

## Bedeutung, Möglichkeiten und Probleme des Allradantriebs\*

In Ungarn hat man sich entschlossen, den überwiegenden Teil der für die Produktion von Schleppern verfügbaren geringen Kapazität zur Herstellung von Allradschleppern zu verwenden. Dieser Beitrag geht deshalb auf Fragen des Allradantriebs ein.

Der Allradantrieb ist in letzter Zeit in den Vordergrund des Interesses getreten. Die Bestrebungen zur Entwicklung bzw. Verbreitung dieses Typs sind verständlich. Die immer mehr der Großwirtschaft zustrebende landwirtschaftliche Produktion hat die für die Arbeit mit dem Schlepper gestellten Forderungen zum Teil erhöht, zum Teil aber auch verfeinert. Den höheren Forderungen gegenüber bietet der Allradschlepper positive Kennwerte, die zur möglichen Steigerung der Wirtschaftlichkeit der landwirtschaftlichen Produktion nutzbar zu machen wären. Anschließend soll versucht werden, diese positiven Eigenschaften des Allradantriebs kurz zu bewerten. Vorweg sei dazu bemerkt, daß lediglich der als Grundtyp des Allradschleppers anzusehende Schleppertyp mit Zwangsmoment-Antrieb, mit annähernd gleich großen Vorder- und Hinterrädern und einer statischen Vorderachslast von etwa 60 % behandelt wird.

### 1. Die Zugfähigkeit des Allradschleppers

Die grundlegende und zugleich augenfälligste positive Eigenschaft des Allradschleppers ist seine hohe Zugfähigkeit, die diejenige des hinterradangetriebenen Schleppers bei weitem übertrifft.

Sämtliche darüber veröffentlichten Kennwerte weisen positive Ergebnisse zugunsten des Allradschleppers auf. Hiernach ist beim Allradschlepper der Masse-Ausnutzungsbeiwert um 15 bis 25 % und der Wirkungsgrad des Fahrwerks um 5 bis 25 % höher als beim normalen hinterradangetriebenen Schlepper der gleichen Größenklasse, — in Abhängigkeit vom Boden und von den Radabmessungen, bzw. der Schleppermasse. Die höheren Werte beziehen sich im allgemeinen auf Böden mit lockerer Struktur bzw. höherem Feuchtigkeitsgehalt.

Zur näheren Schilderung der Verhältnisse werden hier auf Grund der auf zweierlei Böden durchgeführten Messungen die Kennliniendiagramme über die Zugfähigkeit eines Allradschleppers, d. h. der Wirkungsgrad des Fahrwerks in Abhängigkeit vom Masse-Ausnutzungsbeiwert des Schleppers bei-

\* Aus einem Vortrag auf einer Fachtagung des FV „Land- und Forsttechnik“ der KDT am 6. Juli 1962 in Markkleeberg.

(Schluß von S. 475)

vermögen des Spritzbrühebehälters auf 900 l erhöht werden (Tafel 5).

Der Maschinentyp wurde vielseitig erprobt und auch einer Dauerprüfung unterzogen. Die Versuchsergebnisse erfüllten die Erwartungen an die Maschine sowohl in technischer als auch in ökonomischer Hinsicht.

Außer ihrer Vielseitigkeit kann der Maschine auch die große Stabilität, die einfache Konstruktion und die geringe Masse zugute geschrieben werden. Wird die Maschine mit einem entsprechenden Rankenabweiser versehen, so ist die Beschädigung der Weinpflanzen fast vollständig zu vermeiden.

Die Erfahrungen mit dem Maschinentyp zusammenfassend, kann festgestellt werden, daß der bereits in der Fertigung und Einsatzprüfung befindliche Portal-Geräteträger berufen ist, eine Lücke in der ungarischen Kraftmaschinenreihe zu schließen.

A 4863

gegeben (Bild 1 und 2). Für den Vergleich mit den beiden klassischen Schleppertypen sind in die beiden Diagramme auch die entsprechenden auf denselben Böden gemessenen Kennlinien eines hinterradangetriebenen und eines Raupenschleppers eingezeichnet.

