsichtigte Veränderung nicht aufgeführt, sind die notwendigen Maßnahmen in Zusammenarbeit mit der Zulassungsstelle durchzuführen.

- Zulassungspflicht

Die Zulassung eines Fahrzeugs durch die Zulassungsstelle erfolgt durch die Ausfertigung eines Fahrzeugscheins (auf der Basis des Fahrzeugbriefes) und durch die Zuteilung eines abgestempelten Kennzeichens.

Von der Zulassungspflicht befreit (zulassungsfrei) sind folgende Fahrzeuge und Maschinen:

- Kraftfahrzeuge (z. B. Traktoren) bis zu einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit (bbH) von 6 km/h,
- selbstfahrende Arbeitsmaschinen (Mähdrescher, Rübenroder, Teleskoplader usw. - siehe Liste zu §18 StVZO) mit einer bbH bis 20 km/h. Gabelstapler sind keine selbstfahrenden Arbeitsmaschinen,
- einachsige Zugmaschinen, die nur in der Land- oder Forstwirtschaft verwendet werden,
- einachsige Zug- oder Arbeitsmaschinen, die von Fußgängern an Holmen geführt werden,
- lof Arbeitsgeräte
- Anhänger, wenn gleichzeitig folgende Kriterien erfüllt sind:
 - Einsatz in einem lof-Betrieb nur für lof-Zwecke (Der Transport muß auf dem lof-Betrieb beginnen oder enden.)
 - Gezogen von einer Zugmaschine oder selbstfahrenden Arbeitsmaschine
 - Tatsächliche Fahrgeschwindigkeit (Betriebsgeschwindigkeit) nicht schneller als 25 km/h
 - Kennzeichnung mit einem Geschwindigkeitsschild „25 km/h“ an der Rückseite des Fahrzeugs (wird dieses Schild durch Ladung verdeckt, ist ein Schild an der rechten Seite des Fahrzeugs nötig).

Versicherungspflicht

Die Versicherungspflicht von Fahrzeugen ist mit der Zulassungspflicht gekoppelt. Da zulassungsfreie selbstfahrende Arbeitsmaschinen und Anhänger nicht haftpflichtversicherungspflichtig sind, sollten diese über die Betriebshaftpflicht mitversichert werden. Im Einzelfall ist die Deckung durch Betriebshaftpflicht zu überprüfen.

2.1.3.2 Technische Überwachung

In der Land- und Forstwirtschaft eingesetzte Transportanhänger mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit unter 25 km/h sind zulassungsfrei (gilt nicht für Lohnunternehmer) und unterliegen nicht der technischen Überwachung.

Die Technische Überwachung der untersuchungspflichtigen Fahrzeuge erfolgt durch Hauptuntersuchungen, Zwischenuntersuchungen und Bremsensonderuntersuchungen. Tabelle 2.1 zeigt die Zeitspannen für Hauptuntersuchung, Zwischenuntersuchung und Bremsensonderuntersu-

chung zulassungspflichtiger Anhänger in Abhängigkeit von ihrer zulässigen Gesamtmasse. Für Traktoren und Zugmaschinen erfolgt eine zusätzliche Unterscheidung nach der bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit.

Tab. 2.1: Zeiträume zur Untersuchung von Zugmaschinen/Traktoren, Anhängern und selbstfahrenden Arbeitsmaschinen (StVZO § 29). HU: Hauptuntersuchung, ZU: Zwischenuntersuchung, BSU: Bremsensonderuntersuchung

vH ¹⁾ [km/h]	Zugmaschine		Anhänger				Selbstfahrende Arbeitsmaschine			
	≤ 40	> 40 km/h	> 25 km/h				> 20 km/h			
zGM ²⁾ [t]		≤ 6	> 6	< 3,5	3,5 ≤ 6	6 ≤ 9	> 9	< 3,5	3,5 ≤ 6	> 6
HU [Monate]	24	12	12	24	12	12	12	24	12	12
ZU ³⁾ [Monate]			6				6			
BSU [Monate]			12			12	12			12

1) vH: Durch die Bauart bedingte Höchstgeschwindigkeit

2) zGM: Zulässige Gesamtmasse (Zulässiges Gesamtgewicht) des Fahrzeugs

3) Bei Erstzulassung entfällt im ersten Jahr die Zwischenuntersuchung

Das Bestehen der technischen Untersuchung wird durch einen Prüfbericht und durch die Prüfplakette bescheinigt. Sie werden mit Ablauf von 2 Monaten nach dem auf der Plakette angegebenen Monat ungültig.

Neuregelung der Vorschriften zur technischen Überwachung

Ab 1.12.1999 besteht die technische Überwachung zulassungspflichtiger Fahrzeuge nur noch aus den Hauptuntersuchungen und den Sicherheitsprüfungen. Zwischenuntersuchungen und Bremsensonderuntersuchung entfallen. Es gelten auch geänderte Grenzen hinsichtlich der Gesamtmasse und Höchstgeschwindigkeit. Eine Übersicht zeigt Tabelle 2.2.

Tab. 2.2.: Zeiträume zur Untersuchung von Zugmaschinen/Traktoren/Selbstfahrenden Arbeitsmaschinen/LKW und Anhängern (StVZO § 29). HU: Hauptuntersuchung, SP: Sicherheitsprüfung

Zugmaschinen/Traktoren/Selbstfahrende Arbeitsmaschinen/LKW					
vH [km/h]	≤ 40	> 40			
zGM [t]	-	≤ 3,5	3,5 ≤ 7,5	7,5 ≤ 12	> 12
HU [Monate]	24	24	12	12	12
SP [Monate]				6 ¹⁾	6 ²⁾
Anhänger					
vH [km/h]	≤ 40	> 40			
zGM [t]	-	≤ 0,75	0,75 ≤ 3,5	3,5 ≤ 10	> 10
HU [Monate]	24	24 ³⁾	24	12	12 ⁴⁾
SP [Monate]					6

1) Bei Erstzulassung entfällt in den ersten 3 Jahren die Sicherheitsprüfung

2) Bei Erstzulassung entfällt in den ersten 2 Jahren die Sicherheitsprüfung

3) Nach der Erstzulassung ist die erste Hauptuntersuchung nach 36 Monaten fällig

4) Bei Erstzulassung entfällt in den ersten 2 Jahren die Sicherheitsprüfung

Für die in der Landwirtschaft sehr weit verbreiteten Traktoren und Anhänger mit Höchstgeschwindigkeiten bis 40 km/h ist unabhängig von der zulässigen Gesamtmasse nur eine Hauptuntersuchung alle 2 Jahre fällig. Bei schnellaufenden Traktoren und Anhängern (über 40 km/h) sind in Abhängigkeit von der zulässigen Gesamtmasse kürzere Überwachungszeiträume einzuhalten. Die geänderten Zeitspannen treten allerdings erst endgültig am 1.12.1999 in Kraft. Bis zu diesem Zeitpunkt gelten als Übergangsregelung die alten Bestimmungen.

Die Prüfplaketten verlieren nach der neuen Regelung bereits nach Ablauf des für die Überprüfung angezeigten Monats ihre Gültigkeit. Die Möglichkeit zu „überziehen“ und die Prüfabstände nach „hinten zu verschieben“ besteht nicht mehr, da der nächste Zeitraum immer mit Ablauf des vorherigen und nicht mit der Durchführung der Untersuchung beginnt.

2.1.3.3 Zulässige Abmessungen

Die höchstzulässigen Abmessungen sind für Kraftfahrzeuge, Anhänger und für Fahrzeugkombinationen in § 32 StVZO und in § 22 StVO, für die Mitführung von Ladung in der Form von land- oder forstwirtschaftlichen Erzeugnissen, festgelegt.

Abbildung 2.1 zeigt eine Übersicht der zulässigen Abmessungen mit und ohne Ladung am Beispiel eines Zuges bestehend aus Traktor und zwei Anhängern.

Breite:

Fahrzeuge (Zugmaschinen, Anhänger) bis 2,55 m. Sind die Fahrzeuge mit Niederdruckbreitreifen ausgerüstet, dürfen sie durch die Reifen bedingt laut 35. Ausnahme-Verordnung bis zu 3 m breit sein.

lof-Arbeitsgeräte an Zugmaschinen oder Anhängern bis 3,00 m (auf Autobahnen und Kraftfahrstraßen dürfen lof-Arbeitsgeräte auch nur 2,55 m breit sein)

Ladung (nur land- oder forstwirtschaftliche Erzeugnisse) auf lof Fahrzeugen bis 3,00 m (auf Autobahnen und Kraftfahrstraßen gilt die Grenze von 2,55 m) ; § 22 StVO

Höhe:

Fahrzeuge (Zugmaschine, Anhänger) bis 4,00 m

Ladung bestehend aus land- oder forstwirtschaftlichen Erzeugnissen darf höher als 4,00 m sein (auf Autobahnen und Kraftfahrstraßen ist eine Überschreitung der Höhenbegrenzung nicht zulässig) ; § 22 StVO.

Länge:

- Einzelfahrzeug (Zugmaschine, Anhänger) bis 12,00 m
- Züge, bestehend aus ziehendem Fahrzeug und 1 bis 2 Hängern bis 18,00 m. Für die Neuen Bundesländer besteht die Möglichkeit von Einzelausnahmegenehmigungen für die Weiterverwendung von 2 HW80-Anhängern im Doppelzug.
- Zug mit Ladung zusammen = 20,00 m. Dabei darf die Ladung nach hinten bis 1,50 m - bei einer Entfernung bis 100 km bis zu 3 m - hinausragen. Ragt die Ladung mehr als 1,00 m über die Rückstrahler, ist sie kenntlich zu machen (30 x 30 cm hellrote Fahne/Schild an Querstange, ggf. Rückleuchte); § 22 StVO.

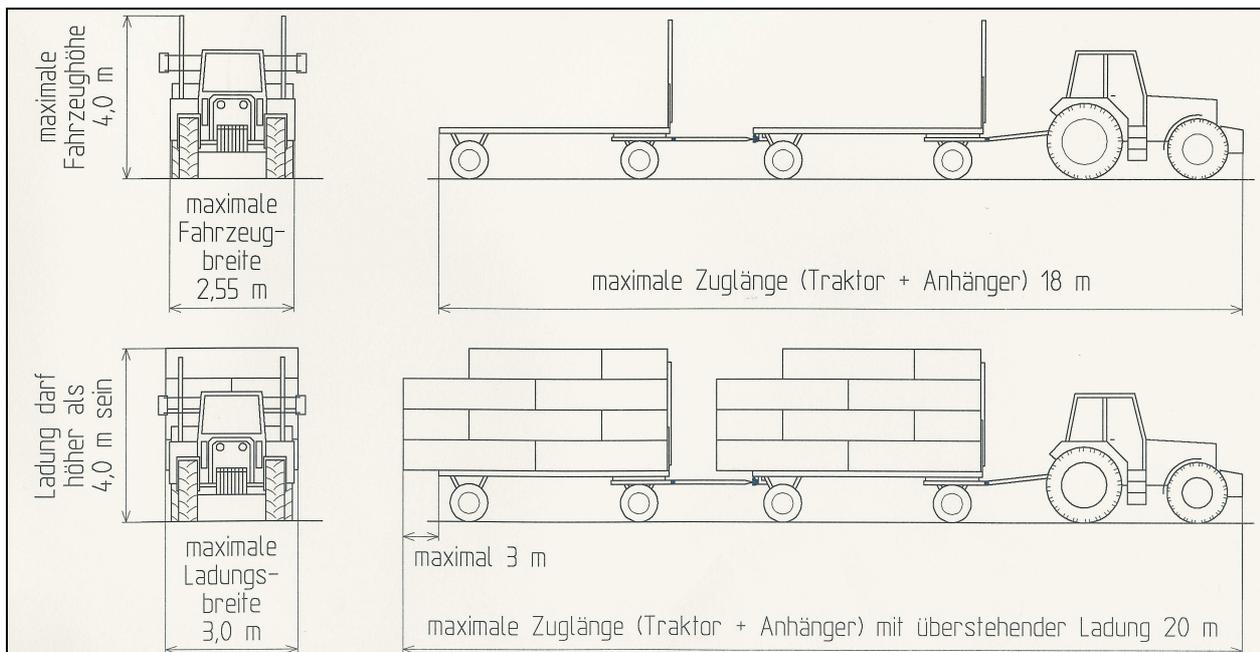


Abb. 2.1: Zulässige Abmessungen von landwirtschaftlichen Fahrzeugen und Zügen mit und ohne Ladung

2.1.3.4 Zulässige Achslasten und Gesamtmassen (Gesamtgewichte)

Neben den Außenabmessungen unterliegen auch die Achslasten und die Gesamtmasse (Gesamtgewicht) von Fahrzeugen Beschränkungen (§ 34 StVZO). Die zulässigen Achslasten, in Abhängigkeit vom Achsabstand, sind für Anhänger in Tabelle 2.3 zusammengestellt. Bei Doppelachsen darf die Einzelachslast aber nicht den zulässigen Werte für eine Einzelachse (10 t) überschreiten. Ebenso dürfen bei Dreifachachsen die Werte für die Einzelachsen und für die jeweils „benachbarten Doppelachsen“ nicht überschritten werden.

Tab. 2.3: Zulässige Achslasten für Anhänger (abhängig vom Achsabstand, nach StVZO § 34)

Bezeichnung	Achsabstand [m]	Zulässige Achslast [t]
Einzelachse	-	10
Doppelachse	< 1	11
Doppelachse	1,0 < 1,3	16
Doppelachse	1,3 < 1,8	18
Doppelachse	≥ 1,8	20
Dreifachachse	≤ 1,3	21
Dreifachachse	1,3 ≤ 1,4	24
Dreifachachse	1,4 ≤ 1,8	27
Dreifachachse	> 1,8	30

Zulässige Gesamtmassen werden in der StVZO nur noch für Gelenkdeichselanhänger (Zwei- und Dreiachsanhänger mit „beweglicher“ Zugdeichsel) und komplette Züge angegeben (Tab. 2.4). Für Starrdeichselanhänger (Einachs-, Tandemachs- und Tridemachsanhänger) werden nur noch die Einhaltung der zulässigen Achslasten und Stützlasten gefordert.

Beispiel: Ein Tandemachsanhänger mit Achsabstand von 1,7 m (zulässige Doppelachslast 18 t) und einer Stützlast bei Hitchanhängung von 3 t darf insgesamt 21 t wiegen.

Tab. 2.4: Zulässige Gesamtmasse von Fahrzeugen (nach StVZO § 34)

Art	Zul. Gesamtmasse [t]
Zweiachsanhänger	18
Dreiachsanhänger	24
Zug: Traktor + Anhänger	40

Unter der höchstzulässigen Gesamtmasse von Zügen versteht man die tatsächliche Gesamtmasse (Fahrzeug und Ladung) des ziehenden Fahrzeugs und der Anhänger zusammen (Betriebsgewicht). Es sind dabei jeweils die zulässigen Gesamtmassen der Einzelfahrzeuge sowie der zulässige Achslasten einzuhalten.

Beispiel: Bei einem Traktor mit 6 t Betriebsgewicht und zwei großen Zweiachsanhängern (zul. Gesamtmasse jeweils 18 t = 36 t insgesamt) darf das gesamte Betriebsgewicht der beiden Anhänger (unter Einhaltung der zulässigen Achslasten) nur 34 t betragen. Das bedeutet, daß die zulässige Gesamtmasse und damit die mögliche Nutzlast der Anhänger nicht ausgenutzt werden kann.

Mindestvorderachslast

Die statische Vorderachslast muß in allen Beladungszuständen nach § 38 der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung mindestens 20 % der Traktorleermasse betragen, um eine ausreichende Lenkbarkeit des Traktors zu gewährleisten. Besonders beim Transport von Heckanbaugeräten kann es notwendig werden die Vorderachse zu ballastieren, um diesen Grenzwert einzuhalten (siehe Abschnitt 6).

2.1.3.5 Kenntlichmachung von landwirtschaftlichen Fahrzeugen und Geräten

Zum Schutz der anderen Verkehrsteilnehmer gibt es Vorschriften zur Kenntlichmachung von Fahrzeugen. So müssen Fahrzeuge mit einer Länge über 6 m (z. B. Traktor mit Anhänger) entsprechend Abbildung 2.2 an den Längsseiten mit nach der Seite wirkenden gelben, nicht dreieckigen Rückstrahlern ausgerüstet sein. Die gleichen Vorschriften gelten auch für den Transport von angebauten, aufgesattelten oder angehängten Geräten (z.B. Traktor mit Anbaupflug).

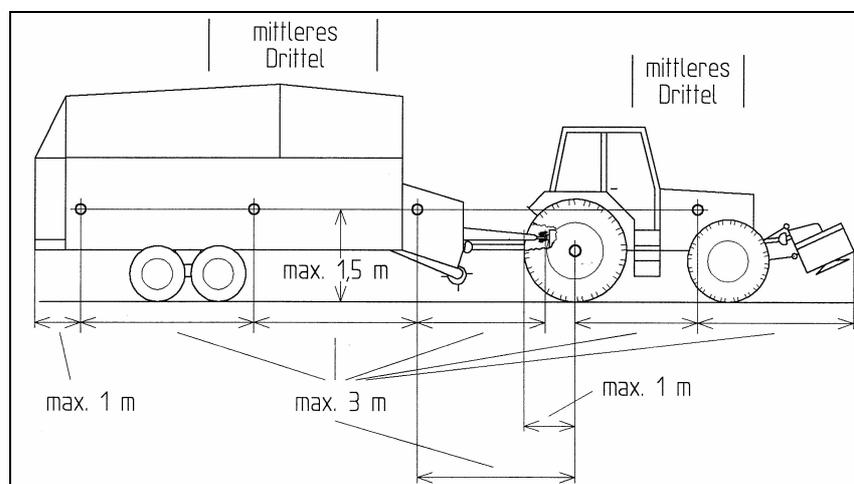


Abb. 2.2: Maße zur Anbringung von seitlichen Rückstrahlern an landwirtschaftlichen Fahrzeugen

Detaillierte Informationen über die Warntafeln, Warnfolien und die benötigten Beleuchtungseinrichtungen auch bei Anbaugeräten sind im DLG-Merkblatt „Beleuchtung und Kenntlichmachung von Landmaschinen und Traktoren“ enthalten.

2.1.3.6 Anforderungen an Bremsen von landwirtschaftlichen Anhängern

Die Anforderungen an die Bremsen für landwirtschaftliche Anhänger sind in § 41 der StVZO geregelt. Sie sind von der zulässigen Gesamtmasse und der bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit abhängig. Tabelle 2.5 gibt dazu einen Überblick.

Während die meisten Vorschriften durch den Fahrzeughersteller erfüllt werden, ist für den Fahrer von Zügen die Beachtung folgender Vorschriften wichtig:

- 2 auflaufgebremste Anhänger im Zug sind nur zulässig bei einer Betriebsgeschwindigkeit bis zu 25 km/h, einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit der Anhänger von 25 km/h und einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit der Zugmaschine bis 32 km/h.
- Bis 40 km/h Betriebsgeschwindigkeit darf ein auflaufgebremster Anhänger (Ausrüstung siehe Tab. 2.5) im Doppelzug mitgeführt werden.

Tab. 2.5: Mindestanforderungen an die Bremsen landwirtschaftlicher Anhänger mit einer zulässigen Gesamtmasse über 3 t

Bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit des Anhängers	bis 25 km/h	bis 40 km/h	über 40 km/h
Betriebsgeschwindigkeit des Zuges	bis 25 km/h	bis 40 km/h	über 40 km/h
Zulässige Gesamtmasse des Anhängers bis 8 t	Auflaufbremse auf eine Achse Verzögerung 1,5 m/s ² Feststellbremse	Auflaufbremse auf alle Räder Verzögerung 2,5 m/s ² Feststellbremse	Zweileitungs-Druckluftbremsanlage Verzögerung 2,5 m/s ² Feststellbremse
Zulässige Gesamtmasse des Anhängers über 8 t	Einleitungs-Druckluftbremsanlage Verzögerung 1,5 m/s ² Feststellbremse	Zweileitungs-Druckluftbremsanlage Verzögerung 2,5 m/s ² Feststellbremse	Zweileitungs-Druckluftbremsanlage Verzögerung 2,5 m/s ² Feststellbremse

2.1.4 Führerscheine

Einen Führerschein benötigt grundsätzlich jeder, der auf öffentlichen Straßen ein Kraftfahrzeug führt. Dies gilt u.a. nicht für das Führen einachsiger Zug- und Arbeitsmaschinen, die von Fußgängern an Holmen geführt werden, und für das Fahren außerhalb öffentlicher Straßen (Felder, Übungsplätze, Privatwege, Sportplätze). Führerscheinfreie Kraftfahrzeuge dürfen auf öffentlichen Straßen nur von Personen gesteuert werden, die bereits das 15. Lebensjahr vollendet haben. Der Fahrer muß aber immer in der Lage sein, das Fahrzeug zu beherrschen (auch außerhalb öffentlicher Straßen).

Zum Führen von „Mofas“ (einspurige, einsitzige Fahrräder mit Hilfsmotor - auch ohne Tretkurbeln) mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit bis 25 km/h in der Ebene ist eine Prüf-

bescheinigung zu erwerben. Es handelt sich dabei streng rechtlich gesehen um keinen Führerschein.

Im Rahmen der nationalen Neufassung der Fahrerlaubnisklassen zum 1.1.1999 sind zusätzlich zu den von der EG-Richtlinie vorgegebenen Klassen für die Landwirtschaft die Klassen L und T vorgesehen (Tab. 2.6).

Die **Klasse L** ersetzt die derzeitige Klasse 5 und die entsprechende bis zum 1. April 1980 geltende Klasse 4. Sie gilt für Zugmaschinen, die nach ihrer Bauart zur Verwendung für land- oder forstwirtschaftliche Zwecke bestimmt sind und für solche Zwecke eingesetzt werden, mit einer durch die Bauart bestimmten Höchstgeschwindigkeit (bbH) von nicht mehr als 32 km/h und Kombinationen aus diesen Fahrzeugen und Anhängern, wenn sie mit einer Geschwindigkeit von nicht mehr als 25 km/h geführt werden. Beträgt die bbH der Zugmaschine mehr als 25 km/h müssen die Anhänger mit einem „25 km/h-Schild“ gekennzeichnet sein.

Ebenso dürfen selbstfahrende Arbeitsmaschinen und Flurförderzeuge (auch jeweils mit Anhängern) bis zu einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von 25 km/h geführt werden.

Das Mindestalter beträgt 16 Jahre. Wie bisher ist lediglich eine theoretische Ausbildung und Prüfung erforderlich.

Die Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen der neuen Klasse L können auch mit den „alten“ Führerscheinen der Klassen 5 und 3 sowie B, M und T (DDR) gefahren werden. Ebenso ist die Klasse L in der neuen Führerscheinklasse B („PKW-Klasse“) enthalten

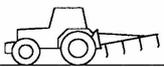
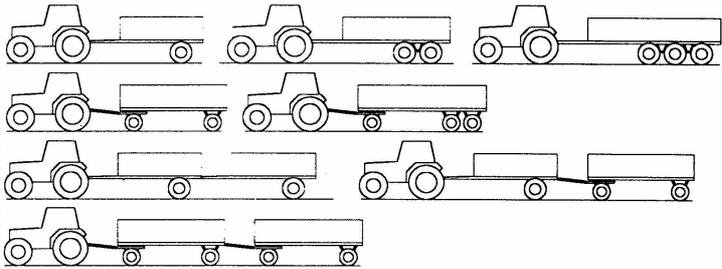
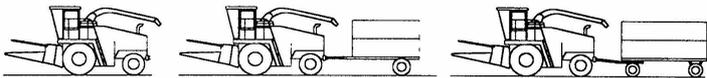
Die neue **Klasse T** (enthält die Klasse L) gilt für Zugmaschinen mit einer durch die Bauart bestimmten Höchstgeschwindigkeit (bbH) von nicht mehr als 60 km/h und für selbstfahrenden Arbeitsmaschinen mit bbH von nicht mehr als 40 km/h, die jeweils nach ihrer Bauart für land- oder forstwirtschaftliche Zwecke bestimmt sind und für solche Zwecke eingesetzt werden (jeweils auch mit Anhängern).

Es gilt hinsichtlich des Führerscheins keine Gewichtsbeschränkung. Eine theoretische und praktische Prüfung nach entsprechender Ausbildung ist abzulegen. Das Mindestalter beträgt 16 Jahre, wobei jedoch bis zur Vollendung des 18. Lebensjahres nur Zugmaschinen und Anhänger bis zu 40 km/h gefahren werden dürfen. Mit dieser Regelung wird landwirtschaftlichen Auszubildenden die Möglichkeit zum Führen von 40 km/h-Traktoren eröffnet werden.

Unter land- oder forstwirtschaftliche Zwecke im Rahmen der Fahrerlaubnis der Klassen T und L fallen

1. Betrieb von Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Weinbau, Gartenbau, Obstbau, Gemüsebau, Baumschulen, Tierzucht, Fischzucht, Teichwirtschaft, Fischerei, Imkerei sowie den Zielen des Natur- und Umweltschutzes dienende Landschaftspflege,
2. Park-, Garten-, Böschungs- und Friedhofspflege einschließlich des Winterdienstes,
3. landwirtschaftliche Nebenerwerbstätigkeit und Nachbarschaftshilfe von Landwirten,
4. Betrieb von land- und forstwirtschaftlichen Lohnunternehmen und andere überbetriebliche Maschinenverwendung,
5. Betrieb von Unternehmen, die unmittelbar der Sicherung, Überwachung und Förderung der Landwirtschaft überwiegend dienen und
6. Betrieb von Werkstätten zur Reparatur, Wartung und Prüfung von Fahrzeugen, die im Rahmen der Nummern 1 bis 5 eingesetzt werden.

Tabelle 2.6: Übersicht der für die Landwirtschaft wichtigen Führerscheinklassen L und T

Fahrzeugkombinationen	Klasse L		Klasse T 16 - 18 Jahre		Klasse T ab 18 Jahre	
	v _H km/h	v _B km/h	v _H km/h	v _B km/h	v _H km/h	v _B km/h
	≤ 32	≤ 32	≤ 40	≤ 40	≤ 60	≤ 60
	≤ 32	≤ 25	≤ 40	≤ 40	≤ 60	≤ 60
	≤ 25	≤ 25	≤ 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40
	≤ 25	≤ 25	≤ 25	≤ 25	≤ 25	≤ 25

v_H: Bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit des Zugfahrzeugs, v_B: Zulässige Betriebsgeschwindigkeit des Fahrzeugs/Zuges,

Auf Antrag können die „alten“ Fahrerlaubnisklassen 3 und B (DDR) für in der Land- und Forstwirtschaft tätige Personen auf die „neue“ Klasse T ohne zusätzliche Ausbildung und Prüfung erweitert werden.

Die bereits erworbenen Führerscheine behalten weiterhin ihre Gültigkeit (Besitzstandswahrung) und müssen nicht umgetauscht werden. Ausnahmen gibt es für Führerscheine der Klassen 2 und 3. Mit dem Führerschein der Klasse 3 dürfen weiterhin zeitlich unbefristet Kraftfahrzeuge mit einem Gesamtgewicht von nicht mehr als 7,5 t und „Züge“ bis zu 12 t Gesamtgewicht gefahren werden. Sollen die alten Grenzen (KFZ bis 7,5 t mit Einachsanhänger - max. 11 t Achslast) ausgenutzt werden muß der Führerschein umgetauscht werden und er wird bis zur Vollendung des 50. Lebensjahres beschränkt. Bei Erreichen dieser Altersgrenze ist das Bestehen eines „Gesundheitstests“ zum weiteren Führen solcher Fahrzeuge im Abstand von jeweils 5 Jahren nötig. Gleiches gilt für Inhaber des Führerscheins der Klasse 2. Die Umstellung muß jeweils bis zum 31.12.2000 erfolgen

Im Gegensatz zur alten Regelung wird es künftig eine besondere Führerscheinklasse für Fahrzeugkombinationen (Zugfahrzeug und Anhänger) geben. Es muß zum Führen solcher Fahrzeugkombinationen zusätzlich zum jeweiligen Führerschein des Zugfahrzeugs der sogenannte „Anhängerscheine“ - für Anhänger mit einer zulässigen Gesamtmasse über 750 kg - erworben werden. Eine Ausnahme gilt für den „PKW-Führerschein“ (neue Klasse B). Hier darf

die zulässige Gesamtmasse des Anhängers bis zum Leergewicht des Zugfahrzeugs betragen, und es darf dabei die Grenze von 3500 kg für die Gesamtmasse des Zuges nicht überschritten werden.

Ausnahmen

Die Verwaltungsbehörden (in der Regel die Straßenverkehrsämter) können Ausnahmen (ggf. für bestimmte Arten von Fahrzeugen) vom Mindestalter zulassen, wenn bestimmte Voraussetzungen erfüllt sind (körperliche und geistige, besonders die charakterliche Reife des Jugendlichen erscheint geeignet zum Fahren von Kraftfahrzeugen). Wirtschaftliche Verhältnisse oder andere Gründe können ohne Erfüllung diese Voraussetzungen eine Ausnahme nicht rechtfertigen.

2.1.5 Gefahrgutverordnung Straße (GGVS)

Die Vorschriften für den Transport gefährlicher Güter im Straßenverkehr sind in der „Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf Straßen“ (Gefahrgutverordnung Straße - GGVS) zusammengefaßt.

Daneben sind beim Umgang mit gefährlichen Gütern noch andere Rechtsvorschriften zu beachten (u.a. Abfallgesetz, Chemikaliengesetz, Straßenverkehrsgesetz, Wasserhaushaltsgesetz, Pflanzenschutzgesetz, Gerätesicherheitsgesetz und auf diesen Gesetzen beruhende Rechtsverordnungen).

Insbesondere bei gewerbsmäßigen Transporten, muß jeder Händler, Landwirt, Lohnunternehmer, Spediteur, der Gefahrgut im Sinne der GGVS transportiert, diese Regelungen beachten. In bestimmten Fällen gilt dies auch bei bestimmten Gütern auch für Privatpersonen, die z. B. im Kofferraum ihres PKW gefährliche Güter transportieren.

Lediglich Beförderungen innerhalb abgeschlossener Betriebsgelände sind generell von den Gefahrgutvorschriften ausgenommen. Dies gilt z. B. für einen arrondierten Hof, soweit keine öffentlichen Wege bzw. Straßen benutzt werden.

Die gefährlichen Stoffe sind in Klassen eingeteilt und in den Anlagen zur GGVS näher spezifiziert.

Eine umfassende Darstellung der Bestimmungen der GGVS würde den Rahmen dieses Heftes sprengen. Weitere Hinweise finden Sie in der RKL-Schrift 3.0, S. 285-311.

2.1.6 Sozialvorschriften

Bei der Güterbeförderung mit Fahrzeugen, deren zulässige Gesamtmasse 3,5 t übersteigt, sind im Straßenverkehr bestimmte Lenk- und Ruhezeiten einzuhalten. Zur Lenkzeit- und Geschwindigkeitskontrolle muß ein EG-Kontrollgerät oder ein Fahrtschreiber nach § 57a StVZO eingebaut und benutzt werden.

Für die landwirtschaftliche Praxis ist dies aber in der Regel nicht relevant, da hier folgende Ausnahmen gelten:

- Traktoren (Zugmaschinen), die ausschließlich land- oder forstwirtschaftlichen Arbeiten dienen (ohne Zonenbegrenzung).

