

Die Zuführung moderner Anhänger sollte sich auf die kooperativen Einrichtungen und industriemäßig produzierten Produktionseinrichtungen konzentrieren, in denen die besten Möglichkeiten der rationellen Nutzung solcher Fahrzeuge vorhanden sind. Es ist anzustreben, daß Anhänger der Typen HW 60.11 und HW 80.11 vorrangig die Transporteinrichtungen und Betriebe erhalten, die LKW W 50 LA/Z haben oder bekommen und die diese LKW für Feldtransporte nutzen. Spezialanhänger (HTS 90.04, T 088) sollten nur zu jeweils mindestens 3 Stück abgegeben werden, damit ihr Komplexeinsatz möglich ist. Ähnliches trifft auch für andere moderne Fahrzeuge zu, deren Bedarf zur Zeit nicht gedeckt werden kann. Die bei der Zuführung selbstfahrender Erntemaschinen gesammelten Erfahrungen sind auf die Zuführung der Transportmittel, also auch der Anhänger, zu übertragen.

## Kopplungssysteme für Traktoren und Traktorenaufsattelanhänger

Die ständige Erhöhung der Erträge und Aufwendungen in der Pflanzen- und Tierproduktion und die teilweise größer werdenden Entfernungen erfordern höhere Leistungen des innerbetrieblichen landwirtschaftlichen Transports.

Der Einsatz von Lastkraftwagen-Anhängerzügen erhöht neben der Verbesserung der Arbeits- und Lebensbedingungen der Werktätigen in der Landwirtschaft die Transportleistungen und die Arbeitsproduktivität wesentlich.

### 1. Merkmale des Transports mit Traktoren

Besonders bei der Hackfruchternte, bei Verteiltransporten von organischem Dünger u. a. werden jedoch auch zukünftig Traktoren-Anhängerzüge in der landwirtschaftlichen Primärproduktion eingesetzt. Neben den sowohl für LKW wie auch für Traktorenzug geeigneten zweiachsigen Anhängern gelangen für die obengenannten Transporte immer stärker kopplastige Traktorenanhänger nach dem Einachsprinzip zum Einsatz.

Moderne Traktoren-Anhängerzüge sind durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- gute Verfügbarkeit durch Austausch der Traktoren oder Anhänger
- hohe Transportleistungen besonders bei kleineren Transportentfernungen durch steigende Nutzmasse der Anhänger
- gute Anpassung an die Erntemaschinen in bezug auf Sichtverhältnisse und Geschwindigkeitsbereich
- hohe Einsatzbereitschaft bei schwierigen Fahrbahnverhältnissen.

Zur Erhöhung der Einsatzsicherheit, d. h. im besonderen Erhöhung der Zugkraft der Traktoren, werden folgende Maßnahmen angewendet:

- Anbringen von Zusatzmassen, Wasserfüllung der Reifen u. a. passive Belastungen der Triebachsreifen zum Erhöhen der Eigenmasse der Traktoren (Sie stehen in den meisten Fällen einer Erhöhung der Nutzmasse der Transportmittel entgegen.)

\* Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim, Zweigstelle Meißen „Landwirtschaftlicher Transport“ (Leiter: Prof. Dr. habil. K. Mührel)

## Zusammenfassung

Aus einer Analyse des gegenwärtigen Anhängerbestands werden einige Entwicklungstendenzen abgeleitet. In den nächsten Jahren kommt es darauf an, bei gleichzeitiger Zuführung moderner Anhänger den Bestand an veralteten, den gegenwärtigen und künftigen Anforderungen nicht mehr genügenden Anhängern zu vermindern und insgesamt zu einer höheren Grundfondseffektivität zu kommen.

## Literatur

- 1) Ullrich, G. / K. H. Stengler: Arbeitssicherheit beim Einsatz von Traktoren und Landmaschinen im hängigen Gelände. Berlin: Verlag Tribüne 1971
- 2) —: Analyse des Transportmittelbestandes der Landwirtschaft. IML Potsdam-Bornim, Zweigstelle Transport 1971 (unveröffentlicht)

A 8869

Dr. M. Dreißig, KDT\*

- Mit dem Einsatz von Antischlupfeinrichtungen und hydraulischen Zugkraftverstärkern wird ein Teil der Anhängelasten vertikal auf die Triebäder übertragen und damit die Einsatzsicherheit erhöht.