Dieser 28-PS-Allradschlepper UE-28 vom Budapester Schlepperwerk Vörös Csillag hat eine Eigenmasse von 2540 kg; Hinterachslast 1080 kp, Reifenabmessungen vorn 9—24, hinten 10—28. Der UB-28 mit Hinterradantrieb ist ebenfalls ein Erzeugnis des Schlepperwerks Vörös Csillag; Eigenmasse 2100 kg, Hinterachslast 1415 kp, Reifen vorn 5,5—16, hinten 9,00—36. Der sowjetische Raupenschlepper KD-35 hat 35 PS, Eigenmasse 3635 kg, Breite der Kette 280 mm, Länge des auf dem Boden aufliegenden Kettenabschnitts 955 mm.

Um auch einen zahlenmäßigen Vergleich zu ermöglichen, wurden aus den Diagrammen die maximalen Fahrwerkswirkungsgradwerte sowie die dazugehörigen Masse-Ausnutzungsbeiwerte in Tafel 1 zusammengefaßt. Dabei bedeuten

$\eta_{jm}$  maximaler Fahrwerkswirkungsgrad

$K$  dazugehöriger Schleppermasse-Ausnutzungsbeiwert

Diese Vergleiche beweisen, daß der Allradschlepper in bezug auf die unmittelbarsten und zugleich entscheidend wichtige Zugfähigkeitsbeiwerte dem Typ mit Hinterradantrieb bedeutend überlegen ist; diese Überlegenheit ist besonders auf lockeren Böden hoch.

### 2. Die aus der größeren Adhäsionsfähigkeit resultierenden zusätzlichen Vorteile

Die größere Adhäsionsfähigkeit des Allradantriebs birgt auch zusätzliche Vorteile in sich, beeinflusst sie doch die Anwendbarkeit bzw. Wirtschaftlichkeit des Typs in nicht unbedeutendem Maße.

Die größere Adhäsionsfähigkeit besteht auch auf feuchteren Böden. Der Allradschlepper läßt sich also vorteilhaft im Vorfrühling bzw. im Spätherbst bei den Bodenbearbeitungs- bzw. Transportarbeiten anwenden, wenn der Feuchtigkeitsgehalt des Bodens oft bedeutend höher als der normale ist. Dabei sei z. B. nur an die Rüben Transporte im Herbst gedacht.

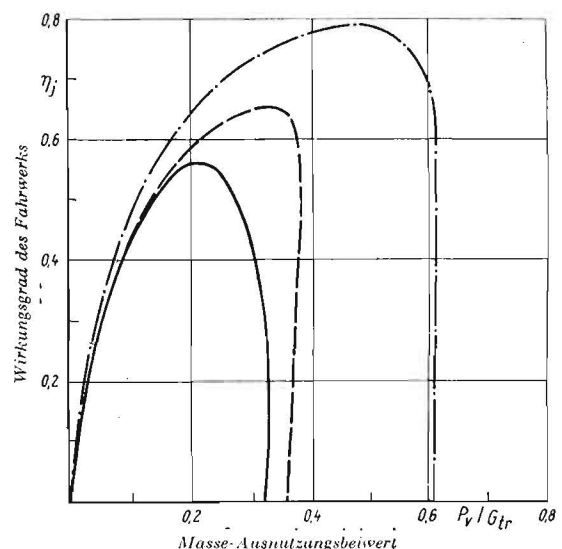


Bild 1. Wirkungsgrad des Fahrwerks eines Allradschleppers, eines Schleppers mit Hinterradantrieb und eines Raupenschleppers in Abhängigkeit vom Masse-Ausnutzungsbeiwert, auf gelockertem Sandboden. — — KD-35 (Raupenschlepper). — UE-28 (Allradschlepper), — — UB-29 (Schlepper mit Hinterradantrieb)