- Fahrzeuge mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von nicht mehr als 30 km/h,
- Fahrzeuge, die zum Abholen von Milch bei landwirtschaftlichen Betrieben und zur Rückgabe von Milchbehältern oder von Milcherzeugnissen für Futterzwecke an diese Betriebe verwendet werden,
- Fahrzeuge, die von Landwirtschafts-, Gartenbau-, Forstwirtschafts- oder Fischereibetrieben zur Güterbeförderung in einer Nahzone von 50 km verwendet werden,
- Fahrzeuge, die zur Beförderung von tierischen Abfällen oder von nicht für den menschlichen Verzehr bestimmten Tierkörpern verwendet werden,
- Fahrzeuge, die in einer Nahzone von 50 km (hier gilt die Nahzone entsprechend dem GüKG in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. März 1983 (BGBl. I, S. 256) zuletzt geändert durch das Gesetz vom 16. Dezember 1996 (BGBl. I, S. 2441)) für die Beförderung lebender Tiere von den landwirtschaftlichen Betrieben zu den lokalen Märkten oder Schlachthäusern und umgekehrt oder von den Märkten zu den lokalen Schlachthäusern verwendet werden und
- Traktoren, die ausschließlich land- und forstwirtschaftlichen Arbeiten dienen, sind auch von den Vorschriften ausgenommen, wenn sie von Lohnunternehmen oder Maschinenringen eingesetzt werden.

Beachte:

Bei der Beurteilung, welche Fahrzeuge ein EG-Kontrollgerät bzw. einen Fahrtschreiber haben müssen, ist nicht die Eintragung im Fahrzeugschein entscheidend, sondern die Nutzungsart im konkreten Einzelfall.

Beispiel: Ein PKW-Kombi, der zur Güterbeförderung verwendet wird, übersteigt nicht die zulässige Gesamtmasse von 3,5 t. Er ist somit von diesen Vorschriften freigestellt. Anders zu beurteilen ist die Beförderung, sobald ein Anhänger mitgeführt wird. Sofern die zulässige Gesamtmasse des PKW-Kombis zusammen mit dem Anhänger 3,5 t übersteigt, sind die Vorschriften über Lenkzeit und Kontrollgerät anzuwenden, wenn die Fahrzeuge außerhalb der Nahzone verwendet werden (z.B. Direktvermarktung über weitere Strecken).

2.2 Technische Rahmenbedingungen

2.2.1 Leistungsfähigkeit der Ernte- und Ausbringtechnik

Die Leistungsfähigkeit der Ernte- und Ausbringergeräte bestimmt neben der Verfahrensgestaltung (absätzig, nicht absätzig), der Transportentfernung und Transportgeschwindigkeit wesentlich die Art und Größe der benötigten Transportfahrzeuge.

Selbstfahrende Feldhäcksler

Bei der Grassilage- und Maissilagebergung mit dem Feldhäcksler erfolgt die Abfuhr des Erntegutes in der Regel kontinuierlich (nicht absätzig). Um Wartezeiten des Feldhäckslers zu vermeiden, müssen also immer genügend Transportfahrzeuge zur Verfügung stehen. Tabelle 2.7 gibt Anhaltswerte für die maximal anfallenden Erntemengen (ohne Wende- und Nebenzeiten) bei Häckslern verschiedener Leistungsklassen.

Tab. 2.7: Anhaltswerte für die maximal anfallenden Erntemengen beim Gras- und Maishäckseln

	Motornennleistung des Häckslers [kW]		
	220	280	350
Erntegutmassenstrom bei Grassilage [t/h]	44	60	80
Erntegutvolumenstrom bei Grassilage [m ³ /h]	157	214	286
Erntegutmassenstrom bei Maissilage [t/h]	90	180	260
Erntegutvolumenstrom bei Maissilage [m ³ /h]	270	540	780

Mähdrescher

Tabelle 2.8 zeigt die maximal möglichen Durchsätze je Meter Arbeitsbreite des Schneidwerks beim Mähdrusch für verschiedene Arbeitsgeschwindigkeiten und Erträge. Beim Komplexeinsatz von 3 Mähdreschern mit jeweils 6 m Arbeitsbreite fallen bei einer Fahrgeschwindigkeit von 5 km/h und einem Ertrag von 80 dt/ha bereits bis zu 72 t/h Getreide an, die abtransportiert werden müssen.

Tab. 2.8: Maximal anfallende Erntemengen je Meter Arbeitsbreite des Schneidwerks beim Mähdrusch in Abhängigkeit vom Ertrag und von der Arbeitsgeschwindigkeit

Fahrgeschwindigkeit [km/h]	4	5	6	7
Ertrag [dt/ha]	Durchsatz pro Stunde je Meter Arbeitsbreite [t/(h × m)]			
40	1,6	2	2,4	2,8
60	2,4	3	3,6	4,2
80	3,2	4	4,8	5,6
100	4	5	6	7

Selbstfahrende Zuckerrübenreinigungslader

Die Durchsatzleistungen von selbstfahrenden Rübenreinigungsladern (sog. Lademaus) liegen zwischen 200 und 250 t pro Stunde. Bei einer Ladekapazität von 20 bis 25 t pro Transporteinheit (LKW-Zug oder Traktordoppelzug) könnte alle 6 Minuten eine Transporteinheit beladen werden.

Selbstfahrer zur Gülleausbringung

Bei der Gülleausbringung mit dem Selbstfahrer (absätziges Verfahren: Trennung Hof-Feld-Transport und Ausbringung) lassen sich Ausbringmengen von bis zu 90 m³ pro Stunde erreichen. Ausbringmengen von 60 m³ pro Stunde lassen sich in der Regel problemlos erreichen.

2.2.2 Leistungsbedarf der Fahrzeuge

Die bei Transportarbeiten benötigte Traktormotornennleistung setzt sich aus dem Leistungsbedarf für die Eigenbewegung des Traktors, dem Leistungsbedarf der Nebenverbraucher und der zur Überwindung des Rollwiderstandes und des Steigungswiderstandes der/s Anhänger/s benötigten Leistung zusammen. Dabei ist zwischen Traktoren mit Hinterrad- und Allradantrieb zu

unterscheiden. In Tabelle 2.9 ist der Traktormotornennleistungsbedarf für einige häufig vorkommende Transportfälle zusammengefaßt.

Tab. 2.9: Traktormotornennleistungsbedarf P_{Nenn} für verschiedene Transportarbeiten

	Traktor- masse [t]	Anhän- ger- masse [t]	Stütz- last [t]	Fahrge- schwin- digkeit [km/h]	Fahr- bahn	Stei- gung [%]	P_{Nenn} [kW]
1. Getreideabfuhr - Feld Allradtraktor + Tandemachsanhänger	6	16	2	8	Stoppel, trocken	5	65
2. Getreideabfuhr - Straße Allradtraktor + Tandemachsanhänger	6	16	2	32	Straße, trocken	5	141
3. Getreideabfuhr - Straße Allradtraktor + Tandemachsanhänger	6	16	2	40	Straße, trocken	5	174
4. Getreideabfuhr - Feldweg Allradtraktor + 2 Zweiachsanhänger	8	32	0	15	Feldweg, trocken	eben	144
5. Getreideabfuhr - Straße Allradtraktor + 2 Zweiachsanhänger	8	32	0	25	Straße, trocken	eben	46
6. Getreideabfuhr - Straße Allradtraktor + 2 Zweiachsanhänger	8	32	0	25	Straße, trocken	5	205
7. Rübenabfuhr - Feld Allradtraktor + Tripelachsanhänger	10	24	3	5	aufgeweich- ter Rüben- acker	eben	185
8. Rübenabfuhr - Straße Allradtraktor + Tripelachsanhänger	10	24	3	40	Straße, feucht	eben	80

Die Beispiele 2 bzw. 6 zeigen deutlich daß bereits bei kleinen Steigungen und Transportgeschwindigkeiten von 32/25 km/h die Leistungsgrenze der Traktoren erreicht wird. Doch auch auf schlechten Untergründen (Beispiel 7) und bei großen Lasten ist die Traktorleistung häufig die begrenzende Größe für die erreichbare Fahrgeschwindigkeit oder die mögliche Nutzlast.

2.2.3 Fahrbahnen

Landwirtschaftliche Transporte erfolgen auf gut ausgebauten Straßen, auf mehr oder weniger befestigten Feldwegen und auf dem Feld selbst. Diese unterschiedlichen Fahrbahnen stellen wiederum unterschiedliche Anforderungen an die Fahrwerke und die Bereifung landwirtschaftlicher Fahrzeuge.

So werden auf der Straße Fahrwerke und Reifen benötigt, die bei größeren Fahrgeschwindigkeiten ein sicheres, komfortables Fahren bei geringem Verschleiß ermöglichen. Ihre Tragfähigkeit muß über den ganzen möglichen Geschwindigkeitsbereich gewährleistet sein. Dies wird in der Regel aber nur durch einen relativ hohen Reifeninnendruck, eine „steife“ Reifenkonstruktion und eine entsprechend „straffe“ Abstimmung des Fahrwerks realisierbar sein. Ein geringer Reifeninnendruck würde durch das Walken des Reifens zu erhöhtem Verschleiß führen und auch die Fahrdynamik negativ beeinflussen.

Auf dem Feld dagegen werden Fahrwerke und Reifen benötigt die für unebene Fahrbahnen geeignet sind und dabei eine möglichst geringe Bodenbelastung erzeugen. Es werden also große Federwege benötigt und der Reifeninnendruck sollte möglichst gering und die Reifenflanke möglichst „weich“ sein. Um ein Abscheren des Bodens bei Kurvenfahrt zu vermeiden sollten Tandem- und Tripelachsfahrwerke mit gelenkte Achsen ausgerüstet sein.

Wie diese unterschiedlichen Anforderungen erfüllt werden können, wird in den folgenden Abschnitten erläutert.

2.3 Sonstige Rahmenbedingungen

2.3.1 Stoffeigenschaften landwirtschaftlicher Güter

Einen Überblick über die Stoffeigenschaften landwirtschaftlicher Güter, die eine besondere Bedeutung für Transport- und Umschlagarbeiten haben, gibt Tabelle 2.10.

Tab. 2.10: Stoffeigenschaften landwirtschaftlicher Güter

Gutart	Dichte [kg/m ³]	Schütt fähig	Kle- bend	Kor- rosiv	„Korn- größe“ Ø [mm]	Bemerkun- gen
Getreide	(400) 600-800	++	--	--	3-5	
Raps	700-750	++	--	--	< 1	
Körnermais	700-800	++	--	--	5-10	
Rübenblatt	900	0	0	-		
Grassilage	400-800	0	-	--		
Silomais	650-750	0	-	--		
Kartoffeln	630-730	++	--	--	> 30	empfindlich
Zuckerrüben	650-700	++	--	--	> 80	
Heu/Stroh (lose)	40-80	-	--	--		Staub
Heu/Stroh (Ballen)	120-200	-	--	--		Staub
Gülle	1000	--	0	+		
Stalldung	500-900	-	++	+		
Mineraldünger	800-1600	++	0	+	0,1-5	Staub Hygroskop.
AHL	1280	--	--	0		
PS-Mittel	1000	--	--	0		GGVS
Grünfutter	320-350	0	0	--(0)		
Dieselöl	850-880	--	--	--		GGVS

Besonders deutlich wird die Spannweite der unterschiedlichen Eigenschaften an der Dichte bzw. dem Rauminhalt der verschiedenen Güter. Es müssen zum einen das großvolumige lose Heu mit einer Dichte von 40 kg/m³ und zum anderen Düngemittel mit einer Dichte von bis zu 1600 kg/m³ bewegt werden. Dafür werden einerseits Transportfahrzeuge benötigt, die ein großes Volumen aufnehmen können, aber auch Transportfahrzeuge, die für große Lasten ausgelegt sind. Ein für beide Anwendungen verwendbares Transportfahrzeug würde einen sehr großen Kompromiß darstellen. Es haben sich daher neben Universaltransportanhängern spe-

zialisierte Fahrzeuge entwickelt, beispielsweise der Ladewagen mit Leichtgutaufbau für loses Heu oder Stroh oder der Anhängestreuer für Mineraldünger.

Wegen der anderen Stoffeigenschaften ist aber auch häufig eine Anpassung der Transportfahrzeuge notwendig. Genannt seien hier die Neigung zum Anhaften bzw. Kleben beim Stallung und Grünfutter, die spezielle Entladevorrichtungen benötigen, oder die geringe Korngröße von Raps oder einigen Mineraldüngerarten, die besondere Anforderungen an die Dichtigkeit der Laderäume stellen.

2.3.2 Zeiträume für Transporte

Die anfallenden landwirtschaftlichen Transporte sind nicht gleichmäßig über das Jahr verteilt, sondern fallen jeweils als „Spitzen“ bei Ausbring- und Erntearbeiten an. Je nach Betriebsform, Fruchtfolge und Wirtschaftsweise sind die Zeiträume dafür stark unterschiedlich. In Abbildung 2.3 sind die im Laufe eines Jahres pro Monat anfallenden Transportmassen für einen Marktfruchtbetrieb und einen Gemischtbetrieb zusammengestellt. Bei den Pflanzenschutzmitteltransporten wird die Masse der Spritzbrühe berücksichtigt.

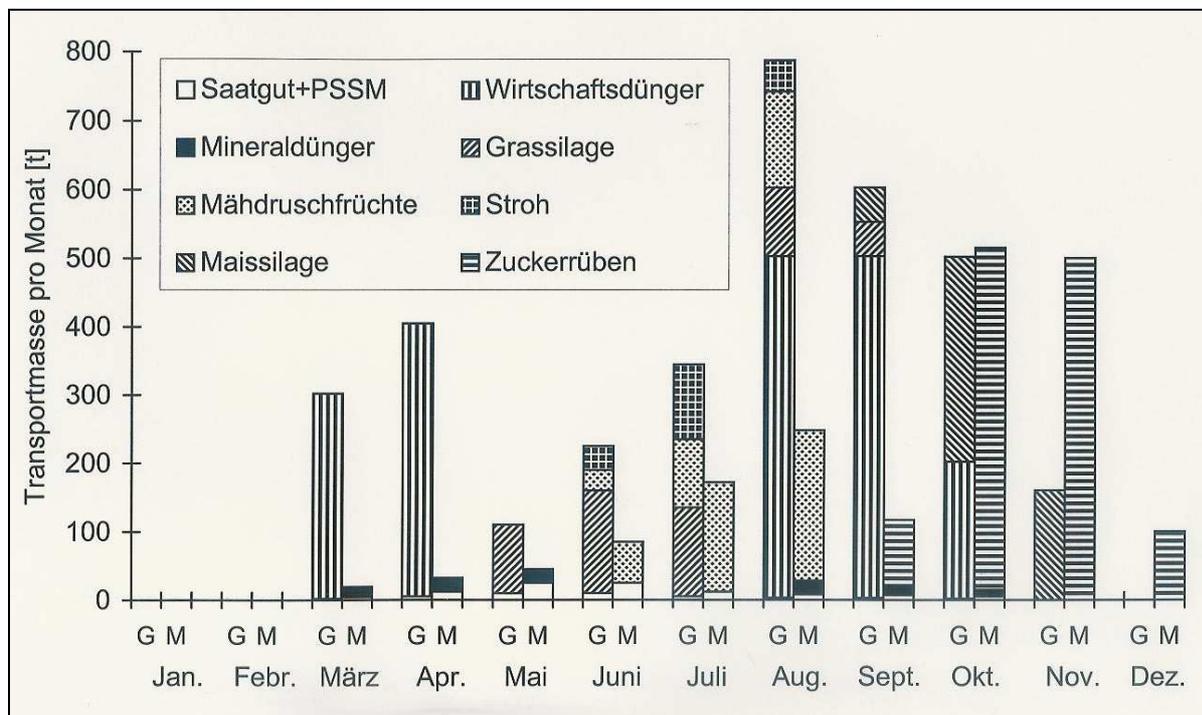


Abb. 2.3: Im Laufe eines Jahres pro Monat anfallende Transportmasse in einem Gemischt- (G) und einem Marktfruchtbetrieb (M) mit einer landwirtschaftlichen Nutzfläche von jeweils 100 ha. Anbauverhältnisse: G (mit Strohhäufung, ganzjährige Silagefütterung): 35 % Getreide, 10 % Raps, 38 % Gras zum Silieren, 17 % Mais zum Silieren; M (ohne Stroh- und Blatthäufung, aber Selbstabfuhr der Zuckerrüben): 45% Getreide, 25 % Raps, 20 % Zuckerrüben, 10 % Bohnen

Für reine Marktfruchtbetriebe ohne Einsatz von Wirtschaftsdünger bilden die Erntetransporte die Schwerpunkte der Transportarbeiten, während im Gemischtbetrieb die Ausbringung von Wirtschaftsdünger und die Futterernte die größten Transportmassen beinhaltet.

In Abb. 2.3 wird weiter deutlich, daß die Transportarbeiten zur gleichen Zeit wie andere wichtige Arbeiten (Pflanzenschutz, Bodenbearbeitung) anfallen. Werden im hier beschriebenen Markt-

fruchtbetrieb die Zuckerrüben nicht selbst abgefahren, ist nur die Transportspitze während des Mähdruschs zu bewältigen. Wird auch diese Arbeit durch Dritte erledigt, kann auf eine eigene Transporttechnik weitgehend verzichtet werden.

2.3.3 Transportentfernungen und Fahrbahnen

Die Fahrbahnen für landwirtschaftliche Transporte werden in die 3 Hauptgruppen: Straße, gut ausgebauter Feldweg und schlechter Feldweg eingeteilt. Eine Befragung in großen Betrieben in Brandenburg ergab für die Hof/Feld-Entfernung von durchschnittlich 4,6 km mit einem Anteil von 40 % für die Straße, 20 % für gute Feldwege und 40 % für schlechte Feldwege. Obwohl die Angaben streuten, sind diese Werte für die Neuen Bundesländer allgemein anwendbar.

Da in den alten Bundesländern die Betriebsstätten meistens im Ortsbereich liegen und bedingt durch die höhere Bevölkerungsdichte und durch öffentliche Förderungsmaßnahmen das Netz an gut befestigten Fahrbahnen dichter ist, ist hier eine Verteilung, 45 % Straße, 25 % guter Feldweg und 30 % schlechter Feldweg anzunehmen. Die mittlere Feld-Hof-Entfernung kann mit 2-3 km angenommen werden, schwankt aber hier noch wesentlich stärker (beispielsweise durch entfernt liegende Pachtflächen oder das Wachsen der Ortschaften).

Landwirtschaftliche Wege sind in der Regel für eine Achslast von 5 t ausgelegt. Für höhere Achslasten wäre ein straßenähnlicher Ausbau der Wege notwendig. Um nun mit den heute weit verbreiteten höheren Achslasten die Wege nicht übermäßig zu schädigen, sind einige Kriterien zu beachten:

- Es ist eine gute Wasserableitung von den Wegen zu gewährleisten, indem die Bankette und Seitengräben regelmäßig gepflegt werden. Das heißt: Die Bankette müssen etwas tiefer als die „Fahrbahnen“ sein und zum Graben hin fallen. Die Gräben müssen gereinigt sein und ein ausreichendes Gefälle haben.
- Die „Empfindlichkeit auf Schädigung“ durch das Überfahren mit hohen Achslasten ist stark von der Jahreszeit und Durchfeuchtung des Unterbaus abhängig. Eine „Überlastung“ im Spätwinter und Frühjahr schädigt den Weg ähnlich wie hunderte Überfahrten im Sommer und Herbst.
- Die Schädigung der Wege ist von der Überfahrtgeschwindigkeit abhängig. Je schneller gefahren wird, um so größer sind die Schäden.
- Die Schädigung der Wege beginnt meist an den Rändern durch Befahren der Bankette beim Begegnungsverkehr. Abhilfe können „Ausweichstellen“ oder ein „Kreisverkehr“ schaffen. Die bei einem „Kreisverkehr“ unter Umständen anfallenden längeren Wegstrecken führen zu geringeren Kosten als die Instandsetzung der Wege.

Während die innerbetrieblichen Transporte (Feld/Hof- bzw. Hof/Feld-Transporten) noch mit einer ausreichenden Genauigkeit verallgemeinerbar sind, ist dies bei den außerbetrieblichen Transporten (Hof/Feld-Kunde, Lieferant-Hof/Feld) nicht möglich, da die Werte hier regional in weiten Grenzen variieren (beispielsweise Kartoffellieferung über 10 bis 150 km). Deshalb ist für die außerbetrieblichen Transporte jeweils der Einzelfall zu analysieren. Wegen der zukünftig weiter zunehmenden Zentralisierung des abgebenden und aufnehmenden Gewerbes werden aber in ganz Deutschland die außerbetrieblichen Transportentfernungen weiter wachsen.

3 Allgemeine technische Aussagen

3.1 Anhängervorrichtungen

3.1.1 Arten von Anhängervorrichtungen

Die Anhängervorrichtungen und auch die zugehörigen Zugösen sind bauartgenehmigungspflichtig nach § 22a und § 43 Abs. 1 der StVZO.

Zur Verbindung von Transportanhängern mit dem Traktor ist heute in der Landwirtschaft die Anhängerkupplung am weitesten verbreitet. Wegen der Zunahme von großen Starrdeichselanhängern werden aber Hitchhaken und Piton-Fix an Bedeutung gewinnen. Dagegen haben Kugelkopfanhängung, wie beim PKW-Anhänger üblich und Schwanenhalsanhängung als Aufsatz-einrichtung zur Zeit nur eine minimale Verbreitung und werden in nächster Zeit auch keine weitere Verbreitung erlangen. Sie werden deshalb auch nicht näher beschrieben.

Prinzipiell wird bei der Verbindung zwischen Traktor und Anhänger/Anhängegerät zwischen der Oben- und Untenanhängung unterschieden (Abb. 3.1). Aus Sicherheitsgründen darf sich beim Ankuppeln eines Anhängers niemand zwischen Traktor und Anhänger aufhalten.

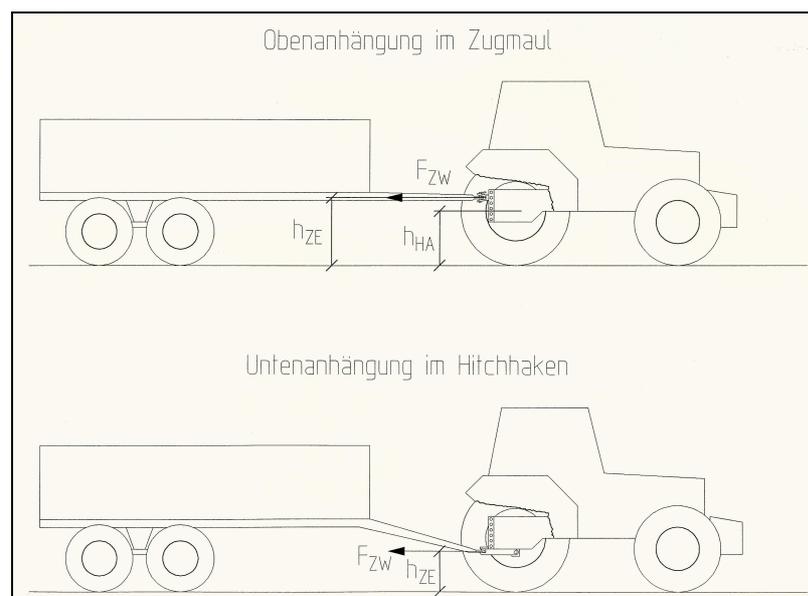


Abb. 3.1: Krafteinleitung bei Oben- und Untenanhängung eines Anhängers am Traktor

3.1.2 Obenanhängung: Anhängerkupplungen und zugehörige Zugösen

Durch die Obenanhängung wird die Vorderachse des Traktors bei Zugarbeiten entlastet und das Lenkverhalten negativ beeinflusst (Abb. 3.1). Da eine Mindestvorderachslast von 20 % der Traktorleermasse vorgeschrieben ist, empfiehlt es sich, Frontballast zu verwenden, wodurch zusätzlich die Zugkraft bei Arbeiten mit eingeschaltetem Allradantrieb erhöht wird.

Anhängerkupplungen können als selbsttätige oder nicht selbsttätige Bolzenkupplungen ausgeführt sein und am Traktor starr oder höhenverstellbar angebracht werden. Damit ein seitlich umstürzender Anhänger den Traktor nicht mit „umreißt“, sind sie um die Traktorlängsachse drehbar ausgeführt.

Abbildung 3.2 zeigt eine nichtselbsttätige (Bolzendurchmesser 30 mm) und eine selbsttätige Anhängerkupplung (meist ballige Bolzen: Durchmesser an der stärksten Stelle 38 mm) nach DIN 11029. Wenn das Zugmaul vom Fahrersitz aus einsehbar ist und der Kuppelvorgang auch von dort aus durchgeführt werden kann, dürfen an Traktoren nichtselbsttätige Anhängerkupplungen verwendet werden. Bei nichtselbsttätigen Anhängerkupplungen ist der Griff des Kuppelbolzens meist mit einer Verlängerung versehen, um die oben genannte Vorschrift einhalten zu können.

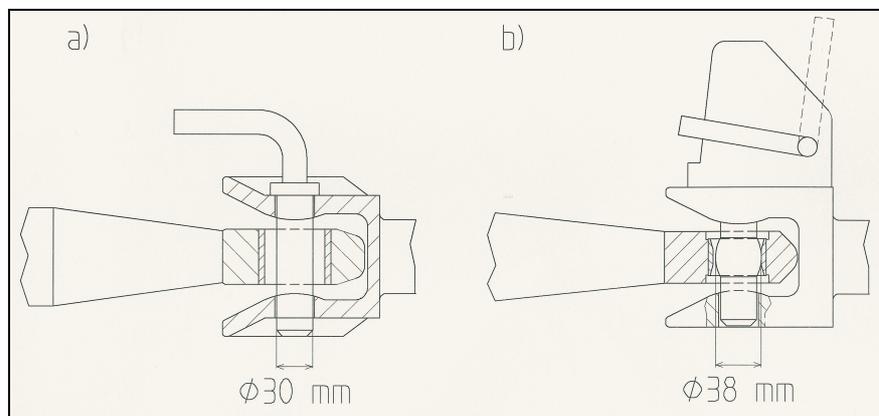


Abb. 3.2: Prinzipskizzen von Anhängerkupplungen nach DIN 11029
a) Nichtselbsttätige Kupplung mit Zugöse 40 mit verstärktem Schaft nach DIN 11026
b) Selbsttätige Kupplung mit Zugöse 40 nach DIN 74054

Um ein Entkuppeln vom Fahrersitz aus zu ermöglichen, können selbsttätige Anhängerkupplungen mit einer „Fernbedienung“ ausgerüstet sein (Abb. 3.3). Zum Ankuppeln wird zunächst die Zugöse auf die Kupplungshöhe eingestellt und dann mit „geöffneter“ Kupplung an den Anhänger herangefahren. Die Zugöse löst den Verriegelungsmechanismus am Kupplungsgrund aus und die Kupplung schließt selbsttätig. Es aber unbedingt darauf zu achten, daß der Kuppelbolzen seine Endstellung (Vollständige Verriegelung der Kupplung) erreicht hat. Dies wird durch eine Markierung angezeigt. Hat die Kupplung nicht ganz verriegelt, kann dies durch geringe Vorwärts-Rückwärtsbewegung des Traktors erreicht werden. Da zum Anschließen der Beleuchtungs- und gegebenenfalls Hydraulik-, Druckluft- und zusätzlicher Signalleitungen vom Traktor abgestiegen werden muß, sollte dabei die Verriegelung nochmals überprüft werden.

Die im Bauartgenehmigungsverfahren festgelegten Werte für die zulässige Stütz- und Anhängelast der Kupplung (unabhängig vom Traktortyp) können im eingebauten Zustand aus konstruktiven Gründen des Traktors geringer sein. Im Betrieb sind unbedingt die in den Fahrzeugpapieren und in der Gebrauchsanweisung angegebenen Werte einzuhalten.

Wenn Anhängerkupplungen oder Zugösen eines anderen Typs als in den Papieren angegeben angebaut werden, kann die Zulassung des Traktors oder Anhängers erlöschen. Es ist jeweils im Einzelfall zu prüfen, ob eine Abnahme des Fahrzeugs notwendig ist oder eine neue Betriebserlaubnis für das Fahrzeug bei der Zulassungsstelle beantragt werden muß (§ 19 StVZO).

Da nur bestimmte Zugösen mit bestimmten Anhängerkupplungen gekuppelt werden dürfen, sind die Kombinationsmöglichkeiten in Tabelle 3.1 zusammengestellt. Bei speziell für die Landwirtschaft gefertigten Anhängern gibt es meist keine Probleme, da hier 40-er Zugösen mit normalem oder verstärktem Schaft verwendet werden. Die Zugöse 50, die ursprünglich für den grenzüberschreitenden LKW-Verkehr vorgesehen war, und heute auch bei „Standard-LKW-Anhängern“ zu finden ist, läßt sich nur mit wenigen Kupplungen zu verbinden. Die sogenannten „Kombi- und Eurokupplungen“ sind hier nur als Notlösung anzusehen, da ein großes Spiel

zwischen Zugöse und Kupplungsbolzen vorhanden ist. Es ist sinnvoller - so weit es Anhängelast zulassen - die 50-er Zugöse in einer autorisierten Werkstatt gegen eine 40-er Zugöse austauschen zu lassen und die Veränderung in den Anhängerpapieren bestätigen zu lassen.

Tab. 3.1: Kombinationsmöglichkeiten von Anhängerkupplungen und Zugösen

Anhängerkupplung am Traktor	Zugöse am Anhänger/Arbeitsgerät
Anhängerkupplung nach DIN 11029 Form A (nicht selbsttätig) „Kombikupplung“	<ul style="list-style-type: none"> - Zugöse Ø 40 mm mit verstärktem Schaft nach DIN 11026 - Zugöse Ø 40 mm nach DIN 74054 Teil 1 o. Teil 2 - Zugöse Ø 50 mm nach DIN 74053 Teil 1 - Zugöse Ø 40 mm für Anhänger mit Knickdeichsel nach DIN 11043
Anhängerkupplung nach DIN 11029 Form B (selbsttätig) „Kombikupplung“	<ul style="list-style-type: none"> - Zugöse Ø 40 mm mit verstärktem Schaft nach DIN 11026 - Zugöse Ø 40 mm nach DIN 74054 Teil 1 o. Teil 2 - Zugöse Ø 40 mm für Anhänger mit Knickdeichsel nach DIN 11043
„Eurokupplung“ selbsttätige Kupplung in Anlehnung an DIN 11029	<ul style="list-style-type: none"> - Zugöse Ø 40 mm mit verstärktem Schaft nach DIN 11026 - Zugöse Ø 40 mm nach DIN 74054 Teil 1 o. Teil 2 - Zugöse Ø 50 mm nach DIN 74053 Teil 1 - Zugöse Ø 40 mm für Anhänger mit Knickdeichsel nach DIN 11043
nicht selbsttätige Anhängerkupplung nach DIN 11025	<ul style="list-style-type: none"> - Zugöse Ø 40 mm nach DIN 74054 Teil 1 o. Teil 2 - Zugöse Ø 40 mm für Anhänger mit Knickdeichsel nach DIN 11043
selbsttätige Bolzenkupplung 40 mm nach DIN 74051 Teil 1	<ul style="list-style-type: none"> - Zugöse Ø 40 mm nach DIN 74054 Teil 1 o. Teil 2
selbsttätige Bolzenkupplung 50 mm nach DIN 74052 Teil 1	<ul style="list-style-type: none"> - Zugöse Ø 50 mm nach DIN 74053 Teil 1

3.1.3 Untenanhängungen

Durch Starrdeichselanhänger (Einachs-, Tandem- oder Tripelachsanhänger) wird die Vorderachse des Zugfahrzeugs bei Transportarbeiten entlastet und das Fahrverhalten negativ beeinflusst. Durch die sogenannte Untenanhängung kann dieser Effekt vermindert werden, da einerseits der Zugpunkt näher an der Hinterachse liegt (kleinerer Hebelarm), die Zugkraft unterhalb der Hinterachse angreift und die Vorderachse zusätzlich belastet wird (Abbildung 3.1). Als Nebeneffekt können Gelenkwellen, die sich bei dieser Verbindungsart oberhalb der Deichsel befinden, einfacher an den Traktor angeschlossen werden. Die Stützlast bei Untenanhängungen darf bis zu 30 kN (etwa 3 t) betragen und liegt damit 50% höher als die bei

der Obenanhangung zulässige Stützlast. Bei Verwendung der Untenanhangung ist die maximal zulässige Fahrgeschwindigkeit auf 30/40 km/h (in Einzelfällen 50 km/h) beschränkt.