Eine Form der aktiven Triebadbelastung ist das Aufsatteln spezieller Anhänger auf die Zugtraktoren mit Hilfe von Hubkupplungen.

Die verschiedenen Arten der Verbindung kopplastiger Anhänger mit Traktoren durch Hubkupplungen, kurz Kopplungssystem genannt, soll hier näher betrachtet werden.

### 2. Erfahrungen mit Hubkupplungen nach dem Prinzip „Haken — Öse“

Kopplastige Traktoren-Anhängerzüge weisen meist folgende Vor- und Nachteile auf:

- höhere Triebachsbelastung des ziehenden Traktors durch Verlagerung eines erheblichen Anteils der Gesamtmasse des Anhängers auf die Traktortriebachse und damit steigende Einsatzsicherheit
- geringere Leermasse des Anhängers und Senkung der Anhängerkosten durch Wegfall der Lenkachse und Abstützung eines Teils der Nutzmasse auf anhängersfremden Fahrwerken
- erhöhte Manövrierfähigkeit besonders bei Rückwärtsfahrt, verkürzte Fahrzeugesamtlänge und teilweise verringerte Ladepritschenhöhe
- verbessertes Bremsverhalten
- Ortsveränderung nicht ohne passendes Zugmittel oder andere technische Hilfsmittel möglich
- keine Wechselnutzung der Anhänger mit LKW oder Traktoren ohne Hubkupplung möglich
- teilweise geringe Standsicherheit.

Eine gründliche Analyse international vorhandener Kopplungssysteme führte in der DDR Mitte der 60er Jahre zur Entwicklung einer Hubkupplung, mit der die Traktoren RT 325/327 und Zetor 50 Super nachgerüstet werden konnten. Die kopplastigen Anhänger TEK 4/HTS 40 und HTS 30.27 wurden in breitem Umfang in die Praxis eingeführt. Die Traktoren MTS-50/52 und U-650/651 sind mit einer im Prinzip gleichen Hubkupplung ausgerüstet. Alle diese Hub-

Tafel 1. Nutzbare Sattellasten an der Hubkupplung bei den in der Landwirtschaft der DDR bekannten Traktoren

IT M 553	830 kp	ZT 300 unbeschränkt	1 350 kp
RT 315 / RS 14/36	1 000 kp	ZT 300 mit begrenzter	
MTS-50	1 000 kp	Höchstgeschwindigkeit	1 750 kp
U-650	1 000 kp	D4K-B	2 000 kp
		K-700	1 700 kp

kupplungen waren, auch in Abhängigkeit der Tragfähigkeit der Traktor-Hinterradreifen, auf Sattellasten unter 1 000 kp ausgelegt (Tafel 1).

Mit der Einführung leistungsstärkerer Traktoren entstand die Forderung, auch die Sattelast an der Hubkupplung bedeutend zu erhöhen. Dabei zeigt sich folgendes Problem. Die normale Hubkupplung, die aus einem genormten Haken besteht, in dem die ringförmige Zugöse des Anhängers aufliegt, kann aufgrund der hohen statischen und dynamischen Zug- und Stützkraft nur bis etwa 2 000 kp Aufsattelast entwickelt werden. Wegen der theoretischen punktförmigen Auflage wird der Verschleiß sowohl am Haken wie auch an der Öse zu groß. Der größte Teil leistungsstarker Traktoren liegt deshalb bei 1 700 kp Sattelast (Tafel 1).

Meist sind auch Reifen und teilweise Fahrwerk der Traktoren nicht ohne weiteres in der Lage, höhere Sattellasten, die in der Hubkupplung hinter der Traktorhinterachse angreifen, aufzunehmen.