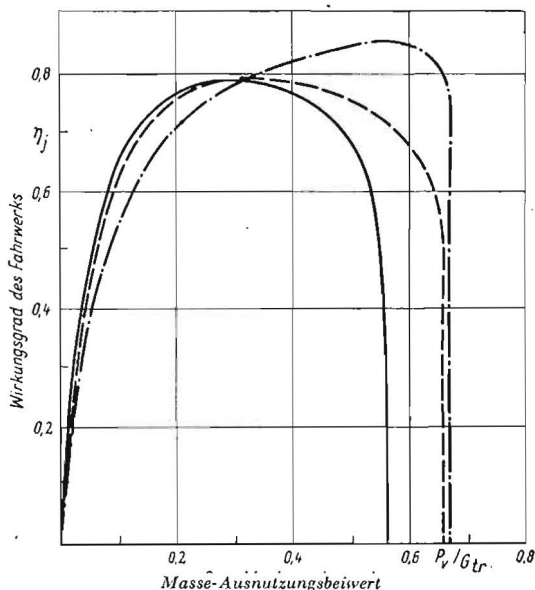


Bild 2. Wirkungsgrad des Fahrwerks eines Allradschleppers, eines Schleppers mit Hinterradantrieb und eines Raupenschleppers in Abhängigkeit vom Masse-Ausnutzungsbeiwert, auf einem Gerstestoppelfeld auf Lehmboden. (Erläuterungen wie in Bild 1)

Dieser Typ bietet also in vielen Beziehungen eine größere Ausnutzungsmöglichkeit als ein Schlepper mit Hinterradantrieb. Man kann mit ihm die rechtzeitige Verrichtung der landwirtschaftlichen Arbeiten besser sichern, was sich auf die Ertrags-erfolge entschieden positiv auswirkt.

Der größere Masse-Ausnutzungsbeiwert und der bessere Wirkungsgrad haben auch auf das Verhältnis zwischen der Schlep- permasse und der Leistung des eingebauten Motors eine gün- stige Wirkung. Beim Fahrwerk mit Allradantrieb kann näm- lich die in Radschlepper zweckmäßig einbaubare Motorleistung bedeutend erhöht werden, wodurch sich auch die Produktivität der Radschlepper in bedeutendem Maße erhöhen läßt.

### 3. Stabilität und Hangtüchtigkeit

Der Aufbau und die Hauptabmessungen des Allradschleppers sichern ihm schon im vornherein eine größere Stabilität als diejenige des Schleppers mit Hinterradantrieb. Sowohl seine dynamische Längsstabilität als auch die Stabilität in Quer- richtung sind bedeutend besser. Die zufolge dieser Eigenschaf- ten wesentlich bessere Hangtüchtigkeit wird durch den zusätz- lichen Antrieb am Vorderrad und die größere Vorderlastigkeit noch weiter erhöht.

Die größere Hangtüchtigkeit des Allradschleppers bedeutet nicht nur ein leichteres Steuern am Hang sondern auch eine Verringerung der Adhäsionsverluste beim Steuern, wodurch die Arbeit am Hang viel wirtschaftlicher werden kann.

### 4. Einige Probleme des Allradantriebs

Schlepper mit Hinterradantrieb und Raupenschlepper sind bei der Bodenbearbeitung seit Jahrzehnten im Einsatz. Der Allrad- typ dagegen ist noch relativ neu, die bei ihm noch vorhan- denen Probleme dürften teilweise damit zusammenhängen. Diese Probleme betreffen einmal die Fragen der Produktion bzw. der Auslegung des neuen Typs, zum anderen seine Wirt- schaftlichkeit.

#### 4.1. Radabmessungen

Ein Allradschlepper besitzt nicht ohne weiteres ein größeres Zugvermögen als ein hinterradantriebener Schlepper mit gleicher Masse. Hierzu müssen vorerst die Radabmessungen des Fahrwerks mit Allradantrieb einer gewissen Grenzbedin- gung entsprechen. Diese Grenzbedingung bedeutet, daß mit dem allradangetriebenen Fahrwerk nur dann ein günstigerer

Masse-Ausnutzungsbeiwert als mit dem hinterradangetriebenen zu erreichen ist, wenn Räder angewendet werden, deren Ad- häsionsbeiwert kleiner ist als das 0,79 bis 0,76fache des Trieb- radpaares eines durchschnittlichen hinterradangetriebenen Schleppers. Diese Werte bestimmen die untere Grenze der bei Allradschleppern zweckmäßig anwendbaren Radabmessungen.