Die Untenanhangung wird mit einer Hitch- oder Piton-Fix-Anhangung realisiert (Abb. 3.3).

Im Gegensatz zur Obenanhangung muß die Verbindungseinrichtung traktorseitig nicht um die Längsachse drehbar sein.

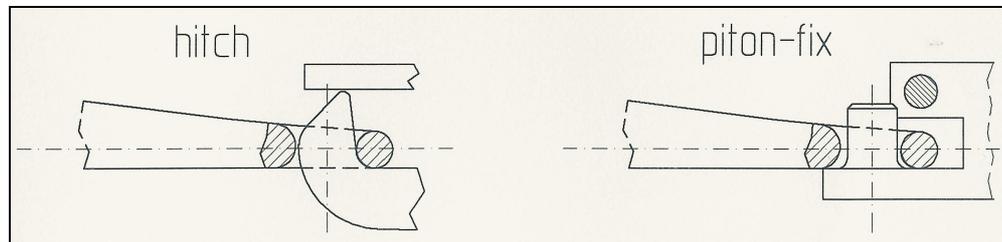


Abb. 3.3: Prinzipskizzen der „Hitch“- und „Piton-fix“-Anhangung

3.1.3.1 Hitchhaken und Hitchöse

Am weitesten verbreitet ist die Hitchanhangung, die meist als „fernbetätigte“ Kupplung ausgebildet ist. Dabei ist der Hitchhaken nach DIN 9678 mit den Hubarmen verbunden und die Zugöse nach ISO 5692 wird damit „eingefangen oder freigegeben. Der sogenannte Niederhalter (die Arretierungsvorrichtung) wird über einen Bowdenzug betätigt (Abb. 3.4).



Abb. 3.4: Hitchanhängerkupplung an einem Standardtraktor

Nachdem die vorbereitenden Tätigkeiten (Leitung für Beleuchtung und ggf. weitere Verbindungen - Hydraulik, Bremsen, Gelenkwelle - trennen; Feststellbremse betätigen, Keile unterlegen) durchgeführt sind und die Stützeinrichtung abgesenkt wurde, wird zum Abkuppeln die Arretierung mittels Bowdenzug gelöst und die Heckdreipunkt hydraulik auf „Senken“ gestellt. Der Hitchhaken bewegt sich dann nach unten und gibt die Zugöse frei.

Zum Ankuppeln eines Anhängers wird mit abgesenktem Hitchhaken an diesen herangefahren und die Zugöse des Starrdeichselanhängers durch Anheben des Hitchhakens mittels Dreipunkt hydraulik „gefangen“. Die Arretierung rastet bei korrekter Verbindung automatisch ein und die Zugöse wird durch den Hitchhaken und den Niederhalter fixiert. Im Gegensatz zur Obenanhangung muß die Zugdeichsel bei dieser Verbindungsart nicht "sehr" genau auf die Kupplungs-

höhe eingestellt werden, was besonders auf nachgiebigen Böden vorteilhaft ist, da "eingesunkene" Stützeinrichtungen keine Probleme bereiten.

3.1.3.2 Piton-Fix und Hitchöse

Im Gegensatz zur Hitchanhängung ist beim Piton-Fix die Verbindungseinrichtung am Traktor starr angebaut (Abb. 3.2 und 3.5) und die Anhängerdeichsel muß mit einer Hubeinrichtung (Kurbelstütze oder hydraulische Stütze) ausgerüstet sein um die Zugöse (es wird eine Zugöse nach Norm der Hitchzugöse verwendet) beim An- und Abkuppeln über den Bolzen heben zu können. Als Nieder- oder Gegenhalter wird ein Querbolzen verwendet, der manuell gegen "Herausrutschen" gesichert werden muß. Die anderen Anschlüsse zwischen Traktor und Anhänger werden in der gleichen Weise, wie bei der Obenanhängung gehandhabt.



Abb. 3.5: Piton-Fix-Anhängerkupplung an einem Standardtraktor

3.2 Fahrwerk, Achsen, Federung

Landwirtschaftliche Anhänger werden als Starrdeichselanhänger (Einachs-, Tandemachs- oder Tripelachsfahrwerk/Dreifachachs- oder Tridemfahrwerk mit drei Achsen mit gleichem Achsabstand) oder Gelenkdeichselanhänger (Zweiachs- oder Dreifachachsfahrwerk) gebaut. Starrdeichselanhänger sind Anhänger mit einer Deichsel die nicht oder nur aufgrund einer Federung geringfügig um eine Achse - parallel zur Fahrbahn und senkrecht zur Fahrtrichtung - drehbar ist und es deshalb ermöglicht, Vertikalkräfte auf das Zugfahrzeug zu übertragen. Ein Teil des Anhängergewichts wird dabei vom Zugfahrzeug aufgenommen. Hydraulisch verstellbare Knickdeichseln gelten als starre Deichseln. Gelenkdeichselanhänger haben wenigstens zwei Achsen, von denen mindestens eine gelenkt ist, und eine Deichsel (Zuggabel) die um eine Achse - parallel zur Fahrbahn und senkrecht zur Fahrtrichtung - drehbar ist und somit keine Vertikalkräfte auf das Zugfahrzeug übertragen kann.

Die Anhänger bis zu einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von 25 km/h und einem zulässigen Gesamtgewicht von 8 t sind häufig ungefedert. Für höhere Fahrgeschwindigkeiten und größere Gesamtgewichte werden meist Blatt- oder Parabolfederungen für die Achsen an-

geboten. Parabolfedern haben eine stärkere Dämpfung und einen kleineren Federweg als Blattfedern. Auf Grund der damit verbundenen kleineren Bewegungen ist die Kippstabilität solcher Anhänger bei angekippter Brücke größer. Zudem kann Bauhöhe eingespart werden, die entweder für größere Reifen oder eine „niedrigere Ladeflächenhöhe“ genutzt werden kann. Die Kosten für beide Federbauarten sind nahezu gleich, mit leichten Vorteilen für die Parabolfedern. Nur bei ganz schweren Anhängern werden auch hydropneumatische Federungen eingebaut.

Um die dynamischen vertikalen Belastungen des Traktors, insbesondere der Verbindungseinrichtung, zu senken, werden bei größeren Starrdeichselanhängern auch gefederte Zugdeichseln eingesetzt.

Bei den Gelenkdeichselanhängern mit Drehschemellenkung dominieren die Ausführungen mit zwei Achsen. Dreiachser werden wegen ihrer schlechten Manövrierbarkeit in der Regel nur als Gebrauchtfahrzeuge aus dem Transportgewerbe für die Zuckerrüben- und Getreideabfuhr eingesetzt.

Bei mehrachsigen Starrdeichselanhängern werden ungelenkte und gelenkte Fahrwerke angeboten. Ungelenkte Fahrwerke sind zwar kostengünstiger, aber sie erfordern andererseits größere Lenkkräfte, erzeugen beim Kuvenfahren auf befestigten Fahrbahnen durch das „Radieren“ einen höheren Reifenverschleiß und schädigen nachgiebige Fahrbahnen durch „Abscheren“ der Bodenoberfläche.

Gelenkte Achsen können als selbstlenkende Nachlaufachse oder als aktiv gelenkte Achsen ausgebildet sein. Bei der selbstlenkende Nachlaufachse sind die Achsschenkel vor der Achse angelenkt und über Hebel miteinander verbunden. Durch die Seitenkräfte beim Kurvenfahren werden die Räder ausgelenkt und kehren bei Geradeausfahrt selbsttätigen in ihre Grundstellung zurück. Um ein Schlingern der Räder bei Geradeausfahrt zu verhindern, wird eine Kurvenplatte lastabhängig pneumatisch gegen eine Gleitrolle am Umlenkhebel gedrückt. Beim Rückwärtsfahren wird automatisch über eine Sperre am Umlenkhebel ein Lenken verhindert.

Bei der Zusammenstellung einer Zugmaschinen-Anhänger-Kombination sollte darauf geachtet werden, daß die Spurweiten beider Fahrzeuge übereinstimmen oder die Anhängerräder zumindest innerhalb der meist breiteren Spur der Zugmaschinen-Räder laufen. Auf nachgiebigen Fahrbahnen erzeugen die Räder der Zugmaschine eine ebene, tragfähigere Fahrbahn wodurch der Rollwiderstand und die Bodenbelastung des Anhängers sinkt („Multi-Pass-Effekt“).

Bei Mehrachs-fahrwerken von Starrdeichselanhängern können die Achsen pendelnd am Fahrzeug angelenkt werden, um auf unebenen Fahrbahnen eine gleichmäßigere Lastverteilung zu erreichen. Wird dabei der Pendelpunkt etwas Richtung der zweiten Achse verschoben, können der Rollwiderstand und die Bodenbelastung des Gesamtfahrwerks - im Vergleich zu einer mittleren Pendelpunktlage - leicht gesenkt werden. Die erste Achse, die eine geringere Last aufnehmen muß, erzeugt wiederum eine ebene, tragfähigere Fahrbahn für die höher belastete folgende Achse. Dabei ist die Zunahme des Rollwiderstands und der Bodenbelastung an der zweiten Achse durch die höhere Last geringer als die Verringerung dieser Werte an der ersten Achse durch die kleinere Auflagekraft auf der „unberührten“ Fahrbahn.

Fahrwerke mit 4 Rädern nebeneinander, die zur Bodenschonung entwickelt wurden, haben sich aber nicht durchgesetzt. Der Grund dafür dürfte darin liegen, daß einerseits der konstruktive Aufwand sehr hoch ist und andererseits die Bodenfreiheit zwischen den Rädern eingeschränkt

wird und vor allem aber der Rollwiderstand und damit der Zugkraftbedarf auf weichem Untergrund höher ist.

3.3 Bremsen

3.3.1 Auflaufbremsen

Beim Abbremsen des Zugfahrzeugs läuft der Anhänger auf dieses auf und die Auflaufbremse wird betätigt. Eine Prinzipskizze zeigt Abbildung 3.6. Die Zugöse mit der Zugstange ist längsbeweglich in einem Führungsrohr gelagert, wodurch beim Auflaufen des Anhängers auf das Zugfahrzeug eine Relativbewegung zwischen Zugstange und Führungsrohr ermöglicht wird. Dadurch werden über das Bremsgestänge die Vorderrad- und Hinterradbremzen (Wenn vorhanden) betätigt. Die Feststellbremse wird durch den Handbremshebel ebenfalls über das Bremsgestänge betätigt. Um ein Ansprechen der Bremse beim „Gaswegnehmen“ des Zugfahrzeugs zu vermeiden, werden Dämpfungseinrichtungen verwendet, die abhängig von der zulässigen Fahrgeschwindigkeit des Anhängers ausgelegt sind.

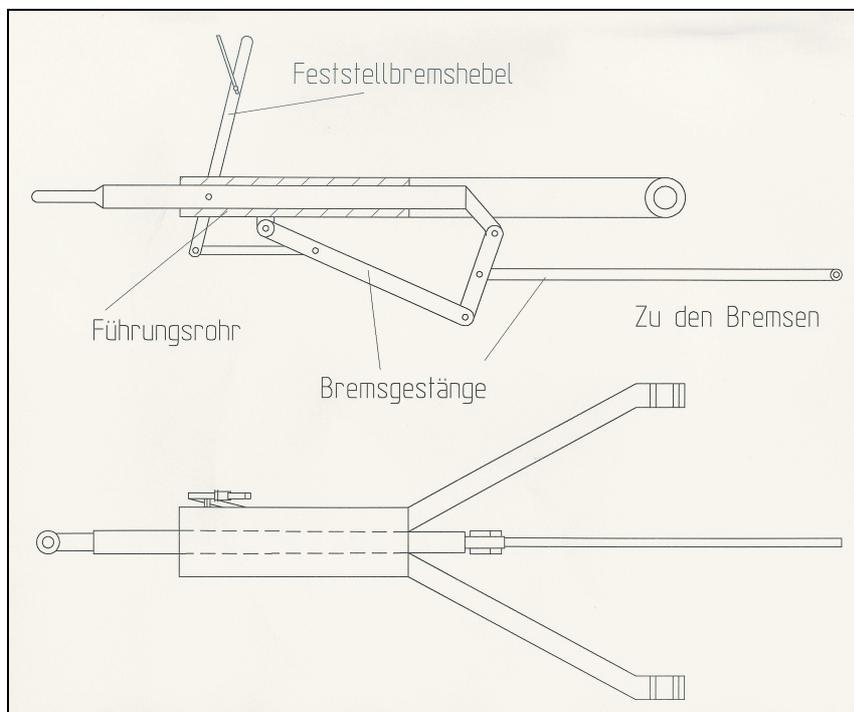


Abb. 3.6: Prinzipskizze der Auflaufbremseinrichtung in einer Zugdeichsel

Damit mit angekuppeltem Hänger auch rückwärts gefahren werden kann, muß die Bremse für diesen Fahrzustand außer Betrieb gesetzt werden. Dies geschieht heute durch eine Rückfahrautomatik in den Radbremsen, die durch die geänderte Drehrichtung der Räder ausgelöst wird. Bei Vorwärtsfahrt wird die Blockierung der Bremsen automatisch aufgehoben.

Da konstruktionsbedingt bei Rückwärtsfahrt keine Bremswirkung möglich ist, ist bei Rückwärtsfahrten hangabwärts besondere Vorsicht geboten. Um die Bremswirkung dieser Bauart mit ihrem aufwendigen mechanischen Übertragungsgliedern zu gewährleisten, ist eine regelmäßige Überprüfung, Pflege und Wartung notwendig.

3.3.2 Druckluftbremsen

Bei neuen Anhängern mit Druckluftbremsen für Fahrgeschwindigkeiten über 25 km/h sind nur noch Zweileitungsdruckluftbremsanlagen zulässig. Alte Anhänger mit Einleitungsbremsanlage mußten auf Zweileitungsanlagen umgerüstet werden (bis 1.6.1989) bzw. deren zulässige Fahrgeschwindigkeit auf 25 km/h reduziert werden (Einzelausnahmen für Anhänger HW60 und HW80 aus „DDR-Produktion“).

Abbildung 3.7 zeigt einen „Schaltplan“ einer Zweileitungsdruckluftbremsanlage eines Zweiachsanhängers. Über die mit einem roten Kupplungskopf gekennzeichnete Vorrats-Versorgungsleitung (Vorratsleitung) wird der Vorratsbehälter am Anhänger laufend mit Druckluft versorgt. Über die mit einem gelben Kupplungskopf gekennzeichnete Steuerleitung (Bremsleitung) wird die Bremse betätigt. Neben dem Kupplungskopf sind häufig auch die Bremsleitungen in der entsprechenden Farbe ausgeführt.

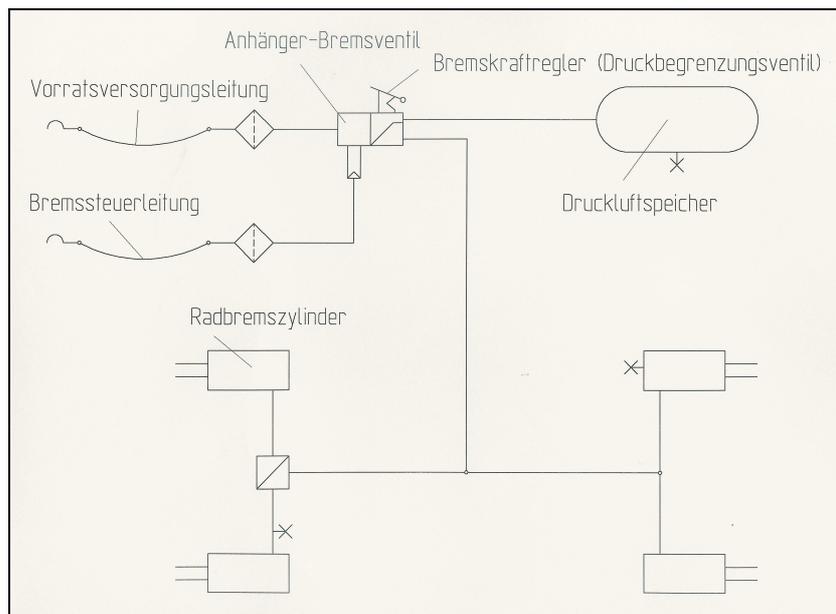


Abb. 3.7: Schaltplan einer Zweileitungsdruckluftbremsanlage eines Zweiachsanhängers

Der Anhänger wird auch während eines Bremsvorgangs weiter vom Zugfahrzeug durch die Vorratsleitung mit Druckluft versorgt (besonders vorteilhaft beim häufigen Bremsen auf längeren Gefällstrecken). Beim Betätigen der Bremspedals des Zugfahrzeugs wird die Steuerleitung mit Druck beaufschlagt und durch das Anhängerbremventil die Bremszylinder mit Druckluft versorgt. Beim Abkuppeln oder Abreißen der Vorratsleitung wird die Bremse des Anhängers automatisch aktiviert und der Anhänger brems voll ein. Um den Anhänger auch ohne Druckluftanschluß rangieren zu können (z.B. Anhängung an der Rangierkupplung des Zugfahrzeugs) kann die Bremse mittels eines Hebels am Anhängerbremventil gelöst werden.

Um das „Überbremsen“ eines leeren oder nur teilweise beladenen Anhängers zu verhindern, ist zusätzlich ein Bremskraftregler vorhanden, der bei manueller Betätigung in der Regel mit dem Anhängerbremventil kombiniert ist. Ein automatischer Bremskraftregler (ALB) ist im Bereich der Achsfederung angebracht.

Um ein Auflaufen des Anhängers beim Bremsen zu verhindern, wird mit einer sogenannten Voreilung gearbeitet, womit die Anhängerbremsen vor den Zugfahrzeugbremsen ansprechen und der Zug „gestreckt“ bleibt.

Anhänger mit einer Druckluftbetriebsbremsanlage können mit einer mechanischen Feststellbremse oder mit einer Federspeicherfeststellbremse ausgerüstet sein. Bei der mechanischen

Feststellbremse werden die Betriebsbremsen durch eine mechanische Einrichtung betätigt. Dagegen werden Federspeicherbremsen, wie ihr Name sagt, durch Federkraft betätigt und durch Druckluft gelöst. Sinkt der Druck in der Bremsanlage unter einen bestimmten Wert spricht die Feststellbremse selbsttätig an. Sie kann dann nur durch Erhöhung des Drucks in der Bremsanlage oder in einer aufwendigen mechanischen Prozedur durch Vorspannen der einzelnen Federn gelöst werden. Werden die Federspeicher mechanisch gelöst ist die Wirkung der Feststellbremse aufgehoben. Dieses Hilfsmittel sollte also nur im Notfall (z.B. festgefrorene Bremsen) verwendet werden und nach Behebung der Störung sofort die Betriebsbereitschaft wieder hergestellt werden.

3.3.3 Hydraulische Bremsen

Neben Druckluftbremsen können für Anhänger auch hydraulische Bremsen verwendet werden. Sie haben in Deutschland aber keine Bedeutung, da jede Zugfahrzeug-Anhängerkombination einzeln aufeinander abgestimmt und dann abgenommen werden muß. Es sind zur Zeit Überlegungen im Gange im Rahmen der europäischen Harmonisierung dieses Verfahren zu vereinfachen, so daß auch in Deutschland mit einer Verbreitung dieser Bremsenbauart zu rechnen ist.

3.4 Reifen

Die Reifen landwirtschaftlicher Transportfahrzeuge müssen sowohl straßen- als auch acker- tauglich sein. Sie müssen eine große Tragfähigkeit und geringen Verschleiß bei höheren Fahrgeschwindigkeiten besitzen und den Boden auf dem Feld durch geringen Reifeninnendruck und große Kontaktfläche möglichst wenig belasten.

Die Tragfähigkeit der Reifen nimmt mit steigendem Reifeninnendruck, mit zunehmender Reifengröße und abnehmender Fahrgeschwindigkeit zu. Aus konstruktiven Gründen (Ladeflächenhöhe, Kippstabilität) sind dem Größenwachstum der Anhängerreifen Grenzen gesetzt. Um die für die zunehmenden Radlasten und geforderten Fahrgeschwindigkeiten erforderlichen Tragfähigkeiten zu erreichen, werden „steifere“ Karkassen und höhere Reifeninnendrucke verwendet.

Abbildung 3.8 zeigt die spezifische Bodenbelastung durch Anhänger und Traktoren. Dabei wird das Gesamtgewicht des Fahrzeugs durch die Projektionsfläche der Reifen (Summe der Produkte für alle Achsen Reifenbreite x Reifendurchmesser x Zahl der Reifen pro Achse) geteilt. Die Zahlenwerte haben keine physikalische Bedeutung und geben nur Auskunft über die zu erwartende Bodenbelastung. Wegen der großvolumigen Bereifungen an Traktoren liegt die spezifische Bodenbelastung immer unter den Werten für Anhänger. Die Werte für die Anhänger streuen so stark, da einerseits nicht nach Fahrwerksart (Einachs-, Tandemachs-, Tripelachs- oder Zweiachsfahrwerk) unterschieden wurde und andererseits die Größe der angebotenen Standardbereifung je nach Typ sehr unterschiedlich war.

Dies bedeutet aber wiederum, daß man je nach Haupteinsatz (Straße/Weg oder Feld) des Anhängers eine entsprechende Bereifung auswählen kann. Für den gemischten landwirtschaftlichen Einsatz sind aber möglichst großvolumige Bereifungen vorzuziehen, die durch Erhöhung des Reifeninnendrucks auch für Fahrten auf befestigten Fahrbahnen mit höheren Geschwindigkeiten geeignet sind. Um das aufwendige manuelle Reifeninnendrucksenken und -erhöhen zu umgehen, werden besonders bei sehr großen Anhängern sogenannte Reifendruckverstellanlagen angeboten, mit denen dieser Vorgang während der Fahrt ausgeführt werden kann.

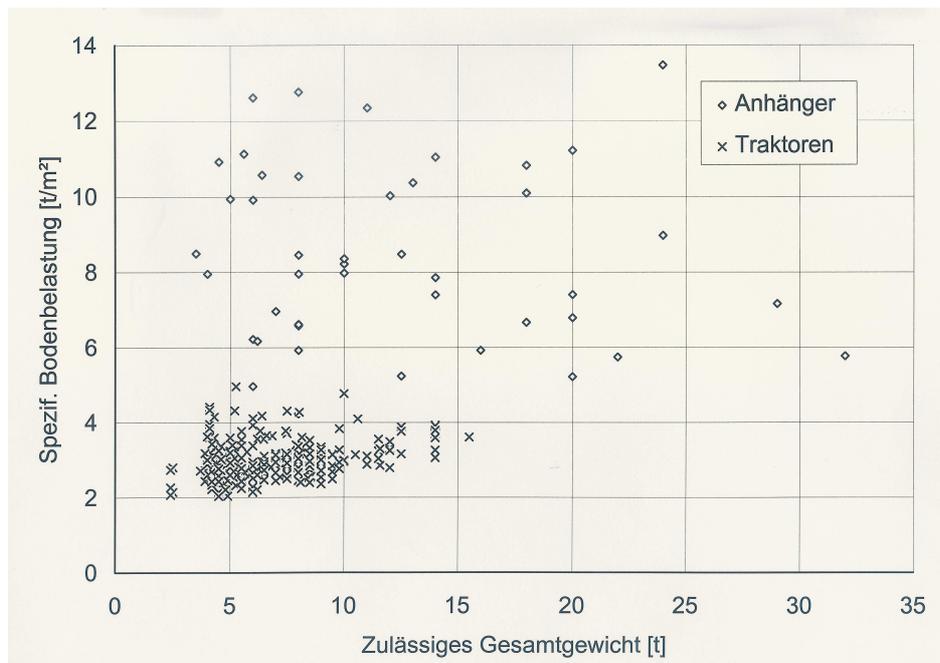


Abb. 3.8: Spezifische Bodenbelastung in Abhängigkeit vom maximalen Gesamtgewicht der 1998 in Deutschland angebotenen Traktoren und landwirtschaftlichen Transportanhänger

Um möglichst bodenschonend zu arbeiten, sollten folgende Aspekte beachtet werden:

- Größtmögliche Bereifung wählen.
- Beim Feldeinsatz sollte ein Reifeninnendruck von **unter 1,8 möglichst 1,4 bar** eingehalten werden.
- Anhänger mit Einachsfahrwerk sollten nur bis zu 8 t und mit Tandemachsfahrwerk bis zu 14 t Gesamtmasse verwendet werden. Ab 18 t Gesamtmasse dann Tripelachsfahrwerke.
- LKW-Anhänger sollten nur auf befestigten Fahrbahnen eingesetzt werden.

Als wichtiger Nebeneffekt einer großvolumigen Bereifung ist zu werten, daß die Kippempfindlichkeit durch die geringere Gefahr des Einsinkens wesentlich geringer ist.

3.5 Rahmenbauart - Bodenanpassung

Die notwendige Anpassung an Bodenunebenheiten kann durch zwei Konstruktionsprinzipien erreicht werden. Bei verwindungssteifen Rahmen erfolgt dies durch relativ aufwendige Federn und Dämpfer und bei verwindungsweichen Rahmen - wie es der Name schon sagt - durch Verwindung des gesamten Rahmens. Bei landwirtschaftlichen Transportfahrzeugen wird aus Gewichts- und Kostengründen meist die zweite Möglichkeit verwendet. Verwindungsteife Rahmen finden nur noch bei Militärfahrzeugen und einigen Baustellenfahrzeugen Verwendung.

Die starken Verwindungen stellen besondere Anforderungen an die Abdichtung des Laderaums von landwirtschaftlichen Transportfahrzeugen wenn feinkörnige Güter wie Raps oder Mineraldünger transportiert werden sollen. Daneben muß bei den heute üblichen Kippanhängern auch noch das Kippen der Ladefläche und das Verriegeln nach Absenken der Brücke auch bei verwundenem Rahmen möglich sein.

Die auftretenden Verwindungen sind bei Einachs- oder Tandemachsanhänger wegen der "Dreipunktlagerung" weniger stark ausgebildet als bei Zweiachsanhängern und damit auch der

zur Abdichtung notwendige Aufwand. Dagegen ist die Kippstabilität von Zweiachsanhänger größer als bei Einachs- oder Tandemachsanhängern (siehe Abschnitt 5.2.2).

4. Verfahrensketten - Umschlagtechnik

4.1 Logistik im landwirtschaftlichen Transportwesen

Die in Abschnitt 2.2.1 beschriebene Leistungsfähigkeit der Ernte- und Ausbringtechnik erfordert eine gute Planung der Güterzufuhr und Güterabfuhr, um die anstehenden Arbeiten schlagkräftig mit möglichst geringem Kostenaufwand zu erledigen. Dazu ist es nötig, in Verfahrensketten/Arbeitsketten im Sinne der Logistik zu denken.

Ziel der Logistik bei landwirtschaftlichen Ausbring- und Erntearbeiten ist es, die Güter in der benötigten Menge bereitzustellen, bzw. die anfallenden Erntegüter abzutransportieren, und zwar:

- zum richtigen Zeitpunkt
- vom und zum richtigen Ort
- mit der geforderten Qualität (z.B. schonende Behandlung von Kartoffeln)
- mit möglichst geringem Aufwand (Zeit, Kosten)

durch Nutzung der geeigneten Technik (Fahrzeuge und Geräte).

Es gilt also solche Technik auszuwählen und einzusetzen, die ein kontinuierliches, unterbrechungsfreies Arbeiten der „Schlüsselmaschine“ (Mähdrescher, Rübenroder, Gülleausbringfahrzeug) ermöglicht, ohne übermäßig „Reserven“ vorzuhalten.

Besondere Beachtung beim Planen in Verfahrensketten muß auf die Analyse der Schnittstellen - beim Transport sind dies die Gutaufnahme und Gutabgabe - gelegt werden. Hier werden die oben genannten Kriterien, wie Gutart, Menge/Durchsatz, Zeitpunkt, Ort und Qualitätsanforderungen vorgegeben. An Hand dieser Vorgaben ist eingesetzte Technik hinsichtlich der Eignung für das Transportgut und der Leistungsfähigkeit für die in bestimmten Zeiteinheiten zu transportierende Menge auszuwählen. Bei der Auswahl der Technik muß neben den „passenden“ Transportfahrzeugen auch die entsprechende Umschlagtechnik zugeordnet werden.

Um die so ausgewählten Fahrzeuge und Maschinen rationell einsetzen zu können, ist ein guter Informationsaustausch zwischen den einzelnen Gliedern der Verfahrenskette unerlässlich, besonders um auf nie ganz vermeidbare Störungen (z.B. Verkehrstau oder Ausfall eines Fahrzeugs) unverzüglich reagieren zu können.

Um den Rahmen dieses Heftes nicht zu sprengen, werden im folgenden nur die wichtigsten Aspekte kurz beleuchtet. Detailliertere Aussagen liefert die DLG-Arbeitsunterlage: Isensee, E. und K. Winter (1997): „Logistik in der Pflanzenproduktion“.

4.2 Einphasige oder mehrphasige Transporte?

Eine Hauptentscheidung bei der Planung von landwirtschaftlichen Transporten ist zwischen einphasigen und mehrphasigen Verfahren zu treffen. Es muß also entschieden werden, ob zwischen der Schnittstelle Gutaufnahme (Lager bei Ausbringarbeiten, Erntemaschine bei Erntear-

beiten) und Gutabgabe (Ausbringmaschine bei Ausbringarbeiten, Lager bei Erntearbeiten) einer oder mehrere weitere Umschlagvorgänge erfolgen sollen. Eine Trennung erfolgt in der Regel zwischen den Transporten auf dem Feld und auf gut befestigten Fahrbahnen (Straßen, Feldwege).

Die wichtigsten Kriterien für die Entscheidung sind:

- Transportentfernung
- Struktur der Fahrbahnen
- Anteil der Transportzeit an der Gesamtarbeitszeit
- Schlagkraft
- Kosten

Die Kriterien Transportentfernung und Struktur der Fahrbahnen sind zusammen zu betrachten. Eine weite Transportentfernung mit einem sehr hohen Anteil von schlechten Fahrbahnen kann durchaus den Einsatz eines feldtauglichen Transportfahrzeugs rechtfertigen. Die oben beschriebene bodenschonende Bereifung der feldtauglichen Fahrzeuge führt dagegen auf befestigten Fahrbahnen zu erhöhtem Reifenverschleiß, größerem Leistungsbedarf und sinkender Fahrstabilität („weiche“ Reifen).

Der Anteil der Transportzeit an der Gesamtarbeitszeit ist mit der Schlagkraft des Ernteverfahrens eng verbunden. Besonders bei kurzen „Hauptarbeitszeiten“ zum Behälterentleeren bei Ausbringarbeiten (z.B. Mineraldüngerstreuen mit Anbaudüngerstreuer) bzw. Bunkerfüllen bei Erntearbeiten (z.B. Mähdrusch) wird das gebrochene Verfahren zu wählen sein.

Bei der Analyse der Kosten ist zu berücksichtigen, daß das kostengünstigste Einzelverfahren nicht immer auch für den ganzen Betrieb die kostengünstigste Variante darstellt, da beispielsweise ein weniger schlagkräftiges aber „billigeres“ Verfahren zu hohen „Wartekosten“ wegen nicht termingerechter Arbeitserledigung führen kann.

5. Transportfahrzeuge

5.1 Kriterien zur Auswahl

Das Spektrum der heute angebotenen Transportfahrzeuge reicht von einfachen aber relativ universell einsetzbaren Plattformwagen, über Anhänger mit Kippeinrichtung (Heck- oder Dreiseitenkipper) bis zu speziellen aufwendigen Spezialfahrzeugen, die nur für den Transport und Umschlag eines bestimmten Gutes geeignet sind (z.B. Ballenladewagen, Gülleausbring- und -transportfahrzeuge).