Größere Sattellasten sind jedoch bei höheren Nutzmassen aus fahrmechanischen Gründen erforderlich. Eine Analyse einsatzgünstiger, kopflastiger Traktorenanhänger zeigt, daß die Sattelast immer rund 20 Prozent der Nutzmasse betragen soll. Wird dieses Verhältnis wesentlich unterschritten, zeigen sich die im Bild 1 dargestellten kritischen Erhöhungen oder Verringerungen der tatsächlichen Sattelast beim Fahren in Fall- oder Steiglinie. Dieser Tatsache könnte durch Verlängerung der Anhängerdeichsel und Verkürzung der Ladefläche entgegengewirkt werden. Die Maßnahmen beeinträchtigen jedoch wieder das Gesamtverhalten bei Kurvenfahrt und die Auslastbarkeit des vorhandenen Nutzvolumens (Bild 2).

Aus all diesen bisher dargelegten Problemen heraus wird deshalb international versucht, Hubkupplungen zu entwickeln, die

- verschleißärmer sind (nicht nur Haken/Öse)
- höhere Sattellasten ganz nahe an der oder noch besser vor der Traktorhinterachse angreifen lassen.

### 3. Zur Entwicklung von Hubkupplungen mit geringerem Verschleiß und höherer Sattelast

Alle bekannten Lösungen lassen sich auf zwei Kopplungssysteme zurückführen.

- a) Nach dem Prinzip des Dreipunktanbaus für aufgesattelte Arbeitsmaschinen wird über obere und untere Lenker der Aufsattelpunkt ideell zwischen die Traktorachsen verlegt (Bild 3).

Bild 2. Durch lange Deichsel und kurze Ladefläche wird der Abstand zwischen der Schwerkraft  $m \cdot g$  und dem Achsmittelpunkt A vergrößert

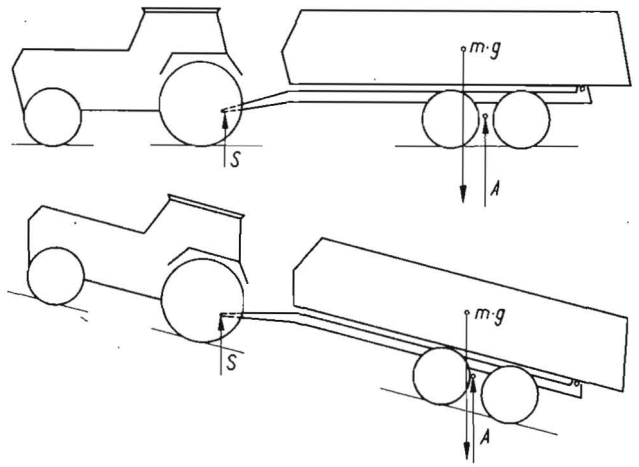
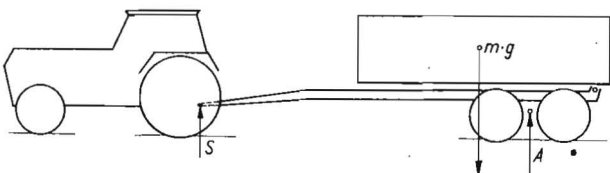


Bild 1. Darstellung der Verringerung der Kopflast beim Fahren an Steigungen mit Traktorenanhängerzügen, deren Sattellastenteil zu gering ist (Abstand  $m \cdot g$  bis A ist zu klein)

Besondere Gelenke müssen dabei sowohl die Einschlagwinkel als auch die Verdrehung zwischen Traktor und Anhänger bei der Fahrt über Bodenebenenheiten gestatten. Durch Einknicken des Zuges in der Horizontalen verschiebt sich der ideale Aufsattelpunkt zwischen den Achsen.

Eine entsprechende Verriegelungsvorrichtung gestattet dabei, das zur Kopplungsvorrichtung passende Kopfstück der Anhängerdeichsel vom Boden aufzuheben und dann, sozusagen in Schwimmstellung, zu verriegeln.

Da die unteren Lenker nur Zugkräfte aufnehmen, gibt es Lösungen, bei denen diese Lenker aus Stahlseilen bestehen. Aufgrund der hohen Zug- und Druckkräfte in den unteren und oberen Lenkern übersteigen die aufzunehmenden Sattellasten ebenfalls selten 1 000 kp.