#### 4.2. Der zusätzliche Radschlupf

Die Frage der Achsverbinding des allradangetriebenen Fahr- werks hat sich schon lange zugunsten des Zwangsmoment- Antriebs, d. h., zugunsten der Lösung entschieden, bei der die Achsen der Vorder- und Hinterräder in einer zwangsmäßigen Verbindung stehen. Aber eben diese Zwangsverbinding bein- haltet auch gewisse Probleme, und zwar einen unter bestimm- ten Umständen zwischen den Vorder- und Hinterrädern auf- tretenden zusätzlichen Schlupf. Der Grund des zusätzlichen Schlupfs liegt zum Teil in den Rädern, zum Teil in den Gelände- verhältnissen. Wegen der Räder tritt ein zusätzlicher Schlupf — d. h. ein Schlupf verschiedenen Maßes an den Vor- der- und Hinterrädern — dann ein, wenn der Rollradius der Vorder- und Hinterräder nicht gleich ist. Der Grund hierfür ist die Änderung der Achslast des Schleppers in Abhängigkeit von der Zugkraft. Da sich die Gummireifen elastisch deformieren, ändern sich die Rollradien der Räder in Abhängigkeit von der Belastung der Achsen. Bei einem Anwachsen am Vorderrad tritt eine Verminderung am Hinterrad ein. Dadurch kann — je nach der Deformierbarkeit der Reifen — eine Differenz von 2 bis 4 % in den Rollradien eintreten. — Dieser zusätzliche Schlupf hat aber keine große Bedeutung. Wesentlichere zusa- zätzliche Schlupfe können durch das ungleiche bzw. nicht vor- schriftsmäßige Aufpumpen der Reifen hervorgerufen werden, bzw. durch die Paarung dieses Fehlers mit dem vorigen. Das wäre aber ein Bedienungsfehler. Bei den Allradschleppern ist auf die genaue Einhaltung der Rollradien und gleichzeitig auf das Einhalten des vorschriftsmäßigen Luftdruckes in den Rei- fen zu achten. Bei regelmäßiger Kontrolle läßt sich dieser Fehler praktisch beheben. Zusätzliche Schlupfe werden auch durch Geländeungleichmäßigkeiten hervorgerufen, wodurch Vorder- und Hinterräder verschiedene Strecken zurücklegen. Die dabei eintretende schädliche Wirkung der Überbeanspru- chung des Fahrwerks kann bedeutend größer sein als in den vorher erwähnten Fällen, schon deshalb, weil sie dynamisch auftritt.

Im allgemeinen besteht die schädliche Wirkung der zusa- zlichen Schlupfe in einer gewissen Überbelastung des Fahr- werks. Die Beeinträchtigung des Wirkungsgrades durch diese Schlupfe ist (besonders im Bereich der größeren Belastungen) im allgemeinen nicht maßgebend. — Das Problem, das sie verursachen, ist auch sonst nicht unlösbar. Einerseits lassen sich nämlich — wie bereits erwähnt — die Probleme durch sorgfältiges Einstellen und Kontrollieren der Reifen wesentlich verringern, andererseits kann das Fahrwerk durch eine zwi- schen die Vorder- und Hinterachse eingebaute Sicherheits- kupplung geschützt werden. Diese Lösung kann besonders bei größeren Allradschleppern von Bedeutung sein.

### 5. Die Frage der Wirtschaftlichkeit

Beim Allradschlepper ist die Wirtschaftlichkeit deshalb frag- lich, weil einmal seine Anwendbarkeit und Ausnutzbarkeit (besonders was die ausgedehnten erfahrungsmäßigen Grund- lagen anbelangt) in der Praxis noch nicht genügend bekannt sind, und weil zum anderen der Preis je kg Masse Allrad- schlepper bedeutend höher liegt als derjenige der hinterrad- angetriebenen Schlepper.

Zur näheren Orientierung in der Wirtschaftlichkeitsfrage unter- suchen wir kurz die sogenannten unmittelbaren Kostenele- mente der Schlepperarbeiten: Amortisationskosten, Betriebs- stoffkosten, Lohnkosten und Reparaturkosten.