Jede Fahrzeugart ihrerseits wird in einem großen Leistungsspektrum (Nutzmasse, Nutzvolumen, zulässige Fahrgeschwindigkeit), mit vielen Ausstattungsvarianten und inzwischen häufig auch als Selbstfahrer angeboten.

Es wird daher immer wichtiger, das für die eigenen Bedürfnisse geeignete Transportfahrzeug auszuwählen. Im folgenden werden die wichtigsten Kriterien für die Auswahl aufgezeigt.

Als erster Schritt gilt es, die im eigenen Betrieb anfallenden Transportarbeiten zu analysieren, um die Anforderungen an die Transportfahrzeuge genauer beschreiben zu können. Dabei kann

nach dem in Tabelle 5.1 gezeigten Schema vorgegangen werden. Beispielhaft wurden die Arbeiten Getreideabfuhr, Häckselguttransport (Maissilage) und Strohlieferung für einen Reitstall eingetragen.

Tab. 5.1: Aufstellung der im Betrieb anfallenden Transportarbeiten mit Angabe der Gutart, der Zeitpunkte, des zur Verfügung stehenden Zeitraums, der Transportmenge, des Transportweges und der Bedingungen bei Be- und Entladung.

Art der Arbeit Transportgut	Zeitpunkt, zur Verfügung stehender Zeitraum	Transport- menge	Transportentfernung Fahrbahnen	Beladeort Umschlag- technik	Entladeort Umschlag- technik
Getreideab- fuhr Gerste	Ende Juni, entsprechend Leistung des Mähdreschers	Insgesamt 300 t	0,5 km Getreidefeld 1,0 km unbefestigter Feldweg 4,0 km geteeter Flurbereinigungsweg 15 km Öffentliche Straße	Überlade- schnecke des Mähdreschers Freies Feld	Kippbühne Platz ausrei- chend zum Wenden für Traktor und 2 Anhänger
Silomaisernte	Ende Oktober Erntezeitraum	Insgesamt 1000 t	0,5 km Maisfeld 2,0 km geschotterter Flurbereinigungsweg	Gebälse des Maishäckslers Freies Feld	Abkippen in Fahrsilo Einfahrt rück- wärts ins Silo
Strohlieferung für Reitstall HD-Ballen	Ganzjährig etwa alle 14 Tage	Insgesamt 2000 m ³ ca. 35 m ³ pro Lieferung	10 km Öffentliche Straße 0,5 km geteeter Flurbereinigungsweg	Frontlader mit Ballenzange Scheune mit Durchfahrt	Handarbeit Traktor kann nur mit einem Anhänger wenden

An Hand einer derartigen Aufstellung (Transportgut und -menge) ist zunächst zu entscheiden, für welche Arbeiten bereits im Betrieb vorhandene Transportkapazitäten genutzt werden sollen und wofür neue Transportkapazitäten benötigt werden. Neben der Eigenmechanisierung ist jeweils zu prüfen, ob nicht überbetriebliche Transportmittel (Maschinenring, Lohnunternehmer, Spedition) genutzt werden können und eine kostengünstigere Alternative darstellen. Auf der anderen Seite ist zu analysieren, ob die Auslastung der eigenen Transportfahrzeuge durch Arbeiten für Andere erhöht werden kann.

In Abhängigkeit von den Transportgütern ist es notwendig zu entscheiden, ob die mögliche Nutzlast (Zulässiges Gesamtgewicht - Leergewicht) oder das nutzbare Ladevolumen (Ladeflächeninnenlänge x -breite x max. Bordwandhöhe plus ggf. Volumen eines Schüttkegels) für die Auswahl als Hauptkriterium verwendet werden muß. Bei den meisten landwirtschaftlichen Gütern ist die Dichte des Gutes so gering, daß das nutzbare Volumen die Transportkapazität eines Transportfahrzeugs begrenzt. Lediglich bei Körner- und Hackfruchttransporten kann mit einem entsprechenden Schüttkegel die mögliche Zuladung ausgenutzt werden. Bei anderen Transportgütern bieten zusätzliche Aufbauten (beispielsweise Häckselaufbau) die Möglichkeit, das nutzbare Volumen zu vergrößern. Im Einzelfall ist dann jedoch zu prüfen, ob beispielsweise die automatische Rückwandöffnung an Wannenkippern auch mit diesen Zusatzaufbauten möglich ist.

Wichtig für die Auswahl ist auch immer die Analyse der Be- und Entladestellen hinsichtlich verwendeter Umschlaggeräte (Art, begrenzende Größen: beispielsweise Übergabehöhe beim Kartoffelvollernter) und der örtlichen Gegebenheiten (Platzangebot zum Rangieren und Wenden, Höhe von Laderampen).

Da zu einem Transportanhänger auch immer ein Zugfahrzeug gehört, ist in diesem Stadium der Entscheidungsfindung zu klären, welche Traktoren bzw. Zugmaschinen für die Transportarbeiten zur Verfügung stehen bzw. in nächster Zukunft angeschafft werden sollen.

Kriterien sind hier die Motornennleistung, die zulässige Anhängelast, die zulässige Stützlast, die Spurweite, die Höchstgeschwindigkeit, die Art der Bremsanlage (Druckluftbremse ja/nein) und das Hydrauliksystem (besonders die zulässige Entnahmemenge).

Detaillierte Ausführungen zur benötigten Motornennleistung finden sich Abschnitt 2.2.2. Als Faustwert kann hier eine Motornennleistung von **4 kW pro Tonne Zuggewicht** angenommen werden.

Die Spurweite eines Transportanhängers sollte der Spurweite des Zugfahrzeugs entsprechen, um beim Feldeinsatz den Rollwiderstand und die Bodenbelastung möglichst gering zu halten (siehe Abschnitt 3.2).

Nach der Bestimmung der benötigten „Leistungsmerkmale“ muß aus dem vielfältigen Angebot an Fahrzeugen, die diese Forderungen erfüllen, ein Typ ausgewählt werden. Als Kriterien für die Entscheidung sollten neben dem Anschaffungspreis und dem Serviceangebot vor allem die Verarbeitung und die Wartungsfreundlichkeit berücksichtigt werden. Stabile Konstruktion und paßgenaue Verarbeitung sowie „saubere“ Schweißnähte müssen selbstverständlich sein. Ebenso ein guter Rostschutz (beispielsweise Hohlraumversiegelung für Stahlbordwände) und ein stabiler Schutz für „beschädigungsempfindliche“ Teile, wie der Beleuchtungseinrichtung.

Eine Arbeiterleichterung und Zeitersparnis bei den Wartungsarbeiten bieten Zentralschmieranlagen, die in gewerblich genutzten Transportfahrzeugen heute bereits weit verbreitet sind. Es gibt solche Anlagen mit automatischer Schmierstoffzuteilung oder mit manueller Betätigung von einem zentralen Vorratsbehälter aus. Ohne Zentralschmieranlage sollten die Schmierstellen gut zugänglich und gekennzeichnet und die Schmiernippel geschützt (z.B. durch einen Ring) angebracht sein.

„Hochdruckreinigerfest“ ist eine heute unverzichtbare Forderung an Landmaschinen. Besonderes Augenmerk muß hier auf Kabeldurchführungen an Klemmkästen und Lampen gerichtet werden. Aber auch die Aufbauteile müssen entweder abgedichtet sein oder einen guten Ablauf für gegebenenfalls eingedrungenes Wasser erlauben.

5.2 Universaltransportfahrzeuge

5.2.1 Plattformwagen

Die früher in der Landwirtschaft überwiegend eingesetzten Plattformwagen werden heute nur noch für kleine Nutzlasten für den landwirtschaftlichen Einsatz angeboten. Sie dominieren aber den Markt der LKW-Anhänger mit zulässigen Gesamtgewichten bis zu 24 t (3-Achser). Aus dem gewerblichen Bereich stammende gebrauchte Anhänger werden besonders für die Getreide- und Zuckerrübenabfuhr auch vermehrt in der Landwirtschaft eingesetzt.

Die Plattformanhänger haben die höchsten spezifischen Nutzmassen (Nutzmasse bezogen auf Leergewicht) der Universaltransportanhänger, da nur das Fahrwerk und die Ladeplattform (mit Bordwänden) vorhanden sind. Sie sind besonders dann günstig, wenn für die Transporte die Nutzmasse und nicht das Nutzvolumen im Vordergrund stehen. Aber auch für den Stückgut-

transport (z.B. Heu- oder Strohballen) sind sie geeignet, da das Transportgut nicht einfach "abgekippt" werden kann, sondern "geordnet" mit Umschlagmaschinen abgeladen wird.

Neben dem Standardaufbau mit Bordwänden werden sie häufig für den Stückguttransport mit Rungen an den Stirnseiten ausgerüstet und die seitlichen Bordwände werden abgebaut.

Tiefladeanhänger

Eine Sonderbauform von Plattformwagen stellen die Universaltiefladeanhänger dar, die zum Transport großer „unteilbarer Ladung“, wie Maschinen oder Fahrzeugen entwickelt wurden. Um eine möglichst niedrige Ladehöhe zu erreichen, werden sehr kleine Räder meist als Zwillingbereifung an der Vorder- und der/den Hinterachse/n verwendet. Dadurch sind diese Fahrzeuge nur bedingt „feldtauglich“ und sollten nur bei sehr trockenen Verhältnissen auf dem Acker eingesetzt werden. In der Regel ist dies in ihrer Haupteinsatzzeit, der Ballenbergung, der Fall. Werden sie zum Transport von überbreiten Arbeitsmaschinen (z.B. Bodenbearbeitungsgeräte, Sämaschinen) eingesetzt (siehe Abschnitt 6), sollte ein befestigter Weg nicht verlassen werden.

Tiefladeanhänger haben, bis auf wenige Ausnahmen, keine oder nur im vorderen Bereich Bordwände, sind aber mit Vorrichtungen (Ösen, Laschen usw.) zum Anschlagen von Zurrmitteln versehen. Sollen sie für den Fahrzeugtransport verwendet werden, befinden sich am Heck klappbare Auffahrampen (federunterstützt, hydraulisch). Der stabile Stahlträgerrahmen ist mit Holz beplankt, ebenso die Auffahrampen. Alternativ werden auch Auffahrampen aus Aluminium verwendet. Für den Ballentransport besonders gut geeignet sind Anhänger mit einer „durchgehenden“ Ladefläche ohne Absatz im vorderen Bereich über dem Drehkranz der Vorderachse. Durch diese Bauart kann die Ladefläche zur Aufnahme von hohen aber nicht sehr langen Ladegütern niedriger gestaltet werden.

Neben den beschriebenen relativ vielseitig einsetzbaren Fahrzeugen werden auch Tiefladeanhänger für spezielle Gütertransporte (z.B. Mähdrescher, Feldhäcksler, Großtraktoren) gebaut, die aber aus Kostengründen und wegen ihrer schlechten Eignung für andere Transportgüter in der landwirtschaftlichen Praxis nur in Einzelfällen - weit auseinanderliegende Betriebsstätten mit hohen Umsetzraten - einzusetzen sind.

5.2.2 Kippanhänger (Dreiseiten-, Zweiseiten-, Heckkipper)

Der Kippanhänger, sei es ein Dreiseiten-, Zweiseiten- oder Heckkipper, ist heute der Standardtransportanhänger in der Landwirtschaft. Dabei werden Heckkipper auf Starrdeichselfahrgestelle aufgebaut, während Zweiseitenkipper in der Regel ein Zweiachsfahrgestell haben. Dreiseitenkipper werden dagegen sowohl als Starrdeichselfahrzeuge als auch als Gelenkdeichselanhänger angeboten.

Starrdeichsel- oder Gelenkdeichselanhänger?

Hinsichtlich der Kippstabilität bieten Gelenkdeichselanhänger Vorteile gegenüber Starrdeichselanhängern. Abbildung 5.1 zeigt die Lage der "Kippachse" für beide Fahrzeugarten.

Beim seitlichen Abkippen darf der Schwerpunkt des Fahrzeuges (einschl. der Ladung) bei einem Gelenkdeichselanhänger nicht über die Verbindungslinie der Reifenaußenkanten hinausragen damit das Fahrzeug nicht zur Seite umkippt. Beim Starrdeichselanhänger ist die "Kippachse" dagegen die Verbindungslinie zwischen Zugöse und Außenkante der Reifenaufstandsfläche. Besonders bei überwiegender Beladung im vorderen Fahrzeugteil ergibt sich eine

relativ große Gefahr des seitlichen Umsturzes beim Ankippen der Ladefläche. Für das Abkippen nach hinten ist die "Kippachse" mit der letzten Achse des Fahrzeugs identisch. Da bei Starrdeichselanhängern die Achse(n) weiter zur Fahrzeugmitte hin angebracht ist(sind), können hier negative Stützlasten an der Verbindungseinrichtung auftreten.

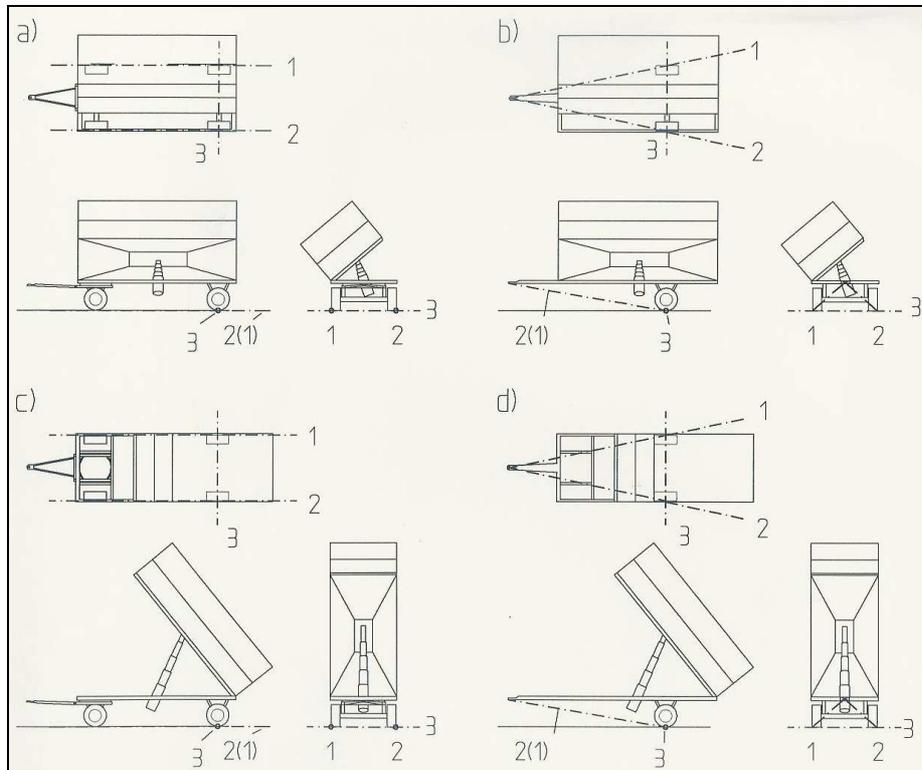


Abb. 5.1: "Kippachsen" von Starrdeichsel- und Gelenkdeichselanhängern (1: Kippachse für seitliches Umkippen in Fahrtrichtung rechts, 2: Kippachse für seitliches Umkippen in Fahrtrichtung links, 3: Kippachse für Umkippen nach hinten)
a) Abkippen zur Seite eines Zweiachsanhängers (Gelenkdeichselanhänger)
b) Abkippen zur Seite eines Einachsanhängers (Starrdeichselanhänger)
c) Abkippen nach hinten eines Zweiachsanhängers (Gelenkdeichselanhänger)
d) Abkippen nach hinten eines Einachsanhängers (Starrdeichselanhänger)

Hinsichtlich der Wendigkeit und des "zulässigen Gesamtgewichtes" (nach Änderung der StVZO) sind die Starrdeichselanhänger günstiger als Gelenkdeichselanhänger zu bewerten. Ebenso positiv ist die zusätzlich Belastung der Hinterachse des Zugtraktors durch die Stützlast, wodurch die Zugkraft erhöht wird.

Soll der Anhänger allerdings häufiger als "Standwagen" (z.B. bei der Mineraldüngung) oder bei "Umhängeverfahren" eingesetzt werden, ist der Gelenkdeichselanhänger günstiger, da er besonders im angekippten Zustand (mit Arretierung der Ladefläche) standsicherer als ein Starrdeichselanhänger ist und das An- und Abkuppeln leichter zu handhaben ist.

Kippeinrichtung

Das Ankippen der Ladefläche erfolgt in der Regel durch einen (selten zwei) Teleskophydraulikzylinder. Die benötigte Ölmenge muß vom Traktor zur Verfügung gestellt werden. Ausnahme bilden hier sehr große Kippanhänger mit einem eigenen Hydrauliksystem, das über eine Ge-

lenkwelle vom Traktor angetrieben wird. Die Anordnung der Kippzylinder am Fahrzeug zeigt Abbildung 5.2.

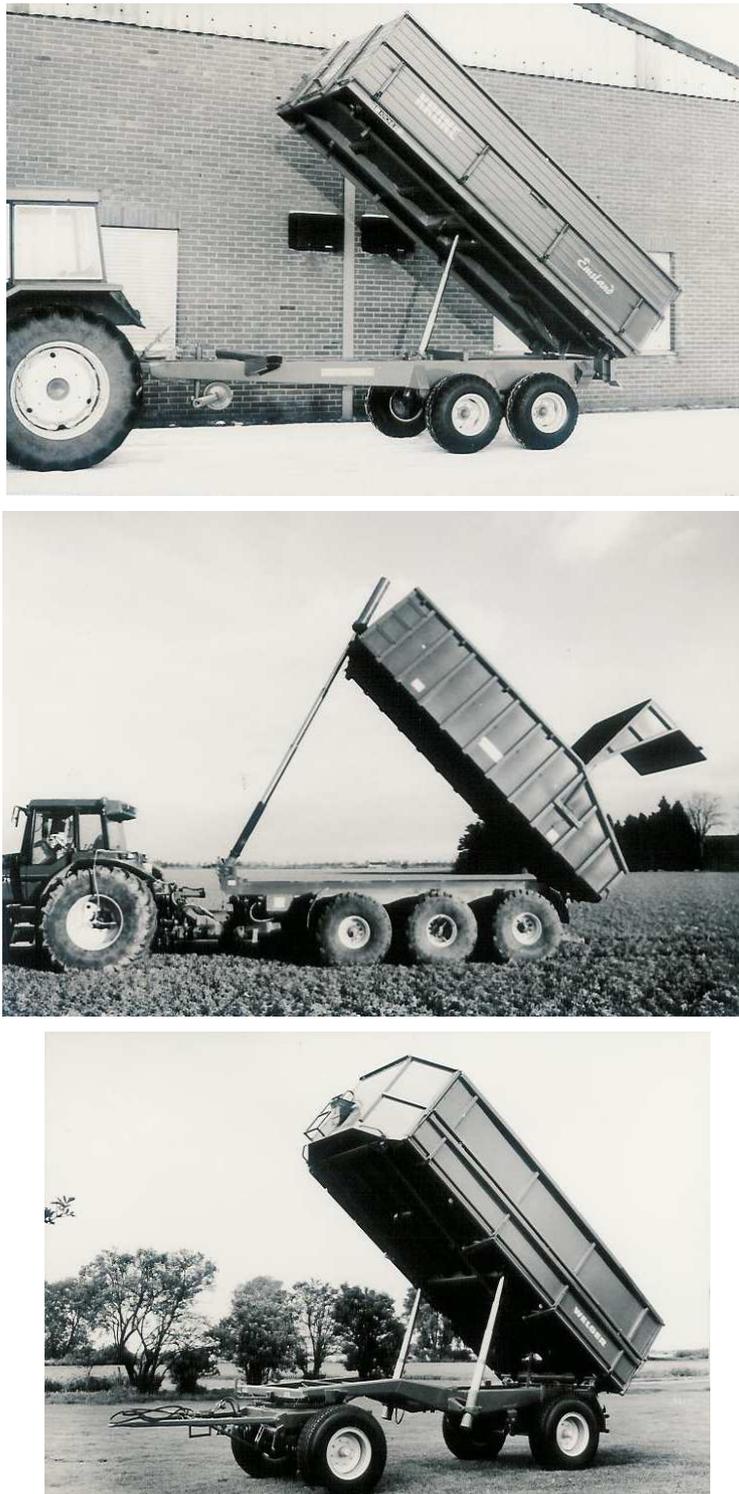


Abb. 5.2: Anbringungsmöglichkeiten der Kippzylinder am Anhänger

Während bei Mehrseitenkippern die Zylinder von der Ladeflächenmitte aus etwas nach vorne versetzt am Rahmen angelenkt sind, gibt es für Heckkipper auch Zylinder, die an der vorderen Stirnseite des Laderaums angreifen. Für die hier benötigten sehr großen Ölmengen ist aber eine separate Hydraulikanlage am Anhänger nötig. Bei "mittig" angebrachten Zylindern werden etwa 1 bis 1,3 l Hydrauliköl pro t zulässigem Gesamtgewicht des Anhängers benötigt. Traktoren

mit gemeinsamen Getriebe- und Hydraulikölkreislauf haben ein größeres Ölvolumen als Traktoren in der gleichen Leistungsklasse aber mit getrennten Ölhaushalten, aber es besteht hier die Gefahr von Getriebebeschäden, wenn zu viel Öl entnommen wird. Besonders durch das "Stehenlassen" eines angekippten Anhängers kann dieses Problem auftreten, wenn anschließend weiter Öl entnommen wird.

Da verschiedene Öle in der Regel nicht miteinander gemischt werden sollen, ist besonders bei Kippanhängern wegen der großen benötigten Ölmengen darauf zu achten, daß in allen Fahrzeugen mit dem gleichen Öl gearbeitet wird. Besonders sogenannte "biologische Hydrauliköle" können zu Problemen führen, da sie einerseits Ablagerungen von Mineralölen ablösen können und andererseits nicht für diese Öle geeignete Kunststoffe angreifen. Beim Ausleihen von Kippanhängern - über den Maschinenring, vom Lohnunternehmer oder aus dem Baugewerbe - ist deshalb die in den Anhängern verwendete Ölsorte zu erfragen, um Schäden am eigenen Traktor zu vermeiden.

Bei Systemen mit zwei Zylindern können diese kleiner dimensioniert werden und ein Verwinden des Laderaums beim Ankippen wird verringert. Diese Lösung hat aber wohl aus Kostengründen und wegen des höheren konstruktiven Aufwandes keine große Verbreitung erreicht.

Durch eine zentrale Kipplagerverriegelung an der Stirnseite des Kippers wird einerseits die Arbeit vereinfacht und andererseits die Gefahr von Bedienungsfehlern und damit die Unfallgefahr gesenkt.

Die Sonderbauform der "Hochkipper" hat in Deutschland nur eine geringe Verbreitung erreicht, da sie einerseits anfällig gegen Umstürzen sind und andererseits die erreichbaren Ausschütthöhen heute häufig nicht mehr ausreichen, um z.B. einen Düngerstreuer oder eine Sämaschine zu füllen. Nicht zu vernachlässigen ist dabei auch die geringere Nutzlast und der höhere Preis dieser Bauart.

Laderaum, Bordwände

Der Laderaum eines Kippanhängers muß so gestaltet sein, daß beim Abkippen kein Ladegut hängenbleibt und ein "dosiertes" Entleeren möglich ist. Dazu sollte der Laderaumboden, der in der Regel aus Stahl gefertigt ist, aus einem Stück bestehen, bzw. in Längsrichtung möglichst übergangslos verbunden sein. Auch die Eckrungen sollten so gestaltet sein, daß keine Nacharbeit von Hand nötig wird. Dies ist besonders in der Häckselgutkette mit den relativ kurzen Umlaufzeiten wichtig. Kipper mit seitlichen Mittelrungen sind daher für den Häckselguttransport, wenn seitlich abgekippt werden muß, nicht geeignet. Um das Abrutschen nach hinten zu erleichtern, werden auch Fahrzeuge mit nach hinten breiter werdenden Aufbauten angeboten. Je länger die Ladefläche ist - und damit die seitliche "Reibungsfläche", um so größer ist der Vorteil durch eine "konische" Laderaumgestaltung.

Durch einen gut verrippten Unterbau des Laderaumbodens wird die Verwindungssteifigkeit des Laderaums erhöht und damit die Gefahr des "Verziehens" gesenkt. Darüber hinaus wird ein Ausbeulen des Bodens verhindert, was sonst das gleichmäßige Abrutschen der Ladung stören könnte.

Die Bordwände werden heute in der Regel in Stahl ausgeführt, sollten hohlraumversiegelt sein, und erfordern gegenüber den etwas teureren Holzbordwänden einen etwas höheren Instandhaltungsaufwand, da mindestens einmal im Jahr Roststellen ausgebessert werden sollten. Gegenüber mechanischen Beschädigungen (beispielsweise durch die Schaufel eines Ladege-

rätes) sind Stahlbordwände zwar unempfindlicher, müssen aber bei größeren Beschädigungen meist gegen komplette - relativ teure - Neuteile ersetzt werden. Einen gewissen Schutz gegen Beschädigungen bei Holzbordwänden bieten stabile Metallschutzkanten. Als Alternative zu Massivholzbordwänden gibt es auch Bordwände aus Mehrschichtplatten oder Industrieplatten (bis zu 9-fach verleimt). Letztere sind bei LKW-Aufbauten weit verbreitet und sind gegenüber Mehrschichtplatten wasserbeständiger. Durch Oberflächenbeschädigungen an Mehrschichtplatten kann Wasser eindringen und zum Aufquellen der Platten führen.

Die früher häufig gestellte Forderung, daß die Bordwandhöhe (mit Bordwandrauhungen) niedriger sein sollte als die Unterkante der Schaufel des Ladegerätes im abgekippten Zustand ist heute nicht mehr sinnvoll, da dies besonders bei größeren Anhängern zu sehr geringen Bordwandhöhen führen würde, bzw. nur durch den Einsatz von Teleskopladern eingehalten werden kann.

Als Sonderausführung werden von einigen Herstellern auch Aufbauten aus Aluminium (Bordwände oder Bordwände plus Boden) angeboten, die aber verhältnismäßig teuer sind. Empfehlenswert sind solche Aufbauten wenn häufig aggressive Stoffe (beispielsweise Mineraldünger) transportiert und längere Zeit zwischengelagert werden sollen. Um die nötige Stabilität zu erreichen, müssen bei Aluminiumaufbauten auch größere "Querschnitte" verwendet werden, wodurch die nutzbare Ladeflächenlänge und -breite verkleinert wird.

Bei feinkörnigen Transportgütern, wie Raps oder Mineraldünger, kann das witterungs- und alterungsbedingte Arbeiten bei Holzbordwänden, die nicht aus Nut- und Federbrettern ausgeführt sind, zu Undichtigkeiten führen. Undichtigkeiten treten aber wesentlich häufiger zwischen Bordwand und Ladeboden und zwischen Bordwand und Bordwandaufsatz auf. So ist ein seitliches Anschlagen der Bordwand am Laderaumboden günstiger als ein "Aufsitzen" auf den Boden. Zusätzlich werden noch Gummistreifen auf der Bordwand zur Abdichtung angeboten. Besonders bei älteren Anhängern kann nur mit einer eingelegten Plane eine ausreichende Abdichtung erreicht werden.

Bordwandöffnung, Verschlüsse, Verriegelungen

Je nach Gutabgaberrichtung sollten für Schüttguttransporte (z.B. Getreide oder Zuckerrüben) auch die Seiten- oder Rückwandaufsätze pendelnd ausgeführt sein. Für die verschiedenen Transportaufgaben sollten sich die Bordwandteile gemeinsam oder einzeln öffnen lassen. In der Häckselgutkette ist eine Öffnung der Bordwand im Ganzen vorteilhaft, um eine kurze Verweildauer am Silo zu erreichen (Abb. 5.3a). Dagegen wird bei der Getreideentladung häufig ein "dosiertes Entleeren" gefordert, was durch die getrennte Öffnung der unteren Bordwand realisiert wird (Abb. 5.3b). Soll der Schüttkegel möglichst wenig Überfahren werden, ist es günstig, wenn die eigentliche Bordwand nach unten wegklappt und die Bordwandaufsätze "aufpendeln" (Abb. 5.3c).

Um die Befüllung des Wagens besser beobachten zu können, ist ein Sichtfenster im Vorderwandaufsatz oder ein in der Mitte herabgezogener Vorderwandaufsatz sinnvoll. Besonders in der Häckselgutkette ist diese Ausrüstung wichtig, da hier verfahrensbedingt während der Fahrt geladen wird und der Füllstand des Wagens vom Fahrersitz aus beobachtet werden muß.

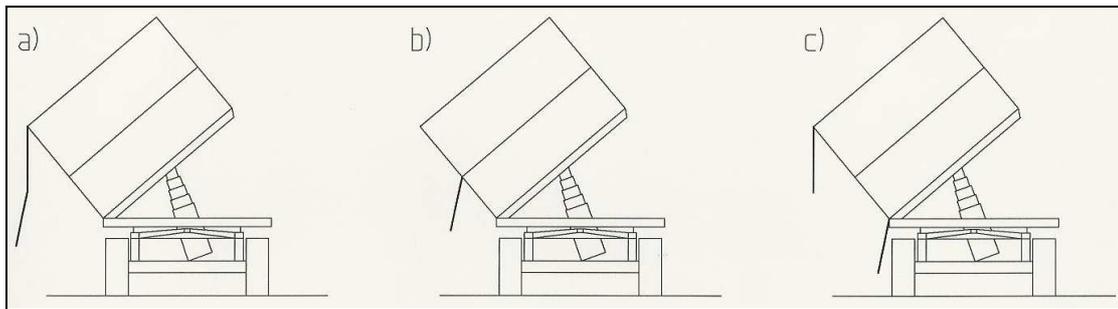


Abb. 5.3: Unterschiedliche Möglichkeiten der Bordwandöffnung bei Anhängern mit Bordwanderhöhungen

- a) Gemeinsame Öffnung für schnelles Entleeren
- b) Getrennte Öffnung der unteren Bordwand zum dosierten Entleeren
- c) Öffnung der unteren Bordwand nach unten, um den Schüttkegel möglichst wenig zu Überfahren

Eine automatische (Abb. 5.4) oder hydraulische (Abb. 5.5) Bordwandöffnung und -schließung, wie sie bei Heckkippern in der Regel zur Standardausrüstung gehört, wird als Zusatzausrüstung auch bei Zwei- und Dreiseitenkippern zur Öffnung der Heck- bzw. seitlichen Bordwände angeboten. Neben der Arbeitserleichterung (besonders beim Schließen der schweren Bordwände großer Kipper) und Zeiteinsparung wird auch das Unfallrisiko gesenkt, da beispielsweise in der Häckselgutkette mit Siloüberfahrt nicht mehr abgestiegen und im nachgiebigen Silo nach hinten gegangen werden muß.



Abb. 5.4: Automatische Öffnung der Heckklappe

Bei hydraulischer Betätigung der Bordwandöffnung muß der Traktor aber mit einem weiteren einfachwirkenden Hydrauliksteuerventil und -anschluß ausgerüstet sein. Durch automatische mechanische Bordwandöffnungssysteme kann die Öffnung der anderen Bordwände eingeschränkt oder ganz behindert werden. Bei hydraulischen Öffnungssystemen kann dieser Nachteil durch die in Abb. 5.5 gezeigte Art der Konstruktion vermieden werden.



Abb. 5.5: Hydraulische Öffnung der hinteren Bordwand

Bei hydraulischen Ent- und Verriegelungssystemen öffnet sich die Bordwand nach der Entriegelung beim Kippen durch die Schwerkraft und kehrt nach Absenken der Ladebrücke auch wieder in ihre Ausgangsstellung zurück, wo sie dann wieder "fernverriegelt" werden kann. Sind keine hydraulischen oder automatischen Öffnungs-/Schließmechanismen vorhanden, können Bordwandentlastungsfedern das Schließen der nach unten geklappten Bordwände erleichtern.