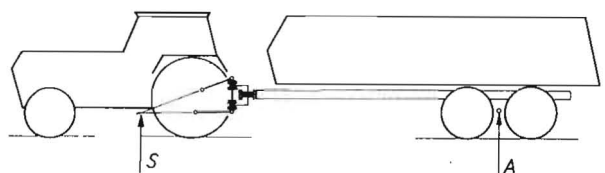
- b) Mit Hilfe eines biegesteifen unteren Lenkers wird die Sattelast unter der Traktorhinterachse hindurch zu einem Punkt zwischen den Traktorachsen geführt. Dabei muß ebenfalls durch entsprechende Gelenke der Einschlagwinkel und die Verdrehung zwischen Traktor und Anhänger ermöglicht werden (Bild 4).

Eine Verriegelungsvorrichtung gestattet bei diesen Lösungen ebenfalls das Zusammenkoppeln Traktor—Anhängers durch Aufheben der entsprechend geformten Anhängerdeichsel mit Hilfe des Krafthebers vom Boden her.

Um die erheblichen Zug- und Druckkräfte in den Gelenken zu verringern, wird bei einigen Lösungen der Drehpunkt für den Lenkeinschlag recht nahe an die Traktorhinterachse gelegt und durch eine sogenannte Schwannensdeichsel ein ausreichender Einschlagwinkel über die Traktorhinteräder ermöglicht (im Bild 4 theoretisch angedeutet).

Durch die unter a) und b) beschriebenen Kopplungssysteme wird dem Wunsch der Traktorenhersteller nach einem Lastaufnahmeort zwischen den Traktorachsen entsprochen und

Bild 3. Prinzip der kardanischen Sattelastübertragung durch Lenker auf einen ideellen Punkt zwischen den Traktorachsen



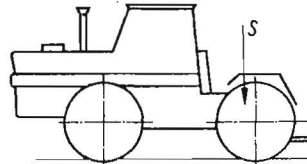
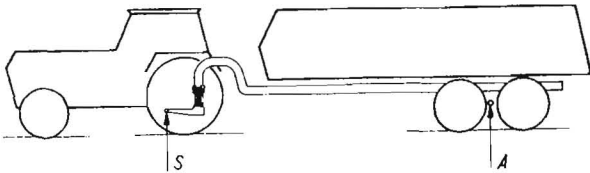


Bild 4  
Prinzip der Sattelastübertragung mit einem biegesteifen Trägerstück unter der Traktorhinterachse hindurch

Bild 5  
Möglichkeit der Aufnahme höchster Sattelasten bei modernen, leistungsstarken Allradtraktoren

ein verbessertes Fahrverhalten durch die gleichmäßige Achsbelastung erreicht.

Die Forderung nach verschleißarmer Übertragung hoher Aufsattelasten (über 2 000 kp!) ist wegen der die Sattelast um ein Mehrfaches übersteigenden Zug- und Druckkräfte in den Gelenken und Lenkern nur mit erheblichem Material- und Fertigungsaufwand für das Kopplungssystem zu erreichen. Eine befriedigende Lösung konnte deshalb noch nicht erprobt werden.

Moderne, leistungsstarke Traktoren, wie der K-700 oder der in der Sowjetunion in Breitenprobung befindliche T-150 K, ermöglichen durch ihre Bauweise völlig neuartige Kopplungssysteme. Durch weit nach vorn Verlegen von Motor und Kabine und die dadurch erreichte Freiheit über der Hinterachse ergibt sich zwangsläufig die Möglichkeit, Anhän-

ger mit hoher Nutzlast oben vor der Hinterachse aufzusatteln (Bild 5).

Sicher müssen beim Gestalten der Traktorfahrwerke die dynamischen Belastungen hoher Aufsattelasten mit berücksichtigt werden.

Es ist jedoch zu erwarten, daß bei einer künftigen Generation von traktorähnlichen Zugmitteln in Verbindung mit speziellen kopplastigen Anhängern hoher Nutzmasse die jetzigen Grenzen der Leistungsfähigkeit und Einsatzsicherheit wesentlich überschritten werden könnten.