Die Amortisationskosten sind dem Pro-kg-Kaufpreis des Schleppers direkt und dem Masse-Ausnutzungsbeiwert in gro- ßen Zügen umgekehrt proportional. Die Betriebsstoffkosten

sind dem Wirkungsgrad des Schleppers im großen umgekehrt proportional und die Lohnkosten sind dem Masse-Ausnutzungsbeiwert des Schleppers umgekehrt proportional. Die Reparaturkosten, die von vielen nicht unmittelbar berechenbaren Faktoren abhängig sind, pflegt man bei annähernden Kalkulationen als dem Kaufpreis proportional zu betrachten. In diesem Sinne ist ihr Wert je ha also dem Pro-kg-Preis des Schleppers direkt, dem Masse-Ausnutzungsbeiwert umgekehrt proportional.

Vergleichen wir nun mit Hilfe der von uns bei der Schlepperarbeit gemessenen Kennwerte (Tafel I), z. B. auf Sandboden den Allradschlepper mit dem Hinterradangetriebenen Schlepper. Der Vergleich zeigt, daß — da der Masse-Ausnutzungsbeiwert des Allradfahrwerks das 1,53fache und sein Wirkungsgrad das 1,18fache des Schleppers mit Hinterradantrieb darstellen — Amortisationskosten, Lohnkosten und Reparaturkosten des Allradschleppers 1,53mal, die Betriebsstoffkosten aber 1,18mal geringer sein können als die des hinterradangetriebenen Schleppers. Dies wäre allerdings nur zutreffend, wenn der Schlepper ständig an einem seinem optimalen Wirkungsgrad entsprechenden Ort arbeitete. In der Praxis wird nur etwa die Hälfte dieses Wertes gelten.

Die aus dem höheren Masse-Ausnutzungsbeiwert und dem höheren Wirkungsgrad resultierende Kostensenkung wird durch den Investitionspreis und die dementsprechend höheren Reparaturkosten kompensiert. Das Maß der Wirtschaftlichkeit des Allradschleppers hängt daher davon ab, um wieviel höher sein Pro-kg-Investitionspreis bzw. seine Reparaturkosten als diejenigen des Schleppers mit Hinterradantrieb sind.

Die Details außer acht lassend, zeigen diese annähernden Berechnungen, daß auf Sand, wo der Allradantrieb dem Hinterradantrieb gegenüber eine bedeutend größere Adhäsionsüberlegenheit zeigt, der Allradschlepper in bezug auf die Wirtschaftlichkeit auch im Falle eines Mehrbetrages von 30 bis 35 % je kg für Investition bzw. Reparaturen es mit dem hinterradangetriebenen Schlepper aufnimmt. — Auf bindigen Böden wird dieser Prozentsatz geringer.

Unter den Faktoren, die die Wirtschaftlichkeit des Allradschleppers motivieren, darf man auch die auf der größeren Adhäsionsfähigkeit beruhende größere Ausnutzbarkeit nicht außer acht lassen. Allerdings ist in dieser Hinsicht auch das

Tafel I. Kennwerte der verschiedenen Schleppertypen

	Auf gelockertem Sandboden				Auf Leimboden			
	$\eta_{jmax}$	[%]	K	[%]	$\eta_{jmax}$	[%]	K	[%]
UE-28 (Hinterrad-antrieb)	0,56	100	0,21	100	0,78	100	0,28	100
UE-28 (Allrad-antrieb)	0,66	118	0,33	153	0,79	103	0,36	128
KD-35 (Raupen-schlepper)	0,79	141	0,5	238	0,85	109	0,57	204

Niveau der Organisation von entscheidender Wichtigkeit. Da die notwendige Arbeitsorganisation, die entsprechende Arbeitsteilung unter den Schleppern in der Großwirtschaft leichter verwirklicht werden kann als im kleinen Betrieb, sind die Großbetriebe viel eher geeignet, diesen vom unmittelbaren betrieblichen Gesichtspunkt übrigens in mancher Beziehung ausgezeichneten Typ wirtschaftlicher zu machen.