Mit den Verriegelungssystemen (hydraulisch oder manuell) können sogenannte Schüttverlängerungen gekoppelt werden, die von einigen Gutannahmenstellen (Zuckerfabriken, Getreidelager) gefordert werden. Ziel dieser Vorrichtung ist es beispielsweise, beim Zuckerrübenentladen zu gewährleisten, daß alle Rüben in den Aufnahmebunker gelangen und keine Rüben unter den Anhänger fallen.

Scharniere, Verschlüsse und Verriegelungen sollten einerseits leichtgängig sein und andererseits möglichst wenig Verschleiß aufweisen. Da aber Verschleiß nie ganz vermeidbar ist, sollten diese Elemente nachstellbar sein, um den Transportanhänger über einen langen Einsatzzeitraum dicht zu halten. In diesem Zusammenhang günstig ist auch eine größere Anzahl von Scharnieren pro Bordwand, da dadurch die Gefahr des "Verziehens" reduziert wird und der Verschleiß des einzelnen Scharniers abnimmt.

Die in vielfältigen Ausführungen angebotenen Verschlüsse sollten möglichst seitlich nicht hervorstehen, um Beschädigungen durch "Hängenbleiben" zu vermeiden. Andererseits sollen sie aber auch so ausgeführt sein, daß sie mit Arbeitshandschuhen betätigt werden können und die Quetschgefahr gering ist.

Weitere Ausrüstung

Für den Betrieb von zwei Anhängern in einem Zug sind eine Anhängerkupplung (möglichst selbsttätig) und Anschlüsse für die Hydraulik-, Beleuchtungs- und Bremsanlage vorzusehen.

Zur Standardausrüstung der meisten Kippanhänger gehört heute ein Kornauslaufschieber in der Rückwand. In der Losedüngerkerne werden aber häufig größere Gutströme als bei der Getreideabgabe zur Gebläsebeschickung verlangt, so daß ein großer Auslaufschieber mit mehreren "arretierbaren Dosierstellungen" günstiger ist.

Für den schnellen Schüttgutumschlag (beispielsweise Getreide, Mineraldünger) ist eine Entleerung durch den Auslaufschieber nicht ausreichend, und es bietet sich der Einsatz von Anbauüberladeschnecken an. Damit lassen sich Durchsätze von über 300 t/h erreichen. Aus Sicherheitsgründen sollten Anhänger mit angekippter Brücke auch beim Überladen mittels Anbauschnecke nicht „verfahren“ werden.

Von außen lösbare Halteketten für die Bordwände oder Bordwandauslegestützen in Verbindung mit Rungen oder Aufsätzen an der Vorder- und Rückwand der Ladefläche sollten für den Heu- und Strohballentransport zur Ausrüstung der Anhänger gehören.

Aufstiegshilfen an der Innen- und Außenseite der vorderen Stirnwand und Plattformen an der Stirnwand ermöglichen ein einfaches und sicheres Öffnen und Schließen von Abdeckplanen, die beim Einsatz von Hängern im Getreide- und Mineraldüngertransport Standard sein sollten. Das Öffnen und Schließen der Abdeckung sollte dabei über Klappmechanismen oder Kurbeltrieb erfolgen.

5.2.3 LKW (mit und ohne Kippeinrichtung)

Der Haupteinsatzbereich von Lastkraftwagen in der Landwirtschaft liegt in den alten Bundesländern bei den außerbetrieblichen Transporten. In den Neuen Bundesländern hat der „leichte LKW“ W50LA/L60 jedoch noch eine relativ große Bedeutung für den innerbetrieblichen Einsatz. Auch werden inzwischen von verschiedenen Herstellern LKW der mittleren Leistungsklasse als Ersatz für den „W50“ angeboten (Abb. 5.6).



Abb. 5.6: LKW (170 kW) in „Landwirtschaftsausführung“ (Allradantrieb, Geländegänge, Einfachbereifung der Hinterachse) mit Häckselgutaufbau.

Alle Versuche, einen „Landlastwagen“ in den alten Bundesländern zu etablieren, sind bisher gescheitert. Eine neue Entwicklung eines „schweren“ selbstfahrenden Feldtransportfahrzeugs (Abb. 5.7) mit Wechselaufbauten, hoher Motorleistung und Hundegang zur Bodenschonung dürfte auch nur in einem sehr begrenzten Markt Verbreitung finden.



Abb. 5.7: Feldtransportfahrzeug für Wechselaufbauten: Holmer: „Terra Variant“

Für den Einsatz in der Landwirtschaft werden LKW meist als Gebrauchtfahrzeuge beschafft. Durch die Änderung der Rahmenbedingungen (z.B. Zuckerrübenabfuhr nur mit „Heckkipper“) steigt aber augenblicklich auch die Zahl der Neufahrzeugbeschaffungen.

Wird von den Zuckerfabriken nicht die Anfuhr mit „Heckkippern“ verlangt, haben „LKW-Zugmaschinen“ eine relativ große Verbreitung erlangt, da sie schnellere Transporte als mit „Traktorzügen“ ermöglichen und im Gegensatz zum LKW von der KFZ-Steuer befreit sind. Häufig werden gebrauchte Lastkraftwagen (auch Sattelzugmaschinen) zu LKW-Zugmaschinen umgebaut. Um diese Fahrzeuge als LKW-Zugmaschine zulassen zu können, müssen allerdings einige konstruktive Voraussetzungen erfüllt sein:

- Anhängelast mindestens das 1,5-fache des zulässigen Gesamtgewichtes (zGM)
- Zugkraft an der Anhängerkupplung mindestens das 0,3-fache der zGM
- Nutzlast maximal das 0,4-fache der zGM
- Länge der Hilfsladefläche:
 Bei zweiachsigen Fahrzeugen nicht mehr als das 1,4-fache der Spurweite der Vorderachse
 Bei dreiachsigen Fahrzeugen nicht mehr als das 2-fache der Spurweite der Vorderachse und nicht mehr als die Hälfte der Fahrzeuglänge (Doppelachsen gelten als zwei Achsen, bei veränderbarer Spurweite gilt der größere Wert)

Soll nicht eine komplett neue Ladebrücke aufgebaut werden, kann die Ladeflächenlänge auch durch den Einbau sogenannter „Luftkästen“ auf den zulässigen Wert verkleinert werden. Bei Verwendung von Sattelzugmaschinen ist mit dem Fahrzeughersteller Kontakt aufzunehmen, da zur Anbringung der Anhängervorrichtung gegebenenfalls zusätzliche Verstärkungen am Fahrzeugrahmen angebracht werden müssen.

Allgemein gelten für die Aufbauten der in der Landwirtschaft eingesetzten LKW die in 5.1 und 5.2.2 dargestellten Punkte entsprechend.

5.2.4 Containerfahrzeuge (Selbstfahrer oder Anhänger)

Wegen der relativ hohen Preise für die Fahrgestelle besonders bei großen landwirtschaftlicher Transportfahrzeugen werden Containerfahrzeuge auch für die Landwirtschaft unter bestimmten Rahmenbedingungen interessant.

- Es werden Transportfahrzeuge mit unterschiedlichen Aufbauten zu unterschiedlichen Zeiten gebraucht (beispielsweise Gülleaufbau im Frühjahr, Kippaufbau in der ZR-Ernte).
- Es werden Standwagen als Zwischenlager eingesetzt (beispielsweise Getreideernte).
- Die Abfuhr kann zeitversetzt erfolgen (beispielsweise am Feldrand abgestellte Container auch nach Ernteende in der Nacht abfahren).
- Geringere Nutzlast der Containerfahrzeuge bei gleichem Gesamtgewicht gegenüber „Standardfahrzeugen“ ohne Bedeutung (beispielsweise Silage).
- Umschlageneinrichtungen erreichen nur relativ geringe Überladehöhen (bei abgesetztem Container liegt die Bordwandoberkante niedriger)

Containerfahrzeuge werden sowohl als „Selbstfahrer“ (LKW-Aufbau) als auch als Anhängerfahrzeuge angeboten. Im gewerblichen Einsatz werden häufig LKW mit Containeraufbau und Anhänger zum Containertransport kombiniert. Hier haben aber die Anhänger in der Regel keine eigene Hubeinrichtung. In der Landwirtschaft sind für die innerbetrieblichen Transporte Anhängerfahrzeuge wegen der in der Regel vorhandenen Zugfahrzeuge das geeignete Containerfahrzeug.

Containerfahrzeuge werden in unterschiedlichen Ausführungen angeboten:

Absetzcontainer („Kettensystem“) sind besonders für Ladegüter geeignet, die wenig Nutzvolumen benötigen, da die Breite der Container durch die seitlich angreifenden Hubarme eingeschränkt ist. Dieses System eignet sich aber auch für wenig tragfähige unebene Untergründe, da die Container wie mit einem Kran nach oben abgehoben bzw. von oben abgesenkt werden. Es muß bei diesem System aber die Hubeinrichtung für die Gesamtmasse des Containers ausgelegt sein.

Beim Abrollbehälter („Hakensystem“) kann die ganze Fahrzeugbreite über die Container genutzt werden (Abb. 5.8). Sie benötigen aber einen relativ ebenen, tragfähigen Untergrund, da die Container mit ihren kleinen Stahlrollen beim Auf- und Absatteln darauf rollen müssen. Bei diesem System stützt sich der Container während des Auf- und Absatteln auf den Laufrollen des Containers bzw. den Führungsrollen des Containerfahrzeugs ab und die Hubeinrichtung wird weniger stark als beim „Kettensystem“ belastet.

Anhängercontainerfahrzeuge werden in der Regel als Starrdeichselanhänger ausgeführt. Beim Auf- und Absatteln der Container wird die Deichsel des Fahrzeugs stark entlastet und es treten meist negative Stützlasten (nach oben wirkende Kraft) auf, die das Zugfahrzeug anheben können. Um diesem Effekt entgegenzuwirken wird/werden die Achse/n relativ weit hinten am Fahrzeug angebracht. Dadurch treten aber relativ große Stützlasten im beladenen Zustand auf und es sollten solche Fahrzeuge möglichst in der Untenanhängung betrieben werden. Hydraulisch absenkbar Stützen am Fahrzeugheck, wie sie an einigen Fahrzeugen vorhanden sind, haben auf nachgiebigen Böden, ohne zusätzliche Aufstandsflächenvergrößerung (z.B. Holzklötze), kaum Wirkung. Bei der Auswahl eines Containerfahrzeugs muß aber im Vorfeld immer geklärt werden, ob die Stützlasten (nach oben und nach unten) vom potentiellen Zugfahrzeug aufgenommen werden können.



Abb. 5.8: Anhänger mit Abrollcontainer

Für die Felddauglichkeit von Containerfahrzeugen ist auf eine großdimensionierte Bereifung zu achten. Um die Aufsattelhöhe möglichst gering zu halten, werden häufig relativ kleine Reifendurchmesser verwendet. Um eine möglichst große Aufstandsfläche zu erhalten, sind dann breite Reifen und/oder zusätzliche Achsen zu verwenden.

Bei Containerfahrzeugen ist durch Nutzung verschiedener Arretierungen des Containers eine Kippfunktion für die Mulde realisierbar. Bei LKW-Containerfahrzeugen werden auch Lösungen mit einem Zwischenrahmen zur Darstellung einer Dreiseitenkippeinrichtung verwendet. Dadurch sinkt aber nochmals die Nutzmasse. Sind Zusatzfunktionen wie automatische oder hydraulische Bordwandöffnungen vorhanden, müssen beim Auf- und Absatteln jeweils die dafür notwendigen Verbindungen hergestellt bzw. gelöst werden. Der Zeitbedarf für diesen Arbeitsschritt steigt und es muß abgestiegen werden.

Die Transportleistung (t/h oder m³/h) eines Containerfahrzeugs ist wegen der geringeren Nutzlast/Nutzvolumens und besonders in Verbindung mit Containerwechseln kleiner als bei einem Standardtransportanhänger gleicher Gesamtmasse.

Beispiel:

	<i>Containerfahrzeug</i>	<i>Umhängewagen</i>
<i>Nutzmasse</i>	<i>18 t</i>	<i>20 t</i>
<i>Zeitbedarf (Container-, Wagenwechsel)</i>	<i>5 min</i>	<i>2 min</i>
<i>Entleerzeit</i>	<i>5 min</i>	<i>5 min</i>
<i>Fahrtzeit (einfache Wegstrecke 5 km mit 30 km/h)</i>	<i>20 min</i>	<i>20 min</i>
<i>Transportleistung</i>	<i>36 t/h</i>	<i>44,4 t/h</i>
<i>Durchsatz Großmähdrescher</i>	<i>36 t/h</i>	<i>36 t/h</i>

Im gezeigten Beispiel reicht ein Containerfahrzeug mit 2 Container gerade aus um die anfallende Erntemenge abzutransportieren. Bei größeren Entfernungen oder bei Verzögerungen wäre ein weiterer Container als Puffer notwendig, der dann später abtransportiert werden muß.

5.2.5 Kleintransporter - Pick-Up

In Betrieben mit Direktvermarktung oder in größeren Betrieben werden vermehrt Kleintransporter oder Pick-Ups eingesetzt. Transporte von verkaufsfertigen Produkten und von Ersatzteilen und Betriebsstoffen stehen dabei neben dem Mitarbeitertransport im Vordergrund. Zur Auswahl stehen geschlossene (Kastenwagen) und offene (Pritschenwagen) Fahrzeuge. Während Pritschenwagen einfacher, z.B. auch mit Staplern, be- und entladen werden können, sind Kastenwagen bei empfindlichen Transportgütern besser geeignet.

Hinsichtlich Feldtauglichkeit sind die von Geländewagen abgeleiteten Pick-Ups günstiger (großvolumige Bereifung, Allradantrieb, u.U. Differentialsperren) und damit für Betriebsmitteltransporte (z.B. Saatgut, PS-Mittel, Ersatzteile) zwischen Hof und Feld besser geeignet.

Bei diesen Fahrzeugen kann unter bestimmten Bedingungen ein Fahrtenschreiber/EG-Kontrollgerät notwendig werden (siehe Abschnitt 2.1.6).

5.3 Spezialtransportfahrzeuge

Spezialtransportfahrzeuge haben in der Landwirtschaft für bestimmte Transportaufgaben eine relativ große Verbreitung erlangt. Sie werden sowohl als Anhängfahrzeuge als auch als Selbstfahrer mit Spezialaufbauten angeboten.

Die Betätigung von Arbeitswerkzeugen oder -organen der jeweiligen Fahrzeuge kann bei den meisten Typen heute von der Kabine aus erfolgen, um die Arbeitszeit zu verkürzen. Die Signalübertragung erfolgt bei einfachen Ausführungen mechanisch (Bowdenzüge, Seile) und bei komfortableren Varianten hydraulisch und zunehmend elektrisch oder elektronisch. Mit der Einführung des landwirtschaftlichen Bussystems entfällt die oft problematische Anbringung der Betätigungselemente in der Kabine, da ein „Bedienfeld“ für alle Fahrzeuge verwendet werden kann und nur noch eine Steckverbindung herzustellen ist.

5.3.1 Ladewagen (Losegut, Ballen)

5.3.1.1 Losegutladewagen

Ladewagen für loses Gut - mit einer Pick-Up-Einrichtung zur Aufnahme des Erntegutes aus dem Schwad und einen Kratzboden zum Entladen des Gutes - werden in zwei Ausführungen angeboten:

- Die „Leichtgutausführung“ eignet sich besonders für die Heu- und Strohbergung (heute auch meist mit Schneideinrichtung). Charakteristisch sind relativ offene Seiten- und Rückwände.
- Die „Silierwagen oder Kurzschnittladewagen“ wurden für die Bergung von Grassilage entwickelt und haben auch hier ihr Haupteinsatzgebiet. Kennzeichen für diese Bauart sind die Kurzschnitteinrichtung und relativ dichte Seiten- und Rückwände. Zudem können Dosierwalzen und ein Querförderband angebaut werden. Durch die Dosierwalzen ist eine gleichmäßige Verteilung des Erntegutes beim Überfahren von Flachsilos möglich und es entfällt das Verteilgerät. Das Querförderband ermöglicht zusammen mit den Dosierwalzen eine gleichmäßige seitliche Abgabe des Gutes zur Beschickung von Gebläsen an Hochsilos bzw. Heubergehallen oder zur Grünfütterabgabe im Stall.

Ladewagen sind heute in der Regel mit einer „geschobenen“ Pick-Up-Einrichtung mit fünf Zinkenreihen ausgerüstet. Diese wird über gummibereifte Tasträder in der Tiefe geführt. Da mit ausgehobener Pick-Up (hydraulische Betätigung) die Bodenfreiheit nur etwa 30 bis 35 cm beträgt, ist zum Überfahren eines Fahrsilos eine Knickdeichsel nötig, mit der die Bodenfreiheit im Bereich der Pick-Up auf 60 bis 75 cm vergrößert werden kann. Dabei wird aber das Heck abgesenkt, was zu Problemen hinsichtlich der Bodenfreiheit in diesem Bereich führen kann. Da es keine Alternative zur Knickdeichsel gibt, muß ein Kompromiß zwischen Bodenfreiheit im Bereich Pick-Up und dem Fahrzeugheck durch mehr oder weniger starkes Einknicken der Deichsel gesucht werden.

Zur Förderung des Erntegutes durch die Schneideinrichtung - den sogenannten Messerkamm - in den Laderaum werden bei großen Ladewagen fast ausschließlich Förderrotoren eingesetzt. Sie sind verschleißärmer und leistungsfähiger als Förderschwingen. Die Zinken des Rotors sind meist wellenförmig angeordnet und starr mit der Welle verbunden. Somit können sich die Zinken nicht aus dem Gut herausziehen. Die Förderrotoren neigen deshalb dazu, das Gut zu quetschen.

Soll der Ladewagen zur Silagebergung eingesetzt werden, muß das Schneidwerk mit mindestens 30 Messern ausgerüstet sein, um eine theoretische Schnittlänge von 45 bis 55 mm erreichen zu können. Die Messer werden in zwei Ebenen angeordnet und sind so gestaltet, daß ein ziehender Schnitt des Erntegutes erfolgt. Zur schnellen und einfachen Beseitigung von möglichen Verstopfungen sollte eine hydraulische Klappvorrichtung für eine Messerebene vorhanden sein. Gegen mechanische Überlastung werden die Messer heute in der Regel einzeln abgesichert. Ein Hinausdrücken des geschnittenen Erntegutes nach oben im vorderen Bereich des Ladewagens wird mit Profiblechen oder zumindest mit einer stabilen Plane verhindert.

Um die relativ teuren Kurzschnittladewagen auch bei der Maissilagebergung einsetzen zu können, werden sie mit einem stabilen geschlossenen Aufbau ausgestattet (einschließlich einer „maisdicht“ schließenden Rückwand).

Einen Überblick über die Nutzmasse und das Ladevolumen von Ladewagen in Standardausstattung gibt Abbildung 5.9. Die großen Spannweiten der Nutzmasse und des Ladevolumens bei gleicher zulässiger Gesamtmasse resultieren aus der unterschiedlichen Serienausstattung der Ladewagen (Dosiereinrichtung, Querförderband, Fahrwerk, Laderaumhöhen, Material des Aufbaus usw.). Größere Ladewagen mit einer Nutzmasse von 8 bis 12 Tonnen (Gesamtmasse etwa 11 bis 16 (18) Tonnen) haben ein Ladevolumen von 25 bis 35 (45) m³.

Da Ladewagen mit Rotationsförderern eine verhältnismäßig starke Verdichtung des Gutes ermöglichen, besteht besonders bei der Grassilagebergung die Gefahr der Überladung. Damit werden dann nicht nur verkehrsrechtliche Vorschriften übertreten, es werden auch Feldwege, Futterflächen und Bauteile des Fahrzeugs übermäßig belastet und der Ladewagen sinkt beim Überfahren des Silos stärker ein.

Der Antrieb des Kratzbodens und ggf. von Dosierwalzen und Querförderband kann mechanisch oder hydraulisch erfolgen. Besonders zur direkten Abgabe von Futter vom Futtertisch aus ist ein Querförderband mit zwei Laufrichtungen vorteilhaft.

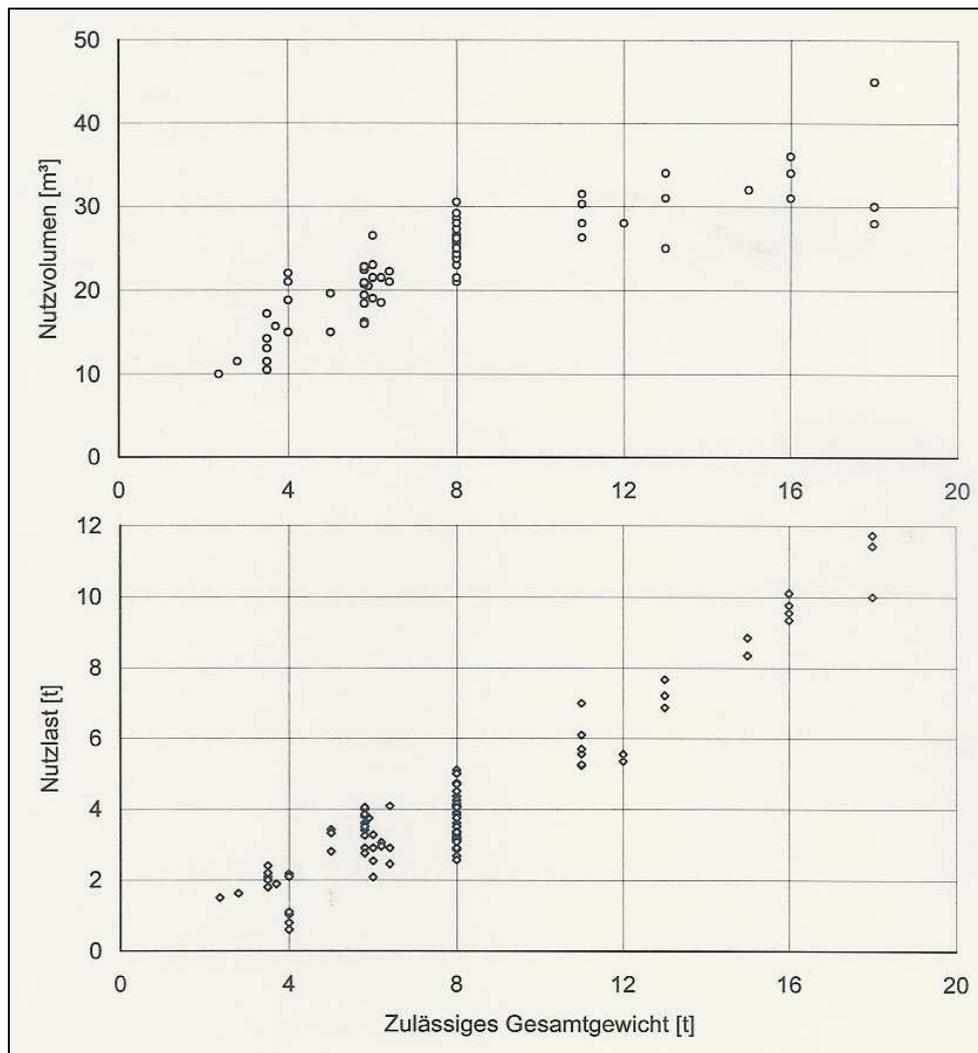


Abb. 5.9: Nutzmasse und Ladevolumen der 1998 in Deutschland angebotenen Ladewagen

5.3.1.2 Ballenladewagen

In den letzten Jahren sind spezielle Ballenladewagen mit verschiedenen Be- und Entladesystemen zur Bergung von Großballen (Rund- und Quaderballen) vorgestellt worden. Kostengünstig einzusetzen sind sie bei Feld-Lager-Entfernungen bis etwa 5 km und einer Erntefläche ab 500 ha, da mit den meisten Typen wiederum eine „Einmannarbeit“ bei der Großballenbergung möglich ist.

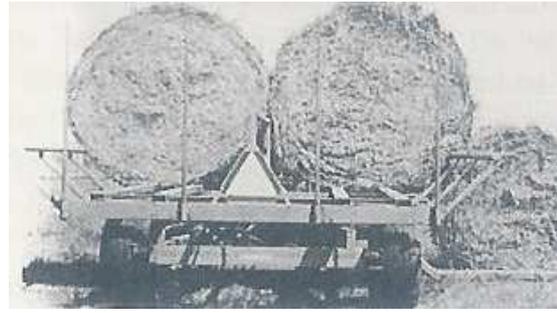
Es werden sowohl Ballenladewagen angeboten, die nur für eine Ballenart geeignet sind, als auch Fahrzeuge, mit denen sowohl Rund- als auch Quaderballen geborgen werden können. Da die Gefahr der Folienbeschädigung sehr groß ist, sind Ballenladewagen zum Bergen mit Folie umwickelter Ballen nur bedingt geeignet.

Rundballenladewagen

Bei Rundballenladewagen gibt es Ausführungen, die entweder nur Ballen in einer Reihe hintereinander oder in zwei Reihen nebeneinander laden und transportieren können (Abb. 5.10). Wagen mit zwei Ballenreihen sind aber nur für Ballen bis zu einem Durchmesser von 1,5 m geeignet, da die zulässige Ladungsbreite auf 3 m beschränkt ist (siehe 2.1.3.3).



a)



b)

Abb. 5.10: Rundballenladewagen

a) mit einer Ballenreihe b) mit zwei Ballenreihen

Die Ballen werden bei beiden Bauarten durch hydraulische Greifer oder Zangen, die im vorderen Bereich des Wagens angebracht sind, aufgenommen und verladen. Je nach Fahrzeugtyp wird in der Fahrtrichtung der Presse oder quer dazu gearbeitet. Bei Aufnahme in Pressenfahrtrichtung muß der Ballen beim Verladen gedreht werden, da die Ballen auf dem Wagen mit der Stirnseite zueinander (in Fahrzeuginnenrichtung) abgelegt werden (Abb. 5.11). Zur Ballenaufnahme wird in entsprechendem seitlichem Abstand an den Ballen herangefahren, dort angehalten, der Ballen von der Aufnahmevorrichtung erfaßt, vom Boden angehoben - gegebenenfalls gedreht - und auf dem Wagen in einer den Rundballen angepaßten Führung abgelegt. Durch die integrierte Verschiebeeinrichtung (meist ähnlich der Kratzkette) wird der zuletzt geladene Ballen während der Fahrt zum zuvor geladenen Ballen nach hinten verschoben. Bei Fahrzeugen mit Doppelreihenablage wird zunächst ein Ballen auf der der Aufnahmeseite gegenüberliegenden Seite „zwischengelagert“ und nach Aufnahme eines zweiten Ballens (Berührung der Ballen am Umfang) zusammen mit diesem nach hinten geschoben.

Für das Abladen der Ballen von den Ladewagen werden verschiedene Systeme angeboten:

- Bei der einfachsten Lösung wird die bereits zum Beladen des Anhängers verwendete Verschiebevorrichtung genutzt, um die Ladung nach hinten vom Anhänger herab zu schieben. Nach Abgabe eines Ballens muß mit dem Wagen nach vorne gefahren werden, um Platz für den nächsten Ballen freizugeben. Hiermit läßt sich jedoch keine definierte Ablage der Ballen erreichen (seitliches Wegrollen oder Umkippen der Ballen beim Herabfallen vom Wagen), und die Ballen müssen ggf. in einem getrennten Arbeitsgang eingelagert werden (Abb. 5.11a).
- Bei einer zweiten Bauart kann das Wagenheck bis zum Boden abgesenkt werden (Ankippen der Ladebrücke und/oder Verwendung einer Knickdeichsel), und die Ballen können in einer Reihe geordnet abgelegt werden (Abb. 5.11b). Die Erstellung dicht aneinanderliegende Ballenreihen am Boden erfordert aber etwas Übung, da Abschiebe- und Vorfahrtgeschwindigkeit des Wagens aufeinander abgestimmt sein müssen. Läßt die Lagerrauhöhe kein Stapeln der Ballen übereinander zu oder ist genügend Lagerfläche vorhanden, reicht diese Möglichkeit zur endgültigen Lagerung der Ballen aus. Ansonsten ist wiederum ein getrennter Stapelvorgang notwendig.

- Mit der dritten Bauart ist es möglich ohne zusätzlichen Arbeitsgang Ballenstapel/-säulen zu errichten. Der Anhänger ist dafür mit einer um 90° nach hinten kippbaren Ladefläche und Rungen an der Rückseite ausgerüstet. Die Rungen sind notwendig, um beim Kippen ein Herabrutschen der Ballen zu verhindern. Nach dem Abladen liegen die auf dem Wagen hintereinander liegenden Ballen übereinander (Abb. 5.11c). Da die Rungen beim Wegfahren vom Stapel unter diesem hervorgezogen werden müssen, besteht die Gefahr, daß die unteren Ballen mit weggezogen werden. Eine große Querschnittshöhe der Rungen ist hierbei ungünstig, da die Berührungsfläche zwischen Ballen und Untergrund klein ist und damit der „Gegenhalt“ durch die Reibung zwischen Boden und Ballen gering ist. Um Verschiebungen des Ballenstapels auszugleichen, muß er durch „Rückwärtsschieben“ mit dem Anhänger wieder ausgerichtet werden. Wenn die erste Ballensäule nicht an eine „feste“ Wand „angelehnt werden kann, besteht beim Aufstellen die Gefahr des Umkippen. Zum Bilden von „freien“ Stapeln besonders bei großen Stapelhöhen und kleinen Auflageflächen ist es sinnvoll zunächst einen Hilfsstapel (ggf. mit geringerer Höhe - 3 bis 4 Ballen) anzulegen.

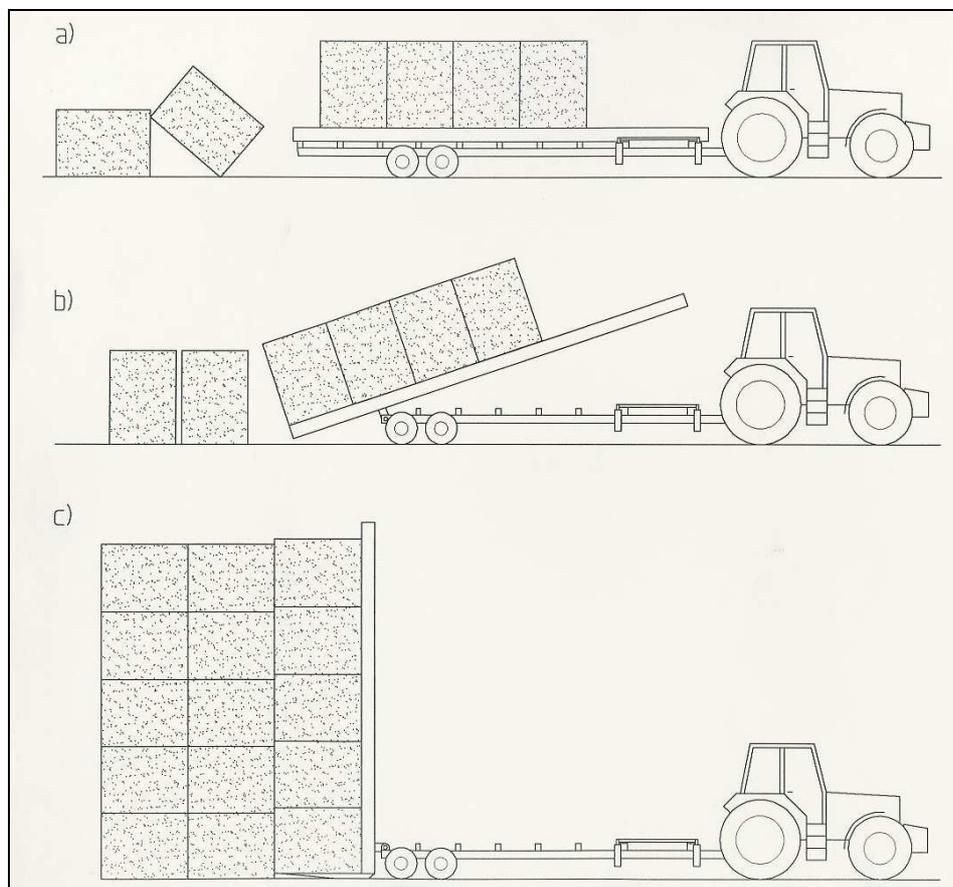


Abb. 5.11: Abladesysteme bei Rundballenladewagen
 a) Entladen eines Rundballenladewagens ohne Absenkung des Wagenhecks
 b) Entladen eines Rundballenladewagens mit Absenkung des Wagenhecks
 c) Errichten von Ballenstapeln durch einen Ballenladewagen mit um 90° kippbarer Ladefläche

Eine „Einmannballenbergung“ vom Feld bis zur Einlagerung ist mit der letzten Bauart möglich, und es können auch komplette Ballensäulen aus dem Stapel (beispielsweise von einem Feldrandlager) entnommen und verladen werden. Es wird mit aufgekippter Ladefläche mit den Rungen rückwärts unter den Stapel gefahren und die Säule durch Absenken der Ladefläche auf dem Anhänger abgelegt. Die letzten, „freistehenden“ Säulen müssen aber in der Regel mit

„Standardlademaschinen“ (Frontlader, Radlader, Teleskoplader) aufgenommen werden, da die Gefahr des Umkippens beim Unterfahren mit den Rungen sehr groß ist.