#### Literatur

—: Kopplungsvorrichtungen zum Anhängen kopplastiger Einachsanhänger an Traktoren. Hochschule für LPG Meißen, Forschungsbericht 1966  
A 8865

## Untersuchungen von hydraulischen Radantrieben für Traktorenaufsattelanhänger

Dipl.-Ing. F. Schmidt, KDT\*

### 1. Problemstellung

Von Fahrzeugen oder Fahrzeugkombinationen (Traktoren oder Lastkraftwagen mit Anhängern), die für den landwirtschaftlichen Transport eingesetzt werden, fordert man eine hohe Einsatzsicherheit. Unter Einsatzsicherheit der Fahrzeugkombinationen (Fzk) wird dabei die Fähigkeit verstanden, landwirtschaftliche Nutzflächen und Fahrbahnen bei schwierigen Witterungsbedingungen mit Sicherheit befahren zu können. Neben den Kriterien Motorleistung, Bereifung, Größe der Achslasten u. a., ist die Zahl der angetriebenen Achsen einer Fzk von entscheidender Bedeutung für die Einsatzsicherheit. Mathematisch kann die Bedeutung der angetriebenen Achsen durch den Triebachslastanteil ausgedrückt werden. Für ein Fahrzeug oder eine Fahrzeugkombination ermittelt sich der Triebachslastanteil aus

$$\frac{\sum \text{der Lasten der angetriebenen Achsen}}{\sum \text{der gesamten Achslasten}} \cdot 100\%$$

Bei sinnvoller Kombination hinsichtlich der Größenordnung ergeben sich folgende Triebachslastanteile (in Prozent) für die genannten Fzk:

- hinterradgetriebene Traktoren mit Zweiachsanhängern 15...25
- hinterradgetriebene Traktoren mit Aufsattelanhängern 25...40
- allradgetriebene LKW mit Anhängern 45...60
- allradgetriebene LKW bei Solobetrieb 100

\* Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim, Zweigstelle Meißen „Landwirtschaftlicher Transport“  
(Leiter: Prof. Dr. habil. K. Mührel)

Die günstigeren Werte bei den einzelnen Fzk werden immer dann erreicht, wenn den Zugfahrzeugen bzw. Traktoren Anhänger mit relativ kleiner Gesamtmasse zugeordnet werden. Mit zunehmendem Triebachslastanteil steigt die Einsatzsicherheit der Fzk an. So ist hinreichend bekannt, daß Traktoren mit Aufsattelanhängern einsatzsicherer als mit gleichgroßen Zweiachsanhängern sind. Einen Triebachsanteil von 100 Prozent erreichen nur LKW mit Allradantrieb, wenn sie ohne Anhänger eingesetzt werden. Hingewiesen sei noch auf den Umstand, daß die Größe des Triebachslastanteils keine absolute Aussage über die Einsatzsicherheit einer Fzk gestattet. Neben dem Lastanteil der getriebenen Achsen haben insbesondere die Art und Größe der Triebachsbereifung u. a. Faktoren entscheidenden Einfluß. Trotzdem kann nach den Erfahrungen des Verfassers festgestellt werden, daß für landwirtschaftliche Fzk Triebachslastanteile von 15 bis 25 Prozent als unbefriedigend, von 25 bis 40 Prozent als befriedigend, von 40 bis 60 Prozent als gut und von mehr als 60 Prozent als sehr gut anzusehen sind.

### 2. Zusätzliche Achsantriebe

Die bisherigen Ausführungen lassen deutlich erkennen, daß Interesse besteht, bei landwirtschaftlichen Fzk die Zahl der angetriebenen Achsen zu erhöhen. Dabei genügt es, daß diese „Zusatzantriebe“ nur dann zur Verfügung stehen, wenn es die Fahrbahnbedingungen erforderlich machen. Diese Einschränkung gestattet von vornherein bestimmte Vereinfachungen der Wirkungsweise. Das trifft auf die notwendige Fahrgeschwindigkeit, die Anpassung an den Hauptbetrieb u. a. technische Fragen zu. In den 50er Jahren wurden Triebachsanhänger entwickelt, bei denen die Achse des Traktoren-