Vergleicht man die Wirtschaftlichkeit von Allradschlepper und Raupenschlepper, so steht die Wirtschaftlichkeit des ersteren bei den meisten Arbeitsarten außer Zweifel. Dies findet seine Begründung einmal in den höheren Investitionskosten des Raupenschleppers, zum anderen in seinen höheren Wartungs- und Reparaturkosten, nicht zuletzt aber in seiner geringeren Ausnutzbarkeit. Deshalb ist zu erwarten, daß die Allradschlepper in zunehmendem Maße in die Arbeitsgebiete des Raupenschleppers eindringen werden.

## 6. Möglichkeiten des Allradschleppers

Infolge seiner positiven Zug-, Geländesicherheits- und Betriebseigenschaften darf man mit einer größeren Verbreitung des Allradschleppers rechnen. Die Richtung seiner Verbreitung geht wie bei jeder verhältnismäßig neuen Maschine universalen Charakters von den besonderen Anwendungsgebieten zu den allgemeinen hin. Die Verbreitung nimmt also ihren Ausgang von Anwendungsgebieten, auf denen seine Betriebsüberlegenheit den dort bisher angewendeten Maschinen gegenüber — die allgemeine Wirtschaftlichkeit mit einbegriffen — klar hervortritt. Solche besonderen Arbeitsgebiete sind in erster Linie die Schlepperbearbeitung von Sandböden und Hanglagen, ferner die Bearbeitung von Reispflanzungen und Gebieten mit hohem Wasserstand.

A 4895

Ing. H. DÜNNEBEIL, KDT\*

## Arbeitsicherheit beim RS 09/S 293

Im Beitrag „Die Kombination RS 09/S 293 unter dem Blickpunkt des Arbeitsschutzes“<sup>1</sup> geht ULLRICH auf die Kipp-sicherheit des RS 09 bei Pflanzenschutzmaßnahmen am Hang ein. Dabei werden von ihm Schlußfolgerungen gezogen, die der Erörterung bzw. der Untersuchung bedürfen. Ergänzend soll deshalb dazu über die Hangtauglichkeit des RS 09 mit dem Anbau-Pflanzenschutzgerät S 293 berichtet werden.

Die Erprobung und Prüfung von S 293 mit RS 09 erfolgte nicht nur in der Ebene, sondern auch am Hang. So wurde dieses Aggregat im Jahre 1956 unter extremen Bedingungen bei der Erdmausbekämpfung auf Kahlschlägen des Südharzes im Gebiet Wippra bei der Werkerprobung eingesetzt. Der Prüfbericht der Biologischen Zentralanstalt Berlin enthält u. a. die Angabe, daß bis zu 30 % Hangneigung gut gearbeitet werden könne. Im Deutschen Pflanzenschutzkalender 1960 schreibt BECKER (Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim),

daß je nach Art der Applikation bis zu 25 % oder sogar bis zu 35 % Hangneigung beim Fahren in Schichtlinie gearbeitet werden kann. Bei diesen umfangreichen Erprobungs- und Prüfungseinsätzen erfolgte kein Umsturz, so daß nach den damaligen Erkenntnissen diese Angaben durchaus berechtigt waren.

Erst die bedauerlichen Unfälle im Jahre 1960, also drei Jahre nach der Prüfung und dem Produktionsanlauf, und die daraufhin erfolgten eingehenden Untersuchungen haben gezeigt, daß unter bestimmten Bedingungen bereits bei viel geringerer Hangneigung ein Umkippen und vor allem das seitliche Überrollen des RS 09 mit S 293 möglich ist. Dazu tragen vor allem seitlich wirkende dynamische Kräfte bei, die dann auftreten, wenn plötzlich enge Kurven bei entsprechender Geschwindigkeit gefahren werden oder wenn ein Hinterrad Erhöhungen überfährt bzw. in Furchen oder Löcher gerät. Die pendelnde Vorderachse hatte zur Folge, daß die Kippkante vom hangabwärts befindlichen Hinterrad schräg nach vorn zum Dreh-

\* VEB Bodenbearbeitungsgeräte, Leipzig.

<sup>1</sup> Deutsche Agrartechnik (1962) II. 9. S. 438 und 439.