Quaderballenladewagen

Da Quaderballenladewagen mit ähnlichen Funktionen wie Rundballenladewagen angeboten werden (Abb. 5.12), gelten auch hier die für die Rundballenladewagen beschriebenen positiven und negativen Eigenschaften.



Abb. 5.12: Quaderballenladewagen

Je nach Ballenbreite/Ballenhöhe werden die Quaderballen mit deren Stirnseite auf der Ladefläche in 2 oder 3 Reihen abgelegt. Zur Lagestabilisierung sind seitliche Führungen (Höhe größer als die halbe Ballenlänge) und Rungen als Gegenhalter notwendig. Die Rungen sind mit der Verschiebevorrichtung gekoppelt und werden mit den Ballen nach hinten verschoben. Um dicht aneinander stehende Stapel, wie sie besonders bei der Stapelsilage notwendig sind, zu erstellen, sind die durch die seitlichen Ballenführungen bedingten Zwischenräume durch „Nachschieben“ (evtl. mit einer zusätzlichen „Lademaschine“) zu schließen.

Universalballenladewagen

Als Universalballenladewagen werden Plattformwagen mit Ladekran - teilweise mit zusätzlichem Kratzboden - angeboten (Abb. 5.13). Sie können sowohl für die Rundballen- als auch für die Quaderballenbergung eingesetzt werden. Der Umgang mit dem Ladekran erfordert eine gewisse Einarbeitung und Übung und der Ladevorgang dauert länger als bei den „vollautomatisierten“ Spezialladewagen. Dieser Nachteil wird bei größeren Transportentfernungen durch das größere Ladevolumen schnell ausgeglichen.

Mit diesen Fahrzeugen ist eine „Einmannarbeit“ von der Feldaufnahme bis zum Einlagern möglich, da mit dem Kran sowohl Be- als auch Entladen wird. Bei Unterdachlagerung kann aber nicht die ganze Lagerraumhöhe genutzt werden, da die Ballen mit dem Kran von „oben“ erfaßt werden.

Neben dem Ballentransport sind sie auch für andere Stückguttransportarbeiten (beispielsweise Kisten, Big-Bags oder mit Rungen für Schnittholz) und mit Bordwänden auch an Stelle eines Plattformanhängers einzusetzen.

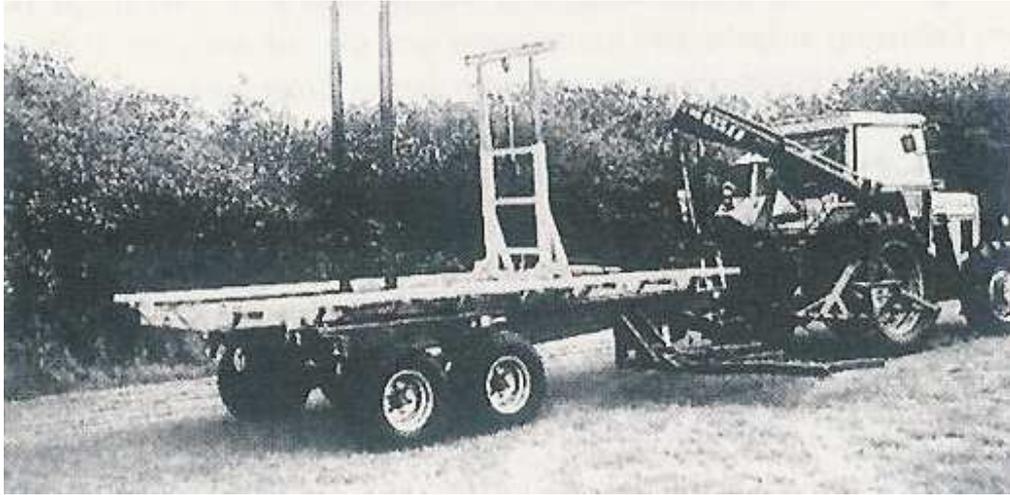


Abb. 5.13: Universalballenladewagen mit Ladekran

Umbaulösungen der oben beschriebenen speziellen Rund- oder Quaderballenladewagen zum Einsatz für die jeweils andere Ballenart sind nicht für den häufigen Wechsel zwischen Rund- und Quaderballen geeignet, da ein solcher Umbau sehr aufwendig ist.

5.3.2 Gülletransportfahrzeuge

Gülletransportfahrzeuge werden heute in Bauarten mit und ohne Ausbringvorrichtung angeboten. Im folgenden werden die Ausbringvorrichtungen vom Prallteller, über Schleppschräube bis zu Gülleinjektoren nicht näher beschrieben. Die Nutzmasse der Gülletransportfahrzeuge wird aber besonders durch aufwendigere Ausbringvorrichtungen nicht unerheblich reduziert, da neben der Masse der Vorrichtung auch ein verstärkter Rahmen mit Aushebeeinrichtung (z.B. Dreipunkthydraulik) notwendig ist.

Der Gülletransport erfolgt heute neben den speziell für diesen Zweck gebauten Fahrzeugen, wie Vakuumentankwagen, Pumptankwagen, Schleudertankwagen und Gülletransportwagen, auch mit gebrauchten „LKW-Tankzügen“ und mit Containern.

Schwallwände in den Transportbehältern sollen ein „Aufschaukeln“ des Fahrzeugs bei nur teilweise gefülltem Behälter verhindern. In der Regel werden diese quer zur Fahrtrichtung eingebaut.

Bei Importfahrzeugen ist darauf zu achten, daß die für Deutschland geltenden zulässigen Gesamtmassen, Achslasten und Stützlasten überschritten werden können (siehe 2.1.3.4) und ein Einsatz auf öffentlichen Straßen dann nur mit reduzierter Tankfüllung erlaubt ist.

Wegen der in der Regel bei großen Fahrzeugen hohen Stützlasten und des besseren Fahrverhaltens sollten diese Anhänger über Untenanhängung mit dem Zugfahrzeug verbunden werden (siehe 3.1.3). Die hohen Stützlasten bei gefüllten Tank ergeben sich, da eine negative Stützlast bei leerem Tank vermieden werden muß. Die Gefahr negativer Stützlasten besteht besonders beim Anbau von schweren Ausbringvorrichtungen (Güllegrubber oder -injektor) am Güllewagen.

Vakuumtankwagen oder Kompressortankwagen

Vakuumtankwagen sind selbstbefüllende und selbstentleerende Fahrzeuge (Abb. 5.14). Mit dem auf dem Fahrzeug aufgebauten Kompressor wird die Luft aus dem Transportbehälter abgesaugt und damit ein Unterdruck erzeugt. Durch diesen Unterdruck kann die Gülle in das Faß gesaugt werden. Um den Behälter zu Entleeren wird mittels eines Vierwegehahns die Saug- und Druckseite des Kompressors getauscht. Der Kompressor saugt jetzt Umgebungsluft an und drückt sie in den Transportbehälter. Der dabei entstehende Überdruck im Behälter „drückt“ die Gülle heraus. Für eine gleichmäßige Ausbringung ist der Kompressor so groß auszulegen, daß der Überdruck konstant gehalten werden kann.

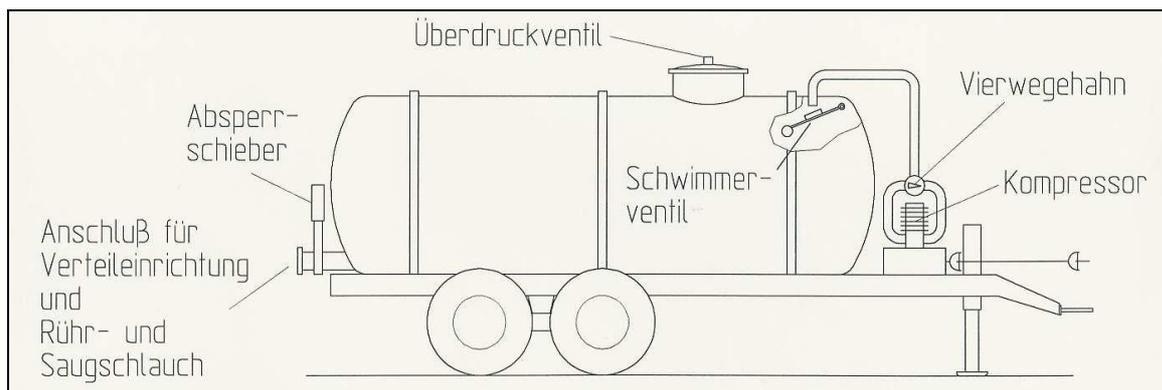


Abb. 5.14: Prinzipieller Aufbau eines Vakuum-/Kompressortankwagens

Da die „Füll- und Entleerungspumpe“ (Kompressor) nicht mit der Gülle in Berührung kommt ist diese Bauart unempfindlich gegenüber Fremdkörpern in der Gülle. Der Kompressor erfordert aber einen relativ hohen Wartungsaufwand. Der Transportbehälter muß „unter- und überdruckfest“ ausgelegt sein und auf eine gute „Dichtigkeit“ ist besonders zu achten.

Bei kleinen Gülletiefbehältern mit geringen Schwimmdecken kann durch „Einblasen“ von Luft auch eine ausreichende Homogenisierung der Gülle erreicht werden.

Pumptankwagen

Die Pumptankwagen sind ebenfalls selbstbefüllende und selbstentleerende Fahrzeuge (Abb. 5.15). Es werden meist Exzentrerschneckenpumpen oder Drehkolbenpumpen verwendet. Zum Füllen des Tankwagens wird durch den Dreiwegehahn auf der Saugseite der Pumpe die Verbindung zum Saugschlauch freigegeben und die Gülle durch die Pumpe und den druckseitigen Dreiwegehahn in den drucklosen Transportbehälter gefördert. Zum Ausbringen wird mit dem saugseitigen Dreiwegehahn die Verbindung zum Transportbehälter und mit dem druckseitigen Dreiwegehahn die Verbindung zur Ausbringvorrichtung freigegeben. Gleichzeitig werden die saugseitige Verbindung zum Saugschlauch und die druckseitige zum Transportbehälter geschlossen.

Diese Bauart ist ebenfalls nur zum Homogenisieren von Gülle mit geringen Schwimmdecken in kleinen Tiefbehältern geeignet.

Während der Wartungsaufwand hier etwas geringer ist, ist aber ein Fremdkörperschutz der Pumpe durch Siebe und/oder eine zusätzliche Schneideinrichtung notwendig.

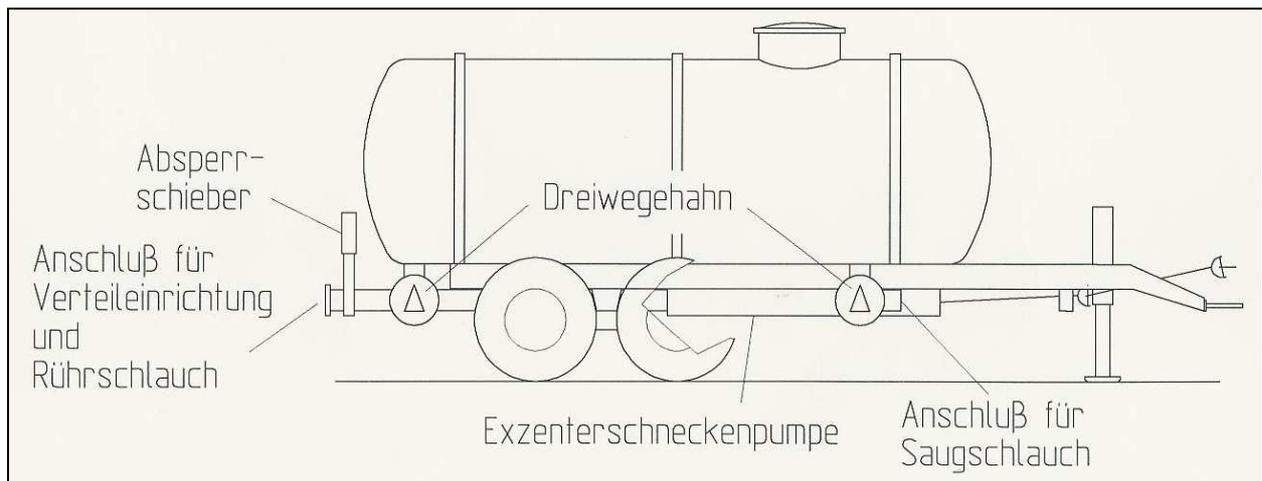


Abb. 5.15: Prinzipieller Aufbau eines Pumptankwagens

Schleudertankwagen

Schleudertankwagen müssen fremdbefüllt werden, da die Rührwelle in Verbindung mit dem Schleuderrad nur das Ausbringen der Gülle ermöglicht. Die Ausbringmenge ist dabei vom Füllstand des Behälters abhängig und es ist deshalb zum Erreichen einer möglichst gleichmäßigen Verteilung ein Nachregulieren von Hand notwendig (z.B. Zuflußquerschnitt).

Diese Bauart wird heute nur noch vereinzelt angeboten; erfordert wenig Wartungsaufwand und ist relativ unempfindlich gegen Fremdkörper.

Gülletransportwagen

Gülletransportwagen sind Tankwagen mit speziellen „Schnellandockvorrichtungen“ für Gülleausbringfahrzeuge. Diese sind als „Fangvorrichtung“ für den „Saugrüssel“ des Ausbringfahrzeugs ausgebildet und ermöglichen ein „Andocken“ ohne zusätzlich Verschlüsse betätigen zu müssen. Es muß also nicht abgestiegen werden um die Verbindung herzustellen.

Gülletransportwagen müssen durch externe Pumpen befüllt und durch die Ausbringfahrzeuge entleert werden. Das Nutzvolumen sollte ein ganzzahliges Vielfaches des Nutzvolumens des Ausbringfahrzeugs betragen, um einen möglichst reibungslosen Arbeitsablauf zu ermöglichen.

Die Tanks werden aus Gewichtsgründen meist aus GfK (glasfaserverstärkter Kunststoff) hergestellt. Die meist verwendete kleinvolumige Straßenbereifung dient ebenfalls der Gewichtseinsparung, erlaubt aber nicht das Befahren nachgiebiger Böden. Das Ausbringfahrzeug muß zum „Auffüllen“ an den Feldrand fahren, wodurch die Ausbringleistung (m^3/h) reduziert wird.

Optional erhältliche Füll- und Entleerungspumpen reduzieren die mögliche Nutzmasse und damit das Nutzvolumen.

Umbaulösungen - gebrauchte Tankfahrzeuge

Sollen gebrauchte Tankfahrzeuge (wie Kraftstofftankwagen) zum Gülletransport verwendet werden, sind außer einer obligatorischen Tankreinigung die beschriebenen „Schnellandockvorrichtungen“ anzubringen. Verfahrenstechnisch gilt das zu den Gülletransportanhängern gesagte. Besonders eine „Feldtauglichkeit“ ist hier in der Regel nicht gegeben.

5.3.3 Stallung-, Kompoststreuer

Stallungstreuer haben bei eingestreuten Haltungsverfahren und der Zunahme an Kompostanwendungen in der Landwirtschaft weiterhin eine gewisse Bedeutung. Kompoststreuer unterscheiden sich in der Regel nur durch ein modifiziertes Streuaggregat von Stallungstreuern. Beide Fahrzeuge werden daher zusammen beschrieben.

Prinzipiell ist zwischen schmal (bis 4m Streubreite) und breit (6 bis 12 m Streubreite) streuenden Fahrzeugen zu unterscheiden. Um die Zahl der Fahrspuren auf dem Feld zu vermindern, werden heute überwiegend sogenannte „Breitstreuer“ eingesetzt (Abb. 5.16). Bei größeren Schlaglängen reicht aber die erreichbare „Streulänge“ häufig nicht aus und es entstehen wieder zusätzliche Fahrspuren beim Fahren mit dem gefüllten Streuer um im Anschluß weiter zu streuen. Es unter diesen Bedingungen günstiger sein eine geringere Streubreite zu wählen.

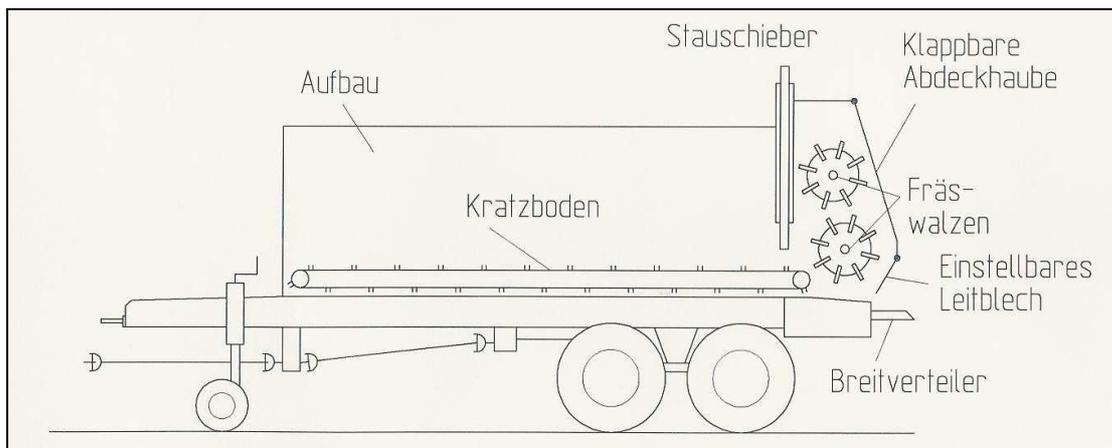


Abb. 5.16: Prinzipskizze eines Stallung-/Kompoststreuers mit Breitstreueinrichtung

Ein Zielkonflikt besteht bei der Nutzung dieser Fahrzeuge für verschiedene „Streugüter“. Kompost mit einer Dichte von etwa 500 kg/m^3 - gegenüber etwa 800 kg/m^3 bei Stallung - benötigt ein größeres Nutzvolumen um die zulässige Nutzmasse ausnützen zu können. Wird das Ladevolumen für Kompost ausgelegt besteht die große Gefahr, daß das Fahrzeug beim Ausbringen von Stallung überladen wird. Bei einer Auslegung des Standardnutzvolumens für Stallung kann zwar der Einsatz bei Kompost durch die Verwendung von Bordwanderhöhen optimiert werden, aber es muß dann auch beim Einsatz für Güter mit höherer Dichte gewährleistet sein, daß diese dann entfernt werden oder das Ladevolumen nicht voll genutzt wird. Einige Hersteller bringen am Wagen Markierungen für die zulässige Schütthöhe verschiedener Ladegüter an, um eine Teilbeladung zu erleichtern.

Laderaum

Der Laderaum (Bordwände und Boden) wird heute bis auf wenige Ausnahmen aus Stahl gefertigt. Wegen der korrossiven Wirkung der ausgebrachten Medien wird teilweise eine Verzinkung dieser Bauteile vorgenommen. In jedem Fall ist aber eine gute Lackierung unabdingbar, die bei Beschädigungen möglichst rasch ausgebessert werden sollte.

Um die Füllung und Leerung des Laderaums vom Traktorsitz aus beobachten zu können, werden in der Stirnwand Sichtfenster angebracht. Diese sollten so gestaltet sein, daß einerseits kein Ladegut herausfallen kann und andererseits keine Verschmutzung durch anhaftendes Ladegut und damit eine Sichtbehinderung erfolgt. Günstig haben sich hierfür gitterartige Öff-

nungen mit einer Maschenweite von ca. 4 cm erwiesen. Plexiglasscheiben verschmutzen leicht, werden matt oder zerbrechen leicht durch mechanische Belastungen.

Die Bordwandhöhe ist entscheidend für die Auswahl der geeigneten Lademaschine. Bis 2,5 m Höhe können noch Traktorfrontlader eingesetzt werden. Bei größeren Bordwandhöhen - in der Regel bei Kompoststreuern Standard - müssen Radlader, Teleskoplader oder Mobilbagger/Greifer eingesetzt werden. Verstärkte Bordwandoberkanten gehören bei den Stallungstreuern zur Standardausrüstung und sind unbedingt nötig.

Kratzboden

Der Kratzboden wird bei kleineren Stallungstreuern über einen Klinkenantrieb („schrittweise“) angetrieben, während bei großen Fahrzeugen der hydraulische stufenlose Antrieb überwiegt. Bei viersträngigen Kratzböden werden die Mitnehmerleisten (meist U-Profile) versetzt an jeweils 2 Ketten (Rundstahlketten). Der Längsabstand der Mitnehmerleisten beträgt dabei jeweils etwa 30 cm. Da sich die Ketten durch die Belastung während des Einsatzes längen, ist ein regelmäßiges Nachspannen nötig. Inzwischen werden auch Streuer mit automatischen Nachspannvorrichtungen angeboten. Um Beschädigungen an den Fräswalzen und dem Stauschieber zu verhindern, sollte der Kratzboden erst anlaufen, wenn der Stauschieber geöffnet ist und die Fräswalzen in Betrieb sind.

Stauschieber

Der vor den Fräswalzen angeordnete Stauschieber verhindert in geschlossener Stellung bei Straßenfahrt Streugutverluste und ebnet bei entsprechender Öffnung die Oberfläche des Streugutes während des Ausbringens ein, um die Längsverteilung des Streugutes zu verbessern.

Neben der dominierenden senkrecht nach oben verschiebbaren Stauschieberbauart, gibt es auch in Richtung Laderaum schwenkbare Stauschieber. Bei Fahrten auf öffentlichen Straßen muß der Stauschieber geschlossen sein. Erfolgt die Ausbringung vom Feldrandlager aus, kann der Stauschieber geöffnet bleiben. Bei schwenkbaren Stauschiebern wird dann allerdings ein Teil des Laderaums abgedeckt und eine komplette Beladung ist nicht mehr möglich.

Hilfreich zur Einstellung einer bestimmten Ausbringmenge und für eine gleichmäßige Gutverteilung bei mehreren Fahrten ist eine Anzeige der Stauschieberstellung, die auch vom Traktorsitz aus gut erkennbar ist.

Streuaggregat

Bei Schmalstreuern erfolgt das Abfräsen des Gutstapels und die Ausbringung des Gutes durch ein Arbeitsorgan, die waagrechten oder senkrechten Streuwalzen oder Streuschnecken. Mit senkrechtstehenden Streuwalzen werden auch hier Streubreiten von bis zu 6 m erreicht.

Bei Breitstreuern wird das Streugut vom Gutstapel zunächst durch 2 oder 3 waagrechte Fräswalzen gelöst, fällt von dort auf die Wurfteiler und wird von diesen breit verteilt (Abb. 5.17). Damit das Gut nicht bereits von den Fräswalzen ausgebracht wird, sind diese nach hinten abgedeckt. Diese Rückwand sollte aber leicht zu öffnen sein (möglichst hydraulisch), um einerseits Verstopfungen beseitigen zu können und andererseits die Fräswalzen reinigen und ggf. warten zu können. Auf den Streuteiler befinden sich die Wurfeinrichtungen (meist Winkelprofile), die teilweise auch zur Veränderung der Streubreite und zur Anpassung an das Streugut verstellt werden können.

5.3.4 Umladewagen

Im Zuge der weiter zunehmenden Verbreitung der Trennung von Feld- und Straßentransporten (siehe Abschnitte 2.2.3; 3.4; 4) wurden spezielle Umladewagen für den Feldeinsatz entwickelt, um den Anforderungen besonders hinsichtlich Bodenschonung aber auch benötigter Überladehöhen (z.B. LKW-Bordwandhöhe > 3 m) und angestrebter kurzer Umschlagzeiten gerecht zu werden.

Den prinzipiellen Aufbau von Umladewagen zeigt Abbildung 5.17. Der Umladewagen besitzt einen Laderaum der sich konisch nach unten verjüngt, je nach Gestaltung des Laderaums eine waagrechte Förderschnecke und eine Überladeschnecke. Die Durchsätze dieser Schnecken reichen bis zu 300 t Getreide pro Stunde. Heute werden diese Fahrzeuge meist mit Einachs-fahrwerken mit sehr großer, für niedrigen Reifeninnendruck geeigneter Bereifung gebaut. Die für den Feldeinsatz vom den Herstellern zugelassenen Achslasten liegen dann erheblich über den durch die StVZO vorgegebenen Grenzen. Durch die Verbindung mit dem Zugfahrzeug mittels Untenanhängung (größere Stützlast möglich) läßt sich die Nutzmasse nochmals erhöhen.

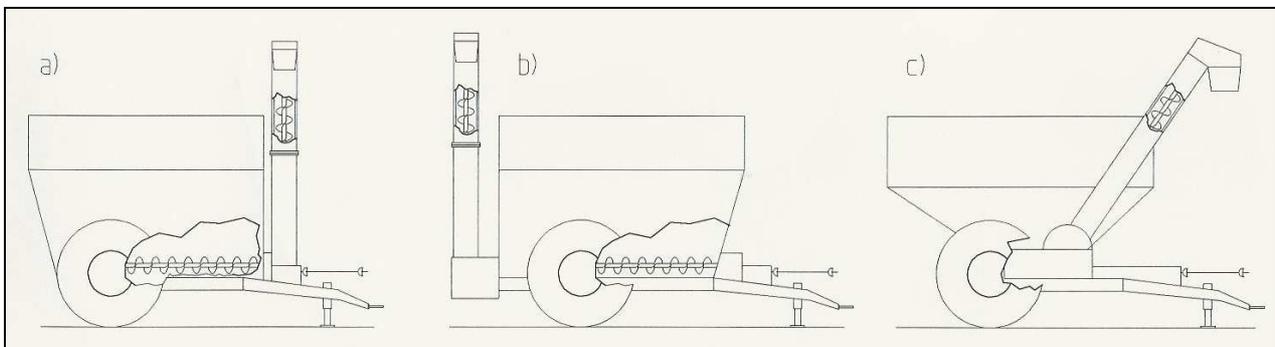


Abb. 5.17: Prinzipskizzen von Umladewagens mit verschiedener Anordnung der Überladeschnecke
a) an der Front b) am Heck c) in Fahrzeugmitte

Das Einsatzspektrum (von der Getreideernte über die Mineraldüngung bis zur Aussaat) und die damit verbundene Logistik ist in der bereits erwähnten DLG-Arbeitsunterlage (Isensee, E. und K. Winter: Logistik in der Pflanzenproduktion) ausführlich beschrieben.

Neben den speziellen Umladewagen werden auch Kippanhänger durch Anbau einer Überladeschnecke am Heck zum Umladewagen umgerüstet. Verfahrenstechnisch sind sie dann wie spezielle Umladewagen zu betrachten. Beim Überladen auf das „Straßentransportfahrzeug“ muß die Ladebrücke angekippt werden. Da dabei die Überladehöhe der Schnecke abnimmt, muß diese länger sein und steht bei nicht gekippter Brücke weiter nach oben (Abb. 5.18). Aus Sicherheitsgründen (Kippgefahr) sollte mit diesen Fahrzeugen beim Überladen nicht am „Straßentransportfahrzeug“ entlang gefahren werden. Zur gleichmäßigen Beladung muß hier das „Straßentransportfahrzeug“ versetzt werden.

Die „Umbauumladewagen“ bieten besonders hinsichtlich Bodenschonung und Wendigkeit nicht die Vorteile spezieller Fahrzeuge. Dagegen können sie nach Anbringung der „normalen“ Heckklappe als Universaltransportanhänger genutzt werden, um eine höhere jährliche Auslastung zu erreichen.

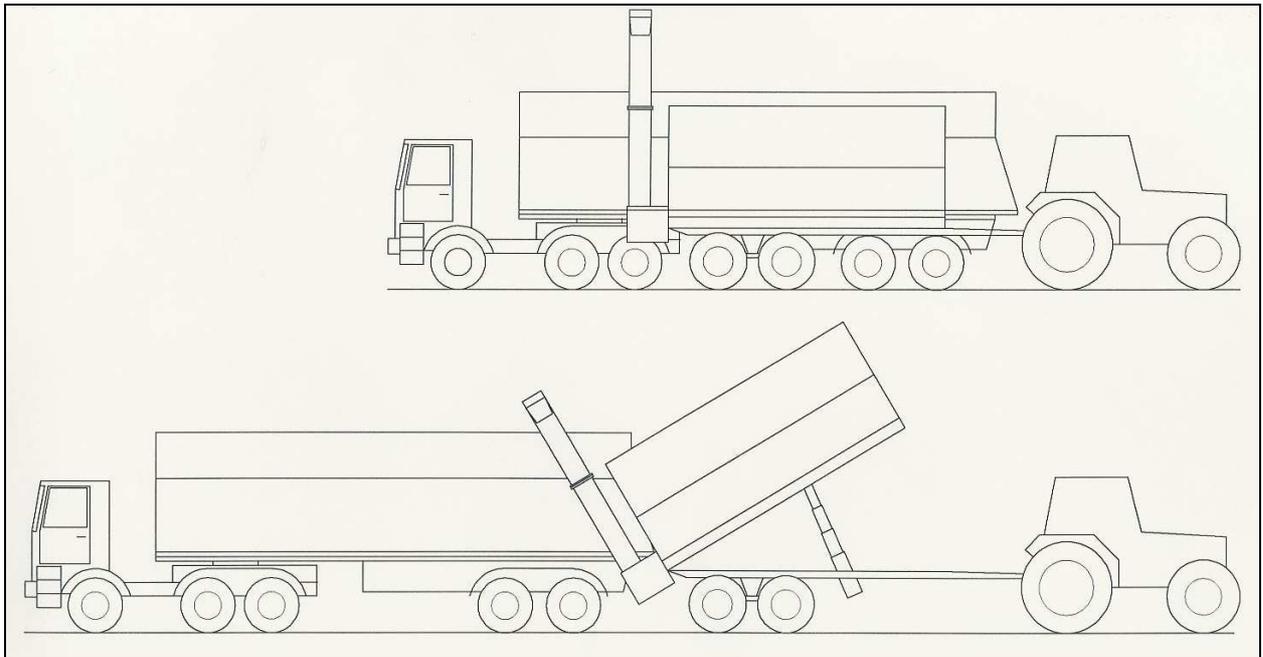


Abb. 5.18: Kippanhänger mit Überladeschnecke beim Überladen auf ein Straßentransportfahrzeug

6. Gerätetransport und Ballastierung

6.1 Übersicht der Gerätetransportverfahren

Neben der Erledigung von Guttransporten bei Ausbring- und Erntearbeiten müssen im landwirtschaftlichen Betrieb auch häufig Maschinen und Geräte zu den jeweiligen Einsatzorten und zurück zu ihrem Standort bzw. zum nächsten Einsatzort gebracht werden. In den meisten Fällen müssen dabei öffentliche Straßen benutzt werden.

In Abbildung 6.1 sind wichtigsten Möglichkeiten des Geräte- bzw. Maschinentransports zusammengestellt. Neben dem Transport ganzer Maschinen auf speziellen Tiefladern sind dies:

- Maschinen auf dem Traktor aufgebaut (z.B. Aufbauspritze)
- Maschinen am Traktor/selbstfahrenden Arbeitsmaschine (SfA) angebaut
 - Heckdreipunkthydraulik (z.B. Drillmaschine, Güllegrubber)
 - Frontdreipunkthydraulik (z.B. Frontmäherwerk)
 - Front- und Heckdreipunkthydraulik (z.B. Frontpacker u. Bestellkombination am Heck)
- Maschinen am Heck des Traktors aufgesattelt (z.B. Aufsatteldrehpflug)
- Maschinen am Heck des Traktors angehängt (z.B. Quaderballenpresse)
- Maschinen mittels spezieller Transportvorrichtung am Heck des Traktors/SfA angehängt (z.B. Längsfahrvorrichtung für Kreiselegge, Schneidwerkswagen am Mähdrescher)
- Maschinen auf universell einsetzbaren Transportfahrzeugen verladen und am Heck des Traktors/SfA angehängt

Transporte mit Universaltransportfahrzeugen sind wie alle anderen Gütertransporte durchzuführen (Kenntlichmachung, Ladungssicherung usw.).

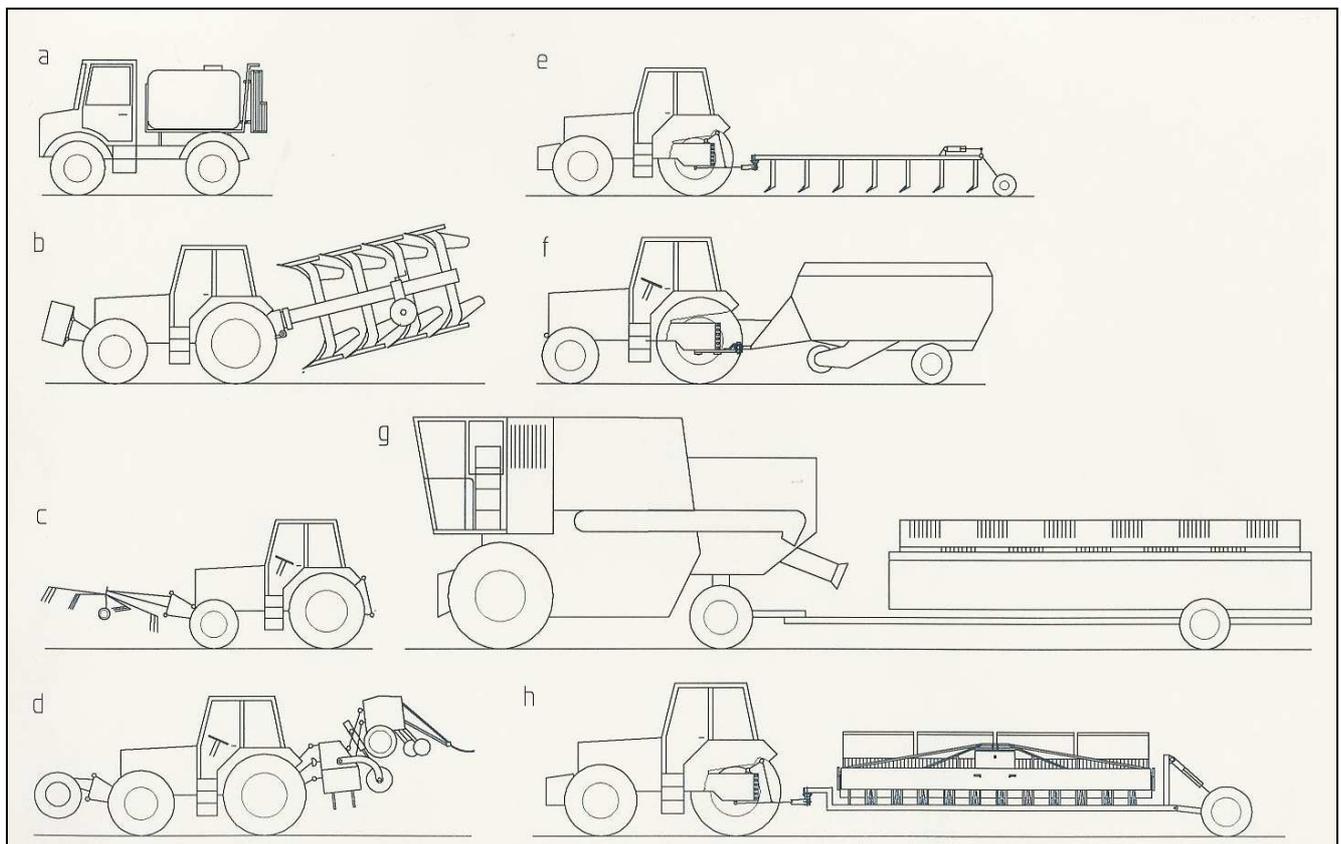


Abb. 6.1: Transport landwirtschaftlicher Maschinen und Geräte

- a: aufgebaute Pflanzenschutzspritze;
- b: Drehpflug in Heckhydraulik;
- c: Schwader in Fronthydraulik;
- d: Frontreifenpacker und Bestellkombination in Heckhydraulik;
- e: aufgesattelter Grubber;
- f: im Zugpendel angehängte Quaderballenpresse;
- g: Mähdescher mit Schneidwerkswagen;
- h: Kreiseleggendrillkombination auf Transportplattform - in den Unterlenkern aufgesattelt

6.2 Ballastierung

Beim Transport von Arbeitsgeräten (Anbau-, Aufsattel- und Anhängegeräten) und Transporten mit Starrdeichselanhängern werden die Kräfteverhältnisse am Traktor erheblich verändert. Um die vorgeschriebenen bzw. vorgegebenen Grenzwerte: zulässiges Gesamtgewicht, zulässige Achslasten, Mindestvorderachslast und Hubkraft der Front-/Heckdreipunkthydraulik einzuhalten, sind gegebenenfalls Ballastgewichte am Traktor anzubringen oder eine Wasserfüllung der Reifen (sehr aufwendig und nur bei längerem Gebrauch sinnvoll) vorzusehen. Besonders häufig wird eine Ballastierung der Vorderachse notwendig, um die Mindestvorderachslast von 20 % der Traktorleermasse einzuhalten.

Eine elegante und wenig aufwendige Lösung bietet die Aufnahme des Ballastgewichtes in der Fronthydraulik des Traktors. Dabei kann auch die Masse des Gewichtes kleiner als bei Anbringung am Vorderachsbock sein, da der Hebelarm zur Hinterachse in diesem Fall größer ist. Durch die Anbringung des Ballastgewichtes kann aber das zulässige Gesamtgewicht des Traktors überschritten werden.

Detaillierte Ausführungen zur Ballastierung bei verschiedenen Traktoren (Standardtraktoren, Systemtraktoren), Gerätekombinationen (Front- oder/und Heckanbau, Front- oder/und Heckaufbau) und für Transportarbeiten sind in den KTBL-Arbeitsblättern: Landtechnik und Pflanzenbau 0249, 0250 und 0251 enthalten.

6.3 Verbindungseinrichtungen

Für Anhängemaschinen/-geräte können neben den in Abschnitt 3.1 beschriebenen bauartgeprüften Anhängerkupplungen (Obenanhangung) und Hitchhaken/Piton-Fix (Untenanhangung) auch andere Verbindungseinrichtungen, wie Zugpendel, Unterlenker oder Ackerschiene verwendet werden.

Das Zugpendel wird hauptsächlich zur Anbringung schwerer Geräte mit hohem Zugkraftbedarf und relativ großer Stützlast verwendet. In Tabelle 6.1 sind die Mindeststützlasten verschiedener genormter Zugpendelkategorien und Anwendungsfälle zusammengestellt. Von den Herstellern werden meist höhere Stützlasten, als in der Tabelle angegeben, zugelassen (siehe Betriebsanleitung des Traktors).

Tab. 6.1: Horizontale Abstände l zwischen Ende Zapfwellenstummel und Mitte Bohrung des Zugpendel-fangmauls und zugehörige mindestens aufnehmbare Stützlasten $F_{\text{Stütz}}$ für die Anwendungsfälle kurz, normal und lang in Abhängigkeit von der Kategorie des Zugpendels.

Kategorie nach ISO 700-1	Anwendungsfälle					
	kurz		normal		lang	
	l [mm]	$F_{\text{Stütz}}$ [kN]	l [mm]	$F_{\text{Stütz}}$ [kN]	l [mm]	$F_{\text{Stütz}}$ [kN]
1	250	15	400	8	500	6,5
2	250	22,5	400	12	550	8
3	350	27	500	15	650	10

10 kN Stützlast entsprechen etwa einer Last von 1 t

Über die Unterlenker der Heckdreipunkthydraulik können bei den größeren Traktoren die höchsten Vertikalkräfte (Stützlasten) aufgenommen werden. Sie sind daher besonders für schwere Aufsattelarbeitsgeräte (Grubber, Aufsatteldrehpflüge) geeignet. Während bei den anderen Anhängungsarten das Ausheben der Arbeitsgeräte nur über einen speziellen Mechanismus an den Laufrädern erfolgt, werden bei dieser Verbindungseinrichtung auch die Unterlenker angehoben. Dadurch ergeben sich mehr konstruktive Freiheiten (z.B. im hinteren Bereich des Gerätes) für die Anordnung der "Fahreinrichtung" des Arbeitsgerätes verbunden mit einem bodenparallelen Ausheben des Gerätes.

Neben Aufsattelgeräten werden aber auch Anhängerarbeitsgeräte, wie Pflanzenschutzspritzen oder Hochdruckpressen, über die Unterlenker mit dem Traktor verbunden.

Ackerschienen werden heute an Standardtraktoren in den Unterlenker der Heckdreipunkthydraulik aufgenommen. Es werden hierüber in der Regel nur relativ leichte aufgesattelte und angehängte Arbeitsgeräte, wie kleinere Schwader oder Wender, mit dem Traktor verbunden. Das Ausheben von Aufsattelgeräten kann wie bei direkter Unterlenkeranhangung erfolgen.

6.4 Spezielle Transportvorrichtungen

Zum Transport von überbreiten Arbeitsgeräten oder Teilen von Arbeitsmaschinen auf öffentlichen Straßen stehen spezielle Transportvorrichtungen (Langfahrvorrichtungen) in verschiedenen Bauarten zur Verfügung.

Doppelnutzung von Fahrwerk und Verbindungseinrichtung

Bei dieser Lösung werden das Straßenfahrwerk und die Verbindungseinrichtung auch während der Arbeit genutzt (Abb. 6.2). Das Gerät wird dabei lediglich in die Arbeitsstellung gedreht.



Abb. 6.2: Anhängemähwerk dessen Fahrwerk sowohl für den Straßentransport als auch während der Arbeit genutzt wird

Anbaulösung

Bei der Anbaulösung sind das Fahrwerk und die Verbindungseinrichtung für die Straßenfahrt immer mit dem Arbeitsgerät verbunden. Sie werden während der Arbeit in eine andere Position geschwenkt. Das Arbeitsgerät muß für den Straßentransport vom Traktor getrennt werden. Das Transportfahrwerk wird abgesenkt und die Verbindungseinrichtung (z.B. durch herausziehen) in die Transportstellung gebracht. Abbildung 6.3 zeigt diese Lösung für eine Kreiselegge.



Abb. 6.3: Kreiselegge in Straßentransportstellung

Transportgestelle

Lassen die konstruktiven Gegebenheiten (Platz- und/oder Gewichtsverhältnisse) den dauernden Verbleib der Langfahrvorrichtung am Arbeitsgerät oder am Maschinenteil nicht zu, werden spezielle Transportgestelle verwendet. Das bekannteste Beispiel hierfür ist der Schneidwerkswagen des Mähdeschers (Abb. 6.4). Eine ähnliche Lösung gibt es für das Maisgebiß von Feldhäckslern oder Pickup von selbstfahrenden Pressen.

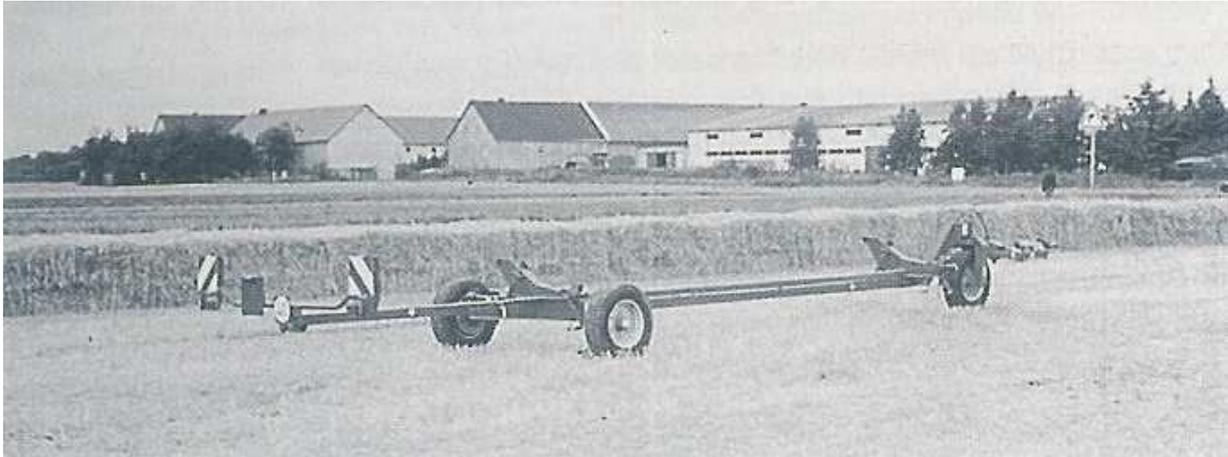


Abb. 6.4: Schneidwerkswagen für ein überbreites Mähdescherschneidwerk

Transportplattformen

Besonders für den Transport von kombinierten Arbeitsgeräten (z.B. Kreisegge mit aufgesattelter Drillmaschine) werden spezielle Transportplattformen verwendet (Abb. 6.5). Sie lassen sich auf den Boden absenken und das/die Arbeitsgerät/e werden darauf abgestellt. Neben speziellen Aufnahmen zur Fixierung bestimmter Gerätetypen sind meist Anschlagpunkte für Zurrmittel vorhanden. Die Verbindung mit dem Traktor erfolgt meist über die Unterlenker, um das Absenken und Anheben der Plattform zu vereinfachen.

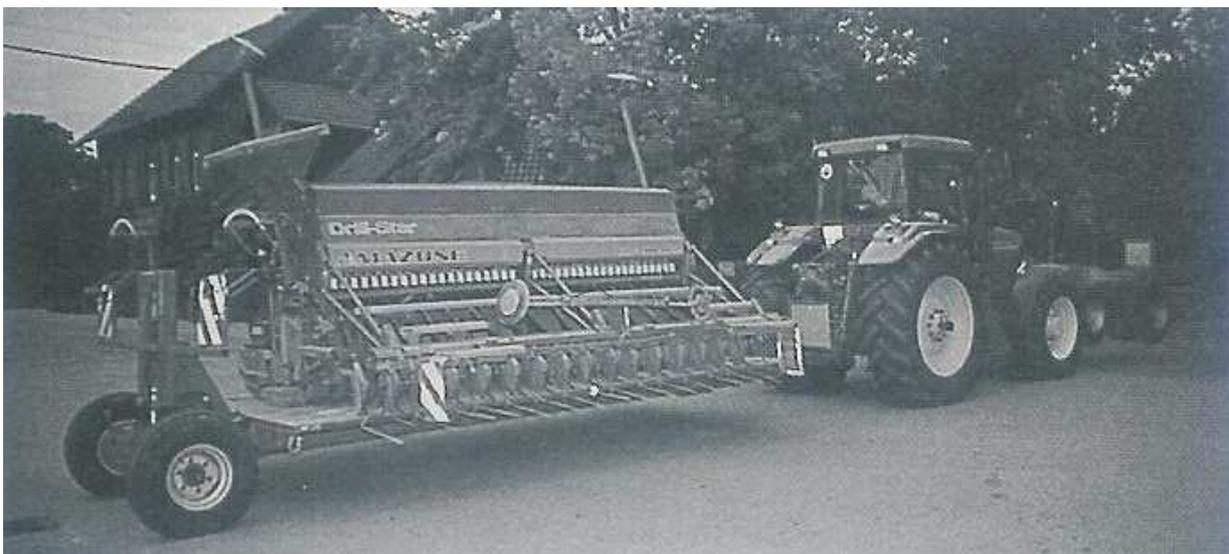


Abb. 6.5: Transportplattform mit Unterlenkeranhangung zum Straßentransport einer Bestellkombination

7. Kostenbetrachtungen zum Universaltransportanhänger

7.1 Anschaffungskosten

Die Anschaffungskosten von Universaltransportanhängern sind neben der Bauart und dem zulässigen Gesamtgewicht von der jeweiligen Fahrzeugausstattung abhängig. Abbildung 7.1 zeigt den spezifischen Nettoanschaffungspreis (Kosten pro t Nutzlast, ohne MwSt.) in Abhängigkeit von der Nutzlast (Gesamtgewicht abzüglich Leergewicht) für Dreiseitenkipper (DK) in Einachs-, Zweiachs- und Tandemachsausführung und für Heck- oder Muldenkipper (HK) mit Tandemfahrwerk.

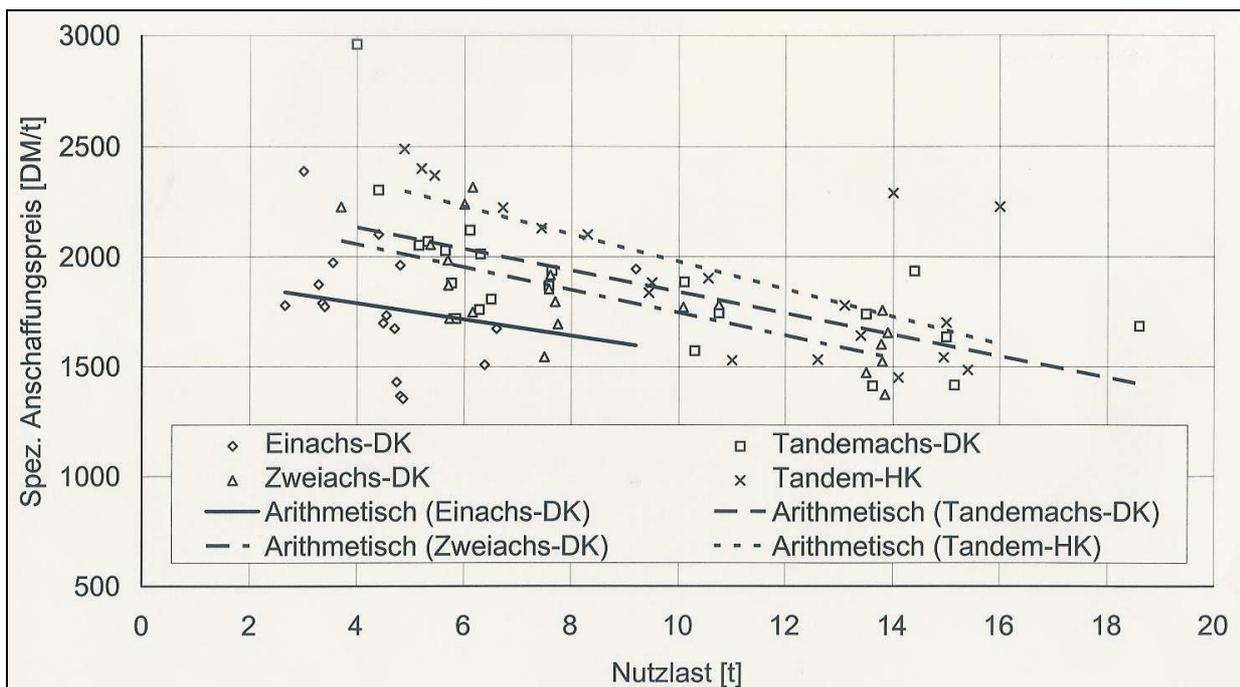


Abb. 7.1: Spezifischer Nettoanschaffungspreis (Kosten pro t Nutzlast, ohne MwSt.) in Abhängigkeit von der Nutzlast von Einachs-, Zweiachs- und Tandemachsdreiseitenkippern und von Tandemachsheckkippern

Die große Spannweite der Preise ergibt sich aus der unterschiedlichen Standardausstattung der Fahrzeuge, wie zulässige Höchstgeschwindigkeit, Druckluftbremsanlage, Bordwandhöhe, Material des Laderaums, gelenkte Achsen bei Tandemfahrwerken, zentrale Verriegelungen für Kipplager und Bordwände usw. Eindeutig ist aber eine Abnahme des spezifischen Anschaffungspreises mit zunehmender Nutzlast zu erkennen. Die größte Streuung tritt bei Einachs-dreiseitenkippern auf, da bei dieser Bauart Fahrzeuge mit sehr einfacher Serienausstattungen aber auch eine relativ gehobene Ausstattung zum Standard gehören kann. Der durchschnittliche spezifische Anschaffungspreis von Einachsfahrzeugen beträgt bei einer Nutzlast von 3 t etwa 1800 DM/t und sinkt bei einer Nutzlast von 7 t auf etwa 1600 DM/t. Für einen Dreiseitenkipper mit Tandemfahrwerk ist im Mittel mit einem spezifischen Anschaffungspreis von 1700 DM/t bei einer Nutzlast von 14 t bis zu 2100 DM/t bei einer Nutzlast von 5 t zu rechnen. Zweiachsdreiseitenkipper sind bei allen Nutzlasten günstiger (2000 DM/t bei 5 t Nutzlast, 1600 DM/t bei 14 t Nutzlast). Die höchsten Kosten entstehen bei der Anschaffung von Heckkippern mit Tandemfahrwerk (2300 DM/t bei 5 t Nutzlast, 1800 DM/t bei 14 t Nutzlast). Der Grund hier-

für ist die relativ aufwendige Standardausstattung dieser Fahrzeuge mit automatischer Bordwandöffnung, gelenkter Achse, hoher Fahrgeschwindigkeit usw.

7.2 Feste und variable Kosten

Universaltransportanhänger zählen zu den langlebigsten Fahrzeugen in der Landwirtschaft. Sie werden mit zunehmenden Alter aber meist nur noch als „Reservefahrzeug“ oder „Spitzenbrecher“ eingesetzt.

Bei einer Abschreibungszeit von 15 Jahren wird als Gesamttransportmasse das 400fache der Nutzmasse angesetzt. Da mit den meisten landwirtschaftlichen Gütern die Nutzmasse der Anhänger nicht voll ausgenutzt werden kann, ergeben sich aus den genannten Annahmen etwa 40 Transporte pro Jahr und Anhänger. Bei entsprechend höherer jährlicher Auslastung ist die Abschreibungszeit zu verkürzen.

Als weitere feste Kosten fallen in Abhängigkeit von der Anhängergröße, der bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit und der Betriebsart noch Versicherungen, Steuern, Gebühren für technische Überprüfungen (§ 29 StVZO - siehe 2.1.3.2) an. Weiterhin sind ggf. Kosten für die Unterstellung und die Verwaltung zu berücksichtigen.

In Tabelle 7.1 sind die Festkosten am Beispiel eines Zweiachsdreiseitenkippers für verschiedene jährliche Transportmassen zusammengestellt. Bei der höchsten Auslastung wird die Nutzungsdauer des Anhängers von 15 auf 12 Jahre reduziert. Im gezeigten Beispiel ist bei einer mittleren Auslastung von 2400 t/Jahr mit Festkosten von etwa 1,50 DM pro Tonne Transportgut zu rechnen.

Tab. 7.1: Festkosten eines durch Eigenkapital finanzierten Zweiachsdreiseitenkippers (zGM 16 t, Nutzlast 12 t, bbH 40 km/h) für verschiedene jährliche Transportmassen

Anschaffungspreis	[DM]	33350	33350	33350	33350
Restwert	[DM]	1	1	1	1
Zinssatz	[%]	8	8	8	8
Weitere Festkosten	[DM/Jahr]	200	200	200	200
Nutzungsdauer	[Jahre]	15	15	15	12
Auslastungsschwelle	[t/Jahr]	3200	3200	3200	3200
jährliche Nutzung	[t/Jahr]	1600	2400	3200	4000
Abschreibung (oder Kapitaldienst)	[DM/Jahr]	2223	2223	2223	2779
Verzinsung, Eigenkapital	[DM/Jahr]	1334	1334	1334	1334
Summe Festkosten	[DM/Jahr]	3757	3757	3757	4313
Abschreibung (oder Kapitaldienst)	[DM/t]	1.39	0.93	0.69	0.69
Verzinsung	[DM/t]	0.83	0.56	0.42	0.33
weitere Festkosten	[DM/t]	0.13	0.08	0.06	0.05
Summe Festkosten	[DM/t]	2.35	1.57	1.17	1.08

Die variablen Kosten eines Universaltransportanhängers beinhalten Reparaturen, Wartung, Reifen und Schmierstoffe. Für Transportentfernungen bis 5 km sind überschlägig 0,30 DM pro Tonne Transportmasse anzunehmen. Da die Festkosten ein Mehrfaches dieses Wertes betragen und sehr stark mit der jährlichen Ausnutzung schwanken, kann dieser Wert auch für die überschlägige Kalkulation der Transportkosten bei größeren Transportentfernungen verwendet werden.

Die Maschinenkosten bezogen auf die Transportmasse für einen Universaltransportanhänger werden also in erster Linie vom Anschaffungspreis (siehe 7.1) bestimmt.

7.3 Transportkosten

Die Gesamtkosten für Transporte setzen sich aus den Maschinenkosten des Transportanhängers, den Kosten für das Zugfahrzeug und den Lohnkosten des Traktorfahrers zusammen.

Die spezifischen Kosten des Traktors (Auswahl der Leistungsklasse nach 2.2.2) sind ebenfalls stark von der jährlichen Ausnutzung des Fahrzeugs abhängig. Tabelle 7.2 zeigt die Kosten eines Traktors, der zum Ziehen des in Abschnitt 7.2 beschriebenen Anhängers geeignet ist.

Tab. 7.2: Feste und veränderliche Kosten eines Allradtraktors der Klasse 75 bis 90 kW (bbH 40 km/h)

Anschaffungspreis	[DM]	116150	116150	116150
Restwert	[DM]	1	1	1
Zinssatz	[%]	8	8	8
Nutzungsdauer	[Jahre]	12	12	10
Auslastungsschwelle	[h/Jahr]	833.33	833.33	833.33
jährliche Nutzung	[h/Jahr]	600	800	1000
Abschreibung (oder Kapitaldienst)	[DM/h]	16.13	12.1	11.61
Verzinsung	[DM/h]	7.74	5.81	4.65
Versicherung	[DM/h]	1.05	0.79	0.63
weitere Festkosten	[DM/h]	0.33	0.25	0.2
Summe Festkosten	[DM/h]	25.26	18.95	17.09
Reparaturen	[DM/h]	11.5	11.5	11.5
Betriebsstoffe	[DM/h]	8.04	8.04	8.04
Summe veränderliche Kosten	[DM/h]	19.54	19.54	19.54
Gesamtkosten	[DM/h]	44.8	38.49	36.63

Um die Gesamtkosten eines Transportes bestimmen zu können, muß aus der Transportentfernung und der Transportgeschwindigkeit die für den jeweiligen Transport benötigte Transportzeit bestimmt werden. Für diese Zeit sind die Traktor- und Lohnkosten zu berechnen. Sollen die Kosten auf eine Tonne Transportmasse bezogen werden, sind diese Kosten durch die tatsächliche Transportmasse zu teilen. Anschließend werden die zeitunabhängigen massenbezogenen Kosten des Anhängers addiert. Im folgenden Beispiel soll Getreide mit der beschriebenen Traktor-Anhänger-Kombination vom Feld zum Hof transportiert werden.

Beispiel: Entfernung Feld-Hof 5 km, Lastfahrt 20 km/h, Leerfahrt 30 km/h, Lohn Traktorfahrer 27 DM/h, Auslastung Anhänger 2400 t/Jahr, Auslastung Traktor 800 h/Jahr, Transportmasse pro Lastfahrt 12 t, Warte-, Umschlag- und Verlustzeiten 5 Min

<i>Zeitbedarf für Hin- und Rückfahrt:</i>	<i>30 Min = 0,5 h</i>
<i>Traktorkosten pro Transport:</i>	<i>19,25 DM</i>
<i>Lohnkosten pro Transport:</i>	<i>13,50 DM</i>
<i>Traktor + Lohn pro Transport:</i>	<i>32,75 DM</i>
<i>Traktor + Lohn pro Transport, bezogen auf eine Tonne Transportgut:</i>	<i>2,73 DM/t</i>
<i>Anhängerkosten pro Tonne Transportgut:</i>	<i>1,87 DM/t</i>
<i>Spezifische Transportkosten gesamt:</i>	<i>4,60 DM/t</i>

Bereits bei einer Transportentfernung von 5 km sind die Kosten für Traktor und Fahrer etwa 50 % höher als die Kosten für den Anhänger.

7.4 Eigenmechanisierung oder Fremdarbeit

Auch bei den landwirtschaftlichen Transporten stellt sich die Frage: „Eigenmechanisierung oder Einkauf von Dienstleistungen oder Maschinenstunden?“

Sollen die Transporte nicht selbst durchgeführt werden, können sie durch gewerbliche Speditionen oder im Rahmen der überbetrieblichen Zusammenarbeit (z.B. Maschinenring, GbR) erledigt werden. Neben den direkten Kostenüberlegungen ist aber auch die Verfügbarkeit der Transportmittel zu berücksichtigen. Da bei fehlenden Kapazitäten Wartekosten anfallen.

Transportunternehmen, Speditionen

Die Bindung der Transportunternehmen und Speditionen an feste Frachttarife wurde vor einigen Jahren aufgehoben, so daß keine konkreten Aussagen über Preise gemacht werden können. Es müssen also im Einzelfall Angebote eingeholt werden, da die Leistungen und Preise der verschiedenen Anbieter stark differieren können. Allgemein gilt: Die Preise pro t und km sinken mit steigender Transportentfernung (bei größeren Entfernungen nur wenn Rückfracht möglich ist) und Auslastung der Fahrzeuge sowie mit abnehmenden Warte- und Umschlagzeiten.

Speditionen werden in der Landwirtschaft in der Regel für Transporte zum Kunden bzw. bei der Anlieferung von Waren vom Landhandel eingeschaltet. Bei kleineren Transportmengen und kleinen Transportentfernungen werden meist Preiszuschläge berechnet, da die Nebenzeiten gegenüber der reinen Fahrzeit überwiegen.

Beispiel: Getreideabfuhr ab Feldrand zum Lagerhaus. Wartezeiten durch direktes Abtanken der Mähdrescher auf LKW. Transportentfernung 50 km. Nutzlast der Fahrzeuge ausgeschöpft. Keine Rückfracht. Preis 0,30 bis 0,50 DM pro t und km.

Zu den großen Betrieben in den Neuen Bundesländern gehören aber auch häufig „eigene Fuhrunternehmen/Speditionen“ deren Fahrzeuge dann auch für Feld-Hof-Transporte, beispielsweise in der Getreideernte, eingesetzt werden.

Verrechnungssätze bei überbetrieblicher Zusammenarbeit

Im Rahmen der überbetrieblichen Zusammenarbeit werden häufig komplette Verfahrensketten angeboten, die dann auch die Transporte enthalten. Besonders verbreitet sind solche Komplettangebote bei der Silagebergung und bei der Gülleausbringung im getrennten Verfahren. Aber auch bei der Getreideernte, der Zuckerrübenernte und der Mineraldüngerabfuhr wird zunehmend die komplette Verfahrenskette angeboten.

Die Verrechnungssätze für Einzelmaschinen weisen eine sehr große Spannweite auf und es ist genau zu betrachten, welcher Leistungsumfang (Fahrzeugtyp, Zubehör, Zuschläge/Abschläge für verschiedene Güter usw.) enthalten ist.

Für Dreiseitenkippanhänger sind je t Nutzlast mit Verrechnungssätzen von etwa 1 bis 3 DM/h zu rechnen. Zusätzlich fallen dann in der Regel noch die Kosten für das Abholen und Zurückbringen des Anhängers an, die dann kalkulatorisch zu den Verrechnungssätzen anteilig dazugerechnet werden müssen.

8 Zusammenfassung

Die rechtlichen und technischen Rahmenbedingungen haben neben den Transportguteigenschaften, dem Wegenetz und den engen Zeiträumen für die Transporte den größten Einfluß auf die Gestaltung der landwirtschaftlichen Transporttechnik.

Während das Güterkraftverkehrsgesetz allgemeine Regeln zum Transportwesen enthält, wird durch die Straßenverkehrsordnung das Verhalten im Straßenverkehr geregelt und in der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung die Ausrüstungsvorschriften der Fahrzeuge beschrieben. Das Führerscheinrecht und die Gefahrgutverordnung-Straße bilden neben den Sozialvorschriften (Lenkzeiten, Kontrollgeräte) weitere Schwerpunkte der rechtlichen Rahmenbedingungen.

Die Leistungsfähigkeit der Ernte- und Ausbringtechnik sowie der Leistungsbedarf der Transportfahrzeuge bilden neben den speziellen Anforderungen landwirtschaftlicher Fahrbahnen die Schwerpunkte der technischen Rahmenbedingungen.

Entscheidend für die Auswahl von Transportfahrzeugen ist daneben aber auch die Betrachtung der Verfahrensketten und der Umschlagtechnik unter logistischen Gesichtspunkten.

Neben der Beschreibung der wichtigsten Fahrzeugkomponenten, wie Anhängervorrichtungen, Achsen, Federung, Rahmen, Reifen und Bremsen, werden verschiedene Transportfahrzeuge vom universell einsetzbaren Dreiseitenkipper, über LKW und Containerfahrzeuge bis zu Spezialtransportanhängern, wie z.B. dem Ballenladewagen, vorgestellt. Daran schließen sich Überlegungen zum Gerätetransport und zur Ballastierung an.

Am Beispiel der Universaltransportanhänger erfolgen einige Kostenbetrachtungen, vom Anschaffungspreis, über die Transportkosten bis zur Frage: Eigen- oder Fremdmechanisierung.

Literatur

Gesetze und Vorschriften

Verordnung über die Zulassung von Personen zum Straßenverkehr (Fahrerlaubnis-Verordnung-FeV) vom 18.08.1998 (BGBl. I, S. 2214)

Güterkraftverkehrsgesetz - GüKG - in der Fassung der Bekanntmachung vom 26.06.1998. (BGBl. I, S. 1485).

Kraftfahrzeugsteuergesetz 1994 - KraftStG 1994 - in der Fassung der Bekanntmachung vom 24.5.1994 (BGBl. I, S. 1102), zuletzt geändert durch Art. 32 des Gesetzes v. 11.10.1995 (BGBl. I, S. 1250; BGBl. III, S. 611-17).

Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung - StVZO - in der Fassung der Bekanntmachung vom 28.09.1988 (BGBl. I, S. 1793), zuletzt geändert durch VO vom 20.05.1998 (BGBl. I, S. 1051).

Straßenverkehrs-Ordnung - StVO -vom 16.11.1970 (BGBl. I, S. 1565, berichtigt 1971 BGBl. I, S. 38), zuletzt geändert durch VO vom 25.06.1998.

3. Verordnung zur Erleichterung des Ferienreiseverkehrs auf der Straße - Ferienreiseverordnung - vom 13.05.1985 (BGBl. I, S. 774), zuletzt geändert durch VO vom 30.03.1992 (BGBl. I, S. 743).

Verordnung (EWG) Nr. 3821/85 über das Kontrollgerät im Straßenverkehr. Abl. EG Nr. L 370/18, zuletzt geändert durch VO/EWG Nr. 3688/92 vom 21.12.1992, Abl. EG Nr 374/12.

Verordnung zur Durchführung des Fahrpersonalgesetzes (Fahrpersonalverordnung - FPersV) vom 22.8.1969. BGBl. I, ber. S. 1791, zuletzt geändert durch VO vom 14.09.1994 (BGBl. I, S. 2325).

Sonstige Literatur

Bayerisches Staatsministerium für Arbeit, Familie und Sozialordnung (Hrsg.): Informationsschrift "Mehr Schutz und Sicherheit durch Beachtung der Sozialvorschriften im Straßenverkehr".

Fröba, N. Mit dem Anhänger sicher unterwegs. Allgäuer Bauernblatt 66 (1998) Nr. 36, S. 15-18..

Fröba, N. Traktoren bei landwirtschaftlichen Transport- und Umschlagarbeiten. Landtechnik 53 (1998) Sonderheft Juni 98, S. 212-214.

Fröba, N. und K. Winter: Feld und Straße trennen?, Bauernzeitung 37 (1996) H. 24, S. 36-37.

Fröba, N. und K.Th. Renius: Nutzmasse und Anbaumasse von Traktoren. Landtechnik 49(1994), H. 6, S. 340-341.

Fröba, N.: Anhängervorrichtungen an Traktoren, KTBL-Arbeitsblatt Landtechnik und Pflanzenbau Nr. 0254 in: Landtechnik 50 (1995), H. 4.

Fröba, N.: Benötigte Traktormotornennleistung bei landwirtschaftlichen Arbeiten, KTBL-Arbeitsblatt Landtechnik und Pflanzenbau Nr. 0255 in: Landtechnik 50 (1995), H. 5.

Fröba, N.: Geräteanbau und Ballastierung Teil I (Rahmenbedingungen, Gerätetransport mit Standardtraktoren) KTBL-Arbeitsblatt Landtechnik und Pflanzenbau Nr. 0249 in: Landtechnik 48 (1993), H. 8/9.

- Fröba, N.: Geräteanbau und Ballastierung Teil II (Transportarbeiten, Feldarbeiten) KTBL-Arbeitsblatt Landtechnik und Pflanzenbau Nr. 0250 in: Landtechnik 48 (1993), H. 10.
- Fröba, N.: Geräteanbau und Ballastierung Teil III (Gerätetransport mit Systemtraktoren) KTBL-Arbeitsblatt Landtechnik und Pflanzenbau Nr. 0251 in: Landtechnik 48 (1993), H. 11.
- Fröba, N.: Großballenhandling. KTBL-Arbeitsblatt Landtechnik und Pflanzenbau Nr. 0256 in: Landtechnik 51 (1996), H. 4.
- Fröba, N.: Vom Plattformwagen bis zum Wannenkipper dlz (1993), H. 9, S. 82-91.
- Fröba, N.: Entwicklungstendenzen bei landwirtschaftlichen Transportfahrzeugen. VDI-MEG Kolloquium Transport und Umschlag landwirtschaftlicher Güter 26 (1996), S. 39-48.
- Hahn, J.: Transport- und Fördermittel. Jahrbuch Agrartechnik (1997) H. 9, S. 91-94.
- Heitmann, G.: Einige wichtige Hinweise, die der Landwirt vom Straßenverkehrsrecht und von der Unfallverhütung wissen sollte. Merkblatt des ADAC Niedersachsen/Sachsen-Anhalt e.V. und der Landwirtschaftskammer Hannover. 12. Aufl. (1997)
- Heitmann, G.: Einachs-, Tandem- und Tridem-Anhänger - Straßenverkehrsrechtlich gesehen. LU Journal 13 (1997) H. 12, S. 14-15.
- Heitmann, G.; Mattig, H.-W.: Landwirtschaftliche Fahrzeuge im Straßenverkehr. Merkblatt 1035. Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (AID) e.V. (1997), Bonn.
- Henrichsmeyer, F.: Hat Ihr Häcksler genug zu tun? top agrar Spezial 7 (1996) H. 5, S. 14-17.
- Henrichsmeyer, F.: Qualitätsfutter ernten - Zum Einsatz von Feldhäckslern im Großbetrieb. Landtechnik 51 (1996) H. 3, S. 148-149.
- Herrmann, A. und R. Sorge (1993): Rundballenladewagen - Leistung, Kosten und Einsatzgrenzen. Landtechnik, Jg. 48, Heft 7, S. 355-358.
- Herrmann, A. und J. Papesch (1995): Quaderballen - wie vom Feld holen? Leistung, Kosten u. Einsatzgrenzen zweier unterschiedlicher Verfahren. Neue Landwirtschaft. Heft 6, S. 73-76.
- Höner, G.: Schneidwerk transportieren ohne Anhänger. top agrar 25 (1996) H. 6, S. 90-91.
- Isensee, E. und K. Winter: Logistik in der Pflanzenproduktion. DLG-Arbeitsunterlage (1997) Frankfurt am Main.
- Jung, W.: Verkehrsrechtliche Rahmenbedingungen bei landwirtschaftlichen Transporten. KTBL-Loseblattsammlung, KTBL, Darmstadt, 1997.
- KTBL-dlz (Hrsg.): Maschinendatenbank - Agriview. CD-ROM, BLV Verlagsgesellschaft mbH, München, 1998.
- Merkblatt über die Beleuchtung von land- oder forstwirtschaftlichen Arbeitsgeräten, Anbaugeräten und Transportanhängern. Vkl. Bd. 44 (1990) Nr. 17, S. 554-561. Verkehrsblatt-Verlag Borgmann GmbH u Co KG, Dortmund.
- Theißen, G.: Fragen und Antworten zum Kipperkauf. profi 10 (1998) H. 2, S. 54-57.
- Welz, B.: Ausnahmen bei land- und forstwirtschaftlichen (lof) Fahrzeugen vom 31.12.1997 bis 31.12.2003. MR-Brief Nr. 16 (1998), S. 49 (Mitteil. des Deutschen Bauernverbandes e.V. und des Bundesverbandes der Maschinenringe e.V.)

Verwendete Abkürzungen

Abkürzungen

A	Anhänger
AHL	Ammonitrat-Harnstoff-Lösung
ALB	Automatischer Bremskraftregler
bbH	Bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit
BGBI.	Bundesgesetzblatt
BSU	Bremsensonderuntersuchung
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
DK	Dreiseitenkipper
DLG	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V.
EG	Europäische Gemeinschaft
GGVS	Gefahrgutverordnung Straße
GüKG	Güterkraftverkehrsgesetz
HD-Ballen	“Kleine” Hochdruck-Ballen (Heu oder Stroh)
HK	Heckkipper
HU	Hauptuntersuchung
ISO	International Organization for Standardization
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.
LKW	Lastkraftwagen
lof	Land- oder forstwirtschaftlich
N	Stickstoff
PKW	Personenkraftwagen
PS-Mittel	Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel
PSSM	Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel
Rnr.	Randnummer des Anhangs zur Anlage der GGVS
SF	Selbstfahrer
SfA	Selbstfahrende Arbeitsmaschine
SP	Sicherheitsprüfung
StVO	Straßenverkehrs-Ordnung
StVZO	Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung
T	Traktor
VkBl.	Verkehrsblatt
zGM	Zulässige Gesamtmasse
ZR-Ernte	Zuckerrübenenernte
ZU	Zwischenuntersuchung

Verwendete Formelzeichen

Zeichen	Dimension	Beschreibung
$F_{\text{Stütz}}$	kN	Stützlast am Zugpendel
F_{ZW}	kN	Zugkraft an der Anhängervorrichtung
g	m/s^2	Erdbeschleunigung (9,81 m/s^2)
h_{HA}	m	Höhe der Hinterachsmittle über der Fahrbahn
h_{ZE}	m	Höhe der Mitte der Verbindungseinrichtung über der Fahrbahn
l	mm	Längsabstand des Koppelpunktes am Zugpendel zur Zugpendelaufnahme
m_{GG}	t	Tatsächliche Gesamtmasse des Anhängers
m_{St}	t	Tatsächliche Stützlast eines Anhängers
m_{T}	t	Zulässige Gesamtmasse des/r Traktors/Zugmaschine
m_{Tr}	t	Tatsächliche Traktorgesamtmasse
m_{V}	t	Vorderachslast eines Traktors mit Hinterradantrieb
P_{NV}	kW	Leistungsbedarf von Nebenverbrauchern
P_{TN}	kW	Traktormotornennleistung
$p_{\text{Steigspez}}$	$\text{kW}/(\text{t}\cdot\text{m}/\text{s}\cdot\%)$	Spezifischer Steigleistungsbedarf bei Transportarbeiten
p_{Zugspez}	$\text{kW}/(\text{t}\cdot\text{m}/\text{s})$	Spezifischer Zugleistungsbedarf bei Transportarbeiten
q	%	Steigung einer "Fahrbahn"
v	m/s	Tatsächliche Fahr- oder Arbeitsgeschwindigkeit
v_{B}	km/h	Betriebsgeschwindigkeit
v_{H}	km/h	Bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit

Checkliste für den Anhängerkauf

Vor dem Kauf eines Anhängers sind zunächst die Rahmenbedingungen zu analysieren, um gegebenenfalls bereits hier Mindestanforderungen oder begrenzende Faktoren zu ermitteln.

Rahmenbedingungen

Textseite

Analyse der Transportaufgaben

Transportgüter

Stellen die vorgesehenen Güter (Korngröße) spezielle Anforderungen an die Dichtigkeit des Fahrzeugs? 331

Stellen die vorgesehenen Güter (Korrossiv) spezielle Anforderungen an den Werkstoff von Laderaumboden und Bordwand und an die Lackierung des Fahrzeugs? 331

Transportmengen (Masse, Volumen, Zeiten für Transporte)

Gibt es Vorgaben für die jeweilige Einzelladung (z.B. durch Bunkerinhalt von Erntemaschinen)? 328 f

Muß der einzelne Transportvorgang (Einzelfuhre) in einer bestimmten Zeit erledigt sein? 328 f

Muß das ganze Transportvorhaben in einer bestimmten Zeit erledigt sein? 332

Transportwege, Transportentfernung

Welche Fahrbahnen mit welchen Anteilen müssen benutzt werden? 334

- Autobahn

- Kraftfahrstraße

- Landstraße

- innerörtliche Straßen

- gut ausgebaute Feldwege

- schlecht ausgebaute Feldwege

- Feld

Gibt es spezielle Anforderungen aus den Transportwegen? 334

- Durchfahrtshöhe von Unterführungen

- Tragfähigkeit von Brücken

Gibt es spezielle Anforderungen am Gutaufnahme- und Gutabgabeort?

- Tragfähigkeit von Fahrbahnen (z.B. Gebäudedecken)

- Breite von Durchfahrten

- Höhe von Durchfahrten

- Wendemöglichkeiten

- Ortsfeste Umschlagmittel (Kippbühne, Saug-Druckgebläse)

Welche max. Transportgeschwindigkeit wird angestrebt? 329 f

Analyse der Zugmaschinen/Traktoren

Jeweils für alle vorhandenen und neu zu beschaffenden Zugmaschinen/Traktoren durchführen.

Verfügbarkeit

Stehen die im Betrieb vorhandenen Zugmaschinen/Traktoren für Transporte zur Verfügung (Überschneidung mit andren Arbeiten)?

Sollen neue Zugmaschinen/Traktoren beschafft werden, die auch für Transportarbeiten zur Verfügung stehen?

Welche Leistungsmerkmale und Ausstattung sollen diese haben?

Leistungsmerkmale

Welche Motornennleistung haben die Zugmaschinen/Traktoren? 329 f

Welche Ölmenge kann entnommen werden?

Welchen Volumenstrom, bei welchem Druck stellt die Hydraulik zur Verfügung?

Ausstattungsmerkmale

Welche Art von Getriebe haben die Zugmaschinen/Traktoren?

- Synchronisiertes Schaltgetriebe ohne Lastschaltung

- Synchronisiertes Schaltgetriebe mit Lastschaltstufen (Zahl ?)

- Volllastschaltbares Getriebe

- Stufenloses Getriebe

Welche bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit haben die Zugmaschinen/Traktoren? 329 f

Haben die Zugmaschinen/Traktoren eine Federung?

- Vorderachsfederung

- Vorder- und Hinterachsfederung

Haben die Zugmaschinen/Traktoren eine Druckluftbremsanlage mit Anschlüssen für Anhänger? 324, 341 f

- Einleitungsbremsanlage

- Zweileitungsbremsanlage

Welche Art von Verbindungseinrichtungen für den Anhängerbetrieb mit welcher zulässigen Stützlast haben die Zugmaschinen/Traktoren? 334 ff

- Anhängerkupplung (Art ?)

- Hitchhakenkupplung - starr

- Hitchhakenkupplung - mit Hubeinrichtung

- Piton-Fix

Analyse der mobilen Umschlagtechnik

Sollen neue Umschlaggeräte beschafft werden und welche Leistungsmerkmale (Hubkarft, Überladehöhe und -weite) sollen diese haben?

Müssen die gleichen Umschlaggeräte bei der Gutaufnahme und Gutabgabe benutzt werden?

Wenn ja, ist deren Umsetzen während eines einzelnen Transportvorgangs zeitlich möglich?

Welche Überladehöhe bei welcher Überladeweite erreichen die vorhandenen mobilen Umschlaggeräte? (Wichtig für Auswahl der Bordwandhöhe und Laderaumbreite)

Welche Überladeweite bei welcher Überladehöhe erreichen die vorhandenen mobilen Umschlaggeräte? (Wichtig für Auswahl der Bordwandhöhe und Laderaumbreite)

Sonstige Rahmenbedingungen

Kann Transportkapazität kurzfristig „zugekauft“ werden (MR, LU, Speditionen)? 379

Welche Möglichkeiten zur Selbsthilfe bei Reparaturen bestehen? - Metall- und Holzbearbeitung, Hydraulik, - Elektrik

Fahrzeugspezifische Aspekte

Leistungsdaten

Wird ein Anhänger mit Kippeinrichtung benötigt? 347 ff

Wenn ja,

- Einseiten-, Heckkipper

- Zweiseitenkipper

- Dreiseitenkipper

Welche Nutzmasse soll der Anhänger haben? 318 ff, 324, 328

Welches Nutzvolumen soll der Anhänger haben?

Welche bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit soll der Anhänger haben? 318 ff, 324, 329

Soll der Anhänger für höhere Fahrgeschwindigkeiten (Achsen, Reifen, Bremsen) als die augenblicklich benötigten ausgerüstet sein? 324, 338 ff

Rahmen, Fahrwerk, Reifen, Bremsen

Soll ein Gelenkdeichsel- oder ein Starrdeichselanhänger beschafft werden? 348 ff

Einachs- oder Tandemachsanhänger (Starrdeichselanhänger bis 12 (13) t Gesamtmasse)? 338 ff

Tandemachse gelenkt oder ungelenkt? 338 ff

Tandemachs- oder Tripelachsanhänger (Starrdeichselanhänger bis 22 (23) t Gesamtmasse)? 338 ff

	Textseite
Welche maximale Stützlast soll der Anhänger haben?	334 ff
Welche Anhängungsart soll der Anhänger haben?	334 ff
- Obenanhängung im Zugmaul (Ösendurchmesser)	.....
- Untenanhängung (Hitchöse)	.....
Soll die Bereifung eher straßen- oder felddauglich sein?	342 ff
Soll eine Reifendruckregelanlage eingesetzt werden?	342 ff
Soll der Anhänger eine Druckluftbremsanlage (Zweileitungsanlage) haben? (Pflicht ab einem zulässigen Gesamtgewicht von 8 t und einer maximalen Geschwindigkeit über 25 km/h)	324, 341

Laderaum, Verriegelungen, Betätigung

Muß der Laderaum „rapsdicht“ sein?	331, 351 f
Aus welchem Material soll der Laderaumboden bestehen und wie soll er ausgeführt sein?	351 f
Aus welchem Material sollen die Bordwände bestehen und wie sollen sie ausgeführt sein?	351 f
Sind einteilige seitliche Bordwände nötig?	351 ff
Soll der Anhänger eine konische Brücke besitzen?	351 ff
Welche Bordwandhöhe (einschl. Bordwanderhöhungen) soll der Anhänger haben? (Nach Überladehöhe und Überladeweite der Umschlaggeräte)	.....
Sollen verschiedene Arten der Bordwandöffnung möglich sein?	352 ff
Soll eine automatische/hydraulische Bordwandöffnung vorhanden sein?	352 ff
Sollen Bordwandentlastungsfedern vorhanden sein?	352 ff
Sollen Bordwandstützen oder Halteketten vorhanden sein?	354 f
Soll eine zentrale Bordwandverriegelung vorhanden sein?	352 ff
Soll eine zentrale Kipplagerverriegelung vorhanden sein?	352 ff
Welche Größe des Auslaßschiebers am Heck wird benötigt?	354 f

Ausführung, Verarbeitung, Wartung

Ist der Anhänger (druckluftgebremst) mit einem automatischen Bremskraftregler (ALB) ausgerüstet?	340 ff
Sind die Betätigungseinrichtungen auch mit Arbeitshandschuhen zu benutzen?	351 ff
Sind die Bordwandverriegelungen versenkt, um das Hängenbleiben zu verhindern?	351 ff
Sind die Schweißnähte sauber ausgeführt?	.....

	Textseite
Ist ein ausreichender Rostschutz vorhanden?	351 ff
- Hohlraumversiegelung	.....
- Abflußöffnungen für eingedrungenes Wasser	.....
- Lackierung in Ordnung?	.....
Sind die Beleuchtungseinrichtungen gegen mechanische Beschädigungen geschützt?	347
Sind die elektrischen Anlagen gegen das Eindringen von Wasser geschützt? (Hochdruckreinigerfest)	347
Sind die Schmierstellen gut zugänglich und gegen Beschädigung geschützt?	347
 Zusatzausrüstung	
Wird eine Abdeckplane benötigt, die fest am Anhänger montiert ist?	354 f
Wenn ja. Ist diese leicht zu betätigen?	.....
Steht eine sichere Plattform zur Betätigung zur Verfügung?	.....
Soll der Anhänger im Doppelzug benutzt werden?	354 f
Wenn ja. Ist eine Anhängerkupplung (möglichst selbsttätig) und sind Anschlüsse für Bremsen, Hydraulik und Elektrik vorhanden?	.....
Wird eine Überladeschnecke am Heck benötigt?	370 f
Wenn ja. Welche Durchsatzleistung muß die Schnecke haben?	.....
Welche Überladehöhe muß die Schnecke haben?	.....
Welcher Aufwand ist zur Montage und Demontage der Schnecke nötig?	.....
Wie wird die Schnecke angetrieben (mechanisch, hydraulisch)?	.....
Erfolgt der hydraulische Antrieb über die Traktorhydraulik (Benötigter Volumenstrom und Öldruck) oder über eine eigene zapfwellengetriebene Bordhydraulik des Anhängers?	.....
 Sonstiges	
Sind am Anhänger Markierungen für die Füllhöhe bei verschiedenen Gütern angebracht?	.....
Kann die Kipphydraulik mit „Bioöl“ betrieben werden?	350 f
Erstausstattung	.....
Selbstwechsel	.....
Wie ist die Ersatzteilversorgung geregelt?	.....
Wie ist der Service geregelt?	.....
Ist der Anhänger zulassungspflichtig?	318
Unterliegt der Anhänger der technischen Überwachung?	319
Wenn ja, in welchen Abständen	.....

Stichwortverzeichnis

- Abdeckplane 355
Abmessungen 315; 321; 322
Abrollbehälter 357
Abschreibungszeit 377
Absetzcontainer 357
Achse 315; 331; 338; 339; 342; 356; 358; 376; 380
Achslast, zulässige 323; 372
Ackerschiene 373
ALB 341; 383
Anbaulösung 374
Anhängelast 347; 356
Anhängerbremssventil 341
Anhängerkupplung 315; 336; 338
Anhängenvorrichtung 315; 334; 380; 381
Anschaffungskosten 316; 376
Arbeitsgerät 318; 319; 321; 373
Auflaufbremse 315; 324; 340
Autobahn 321
automatischer Bremskraftregler 341
- Ballastierung 316; 371; 372; 373; 380; 381; 382
Ballenladewagen 316; 345; 361; 363; 380
bbH 319; 325; 377; 378; 383
Betriebserlaubnis 315; 318
Betriebsgeschwindigkeit 318; 319; 324; 326; 384
Blattfeder 339
Bodenanpassung 343
Bodenbelastung 331; 339; 342; 343; 347
Bodenschonung 343
Bolzenkupplung 334
Bordwand 348; 351; 352; 353; 354; 355; 368; 376
Bordwandauslegestütze 355
Bordwandöffnung 352; 353
Bordwandöffnung, automatisch 353
Bremsen, Anforderungen 315; 324
Bremsensonderuntersuchung 320; 383
Bremskraftregler 341; 383
- Containerfahrzeuge 316; 357; 380
- Dichte 331; 346; 368
Doppelnutzung von Fahrwerk 374
Doppelzug 321; 324
- Drehschemellenkung 339
Dreiachser 339
Dreiseitenkipper 316; 348; 376
Druckluftbremse 341; 342
- Eigenmechanisierung 316; 346; 379
Einzelausnahmegenehmigung 318; 321
Einzelfahrzeug 321
Erntemenge 328; 329
Erntetransporte 318; 332
- Fahrbahn 315; 330; 331; 333; 339; 342; 343; 345; 346;
380
Fahrdynamik 330
Fahrtschreiber 327; 328
Fahrwerk 315; 338; 348; 360; 374
Federung 315; 338; 380
Feldweg 330; 333
Fernverkehr 317
Feststellbremse 324; 337; 340; 342
Fleisch und frischen Fleischerzeugnissen 318
Fleischerzeugnissen 318
Flurförderzeuge 325
Frachttarif 379
Fremdarbeit 316; 379
Führerschein 324; 326
- Gefahrgutverordnung Straße 315; 327; 383
Geländewagen 359
Gelenkdeichselanhänger 322; 338; 348; 349
Gemüse 318
Gerätetransport 316; 371; 380; 381; 382
Gesamtgewicht, zulässiges 372
Gesamtmasse 318; 320; 321; 322; 323; 324; 326; 327;
328; 343; 357; 358; 360; 383; 384
Gesamtmasse, zulässige 323; 327; 328
Gesamttransportmasse 377
Geschwindigkeitsschild 319
GGVS 315; 327; 331; 383
GüKG 317; 328; 381; 383
Gülleausbringung 329; 379
Gülletransportfahrzeuge 316; 365
Gülletransportwagen 365; 367
Güterkraftverkehrsgesetz 315; 317; 380; 381; 383

Güterverkehr 317
 Hakensystem 357
 Haltekette 355
 Hauptuntersuchung 319; 320; 383
 Heckkipper 316; 348; 351; 356; 383
 Hilfsladefläche 318; 356
 Hitchhaken 315; 334; 337; 373
 Hochkipper 351
 Hundegang 355
 Hydrauliköle, biologisch abbaubar 351
 Hydraulische Bremse 342
 hydropneumatische Federung 339

 Kenntlichmachung 315; 323; 371
 Kennzeichnung 319
 Kippachse 348; 349
 Kippanhänger 316; 348; 350; 354; 370; 371
 Kippeinrichtung 316; 345; 350; 355
 Klasse L 325; 326
 Klasse T 326
 Kleintransporter 316; 359
 Knickdeichsel 336; 360; 362
 Kompoststreuer 316; 368
 Kompressortankwagen 366
 Kornauslaufschieber 354
 Korngröße 332
 Kosten, Feste und variable 316; 377
 Kraftfahrstraße 321
 Kraftfahrzeugsteuer 318
 Kratzboden 359; 364; 369

 Laderaum 351; 360; 368; 369; 370
 Laderaumboden 351; 352
 Ladevolumen 346; 360; 361; 364; 368
 Ladung 319; 321; 322; 323; 348; 349; 362
 Landlastwagen 355
 Lastverteilung 339
 Leergewicht 327; 346; 348; 376
 Leistungsbedarf 315; 329; 345; 380; 384
 LKW 316; 320; 329; 335; 343; 347; 352; 355; 356;
 357; 358; 365; 370; 379; 380; 383
 Logistik 316; 344
 Lohnunternehmen 325; 328
 Losegutladewagen 316; 359
 Luftkästen 356

 Mährescher 319; 329; 344; 348; 371; 372; 379
 Maschinenring 346; 351; 379
 Milch 317; 318; 328
 Mindestalter 325
 Mindestvorderachslast 323; 334; 372

 Nachbarschaftshilfe 318; 325
 Nachlaufachse 339
 Niederhalter 337; 338
 Nutzlast 318; 323; 330; 346; 351; 356; 357; 376; 377;
 379
 Nutzmasse 345; 348; 358; 360; 361; 365; 367; 368;
 370; 377; 381
 Nutzvolumen 348; 367; 368

 Obenanhängung 315; 334; 337; 338; 373
 Obst 318

 Plattformwagen 316; 345; 347; 348; 364; 382
 Pumptankwagen 365; 366

 Quaderballenladewagen 364; 365

 Rahmen, verwindungssteif 343
 Rahmen, verwindungsweich 343
 Rahmenbauart 343
 Reifen 317; 321; 330; 331; 339; 342; 345; 358; 377;
 380
 Reifeninnendruck 330; 331; 342; 343; 370
 Rückstrahler 321
 Rundballenladewagen 361; 362; 363; 364; 382
 Rungen 348; 355; 363; 364

 Schleudertankwagen 365; 367
 Schneideinrichtung 359; 360; 366
 Schneidwerkswagen 371; 375
 selbstfahrende Arbeitsmaschine 318; 319; 325
 Selbstfahrende Feldhäcksler 328
 Sicherheitsprüfung 320; 383
 Sonntagsfahrverbot 315; 318
 Sozialvorschriften 315; 327; 381
 Spedition 379
 Spurweite 339
 Stallungstreuer 368
 Standort 317; 371
 Standwagen 349; 357

Starrdeichselanhänger 322; 336; 338; 349; 357
 Stauschieber 369
 Stoffeigenschaften 315; 331; 332
 Straßenverkehrsordnung 380
 Streuaggregat 368; 369
 Streulänge 368
 Stützlast 322; 336; 337; 347; 349; 365; 370; 373; 384
 StVO 315; 318; 321; 381; 383

 Tankfahrzeuge, gebraucht 367
 Technische Überwachung 315; 319
 Tiefladeanhänger 348
 Tragfähigkeit 342
 Traktormotornennleistung 329; 381; 384
 Transportentfernung 315; 317; 333; 377; 379
 Transportgestelle 375
 Transportplattform 375
 Transportunternehmen 317; 379

 überbetriebliche Maschinenverwendung 325
 Überfahrtgeschwindigkeit 333

 Umladewagen 316; 370
 Universalballenladewagen 364; 365
 Untenanhängung 334; 336; 337; 357; 365; 370; 373
 Unterbau 333
 Unterlenker 373; 375

 Vakuumtankwagen 365; 366
 Verfahren, einphasig 316; 345
 Verfahren, mehrphasig 316; 345
 Verfahrenskette 316; 344; 379; 380
 Verrechnungssätze 379
 Verriegelung 352; 376
 Verschleiß 330; 342; 354
 Verschluß 352; 354; 367
 Versicherungspflicht 319

 Wege, Ausbau der 333
 Werkverkehr 317

 Zeiträume für Transporte 315; 332
 Zuckerrübenreinigungslader 329
 Zug 319; 321; 323; 324; 329; 335; 340; 354
 Zugfahrzeug 326; 338; 341; 342; 347; 357; 365; 370;
 378

 Zugmaschine 318; 319; 320; 321; 324; 325; 339; 347;
 356; 384
 Zugöse 334; 335; 336
 Zugpendel 372; 373; 384
 Zulassung 318; 319; 335; 381
 Zulassungsstelle 319; 335
 Zweiseitenkipper 316; 348
 Zwischenuntersuchung 320