

LANDTECHNISCHE PROBLEME – WISSENSCHAFTLICH GESEHEN

Forschung und Entwicklung haben an den in letzter Zeit wachsenden Erfolgen unserer Landmaschinen- und Traktorenindustrie guten Anteil. Die jahrelange wissenschaftliche Arbeit prägt sich mehr und mehr in den Konstruktionen unserer Landmaschinen und Traktoren aus. Darüber hinaus haben viele Anregungen unserer Wissenschaftler in den Konstruktionsbüros unserer Produktionsbetriebe materielle Gestalt angenommen und fortschrittliche Maschinen noch verbessert.

In den folgenden Abhandlungen geben Wissenschaftler erneut Hinweise auf die notwendige weitere Entwicklung bzw. melden Forderungen des Ackerbauers an den Ingenieur an. SCHULTE/ZAUNMÜLLER vom Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim haben Grundsatzlösungen für die zweckmäßige Gestaltung unserer künftigen Ackerschlepper ausgearbeitet. WEHSELY (ILT Leipzig) gibt einige sehr aktuelle Gedanken zur Lösung des Triebachsproblems wieder. HOFFMANN (Landmaschinen-Institut der Humboldt-Universität Berlin) berichtet über Einsatzmöglichkeiten der Anbaugeräte zum Geräteträger. KATZER/FREUDE/MÜLLER von der Hochschule für LPG Meißen schildern die Entwicklung eines Viertelmelkers an ihrem Institut für Mechanisierung. Schließlich stellen RAUHE/KUNZE vom Institut für Acker- und Pflanzenbau Münchenberg verschiedene Forderungen an die Landmaschinenindustrie.

Wir sind davon überzeugt, daß diese Beiträge der Wissenschaft auch während der Landwirtschaftsausstellung zur Diskussion stehen werden, weil die landtechnische Entwicklung wesentlich von ihnen beeinflußt werden dürfte.
Die Redaktion

Ing. K. H. SCHULTE und Ing. G. Th. ZAUNMÜLLER, Potsdam-Bornim*)

Gedanken zur systematischen Weiterentwicklung der Ackerschlepper in der Deutschen Demokratischen Republik

Diese Arbeit befaßt sich mit Schlepperbau und Schleppereinsatz in unserer Republik und versucht darzulegen, auf welche Weise die Schlepper und ihr Einsatz verbessert werden können und in welcher Richtung eine systematische Weiterentwicklung zu Fortschritten in der Motorisierung und Mechanisierung führen kann.

Neben der weiteren eingehenden Untersuchung einzelner hier angeschnittener Probleme erfordert das Thema der Schlepperentwicklung zur weitreichenden Klarstellung eine kritische Diskussion und Beratung durch Vertreter der Landwirtschaft und Landtechnik, der Wissenschaft, der Industrie und des Handels.

Da Schlepper und Landmaschinen durch die Witterung, den Boden und die Pflanze sehr vielfältigen und oft stark wechselnden Arbeitsbedingungen unterworfen sind, gestaltet sich ihre Konstruktion schwieriger als die vieler Industriemaschinen. Darüber hinaus kann die Entwicklung der Schlepper und Landmaschinen durch das unzureichende Erfassen der überaus unterschiedlichen Einsatzbedingungen noch verstärkt werden, da dann oft zwiespältige, unklare und auch überspitzte Forderungen an die Hersteller herangetragen werden. Es ist daher eine besondere Aufgabe des Instituts für Landtechnik Potsdam-Bornim, derartige Schwierigkeiten möglichst zu beseitigen, indem neben der staatlichen Prüfung von Maschinen und Geräten die Ermittlung und Abstimmung der landwirtschaftlichen und landtechnischen Forderungen an Schlepper und Maschinen vorgenommen wird.

Bereits in den wenigen Jahren des Bestehens dieses Instituts konnten bei der Erarbeitung von Mechanisierungssystemen in vielen Fragen der Landtechnik eine weitgehende Klärung herbeigeführt und der Industrie und Landwirtschaft viele Hinweise für die zweckmäßige Gestaltung und Ausbildung von Schleppern und Maschinen übermittelt werden.

*) Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin (Direktor: Prof. Dr. S. ROSEGER).

Da sich außer diesem zentralen Institut in unserer Republik noch eine ganze Reihe von Institutionen – seien sie nun ministerieller, wissenschaftlicher, industrieller oder landwirtschaftlicher Art – mit ähnlichen Problemen befassen, wird eine schnelle und erfolgreiche Weiterentwicklung der Schlepper und Landmaschinen sehr wesentlich auch davon abhängen, in welchem Maße eine gute Zusammenarbeit mit diesen Institutionen erzielt werden kann.

In diesem Sinne möchten die im folgenden mit einer kurzen Kennzeichnung des technischen Standes beginnenden Betrachtungen über Schlepper der Industrie und der Landwirtschaft einige Hinweise für eine systematisch durchzuführende Weiterentwicklung der Ackerschlepper geben und darüber hinaus als Diskussionsgrundlage für die Festlegung der Entwicklungsrichtung und Aufgaben dienen.

1 Derzeitiger Stand des Schlepperbaues in der DDR

Während von den ersten nach 1945 produzierten Schleppertypen bereits seit langem die „Brockenhexe“ und der „Aktivist“ aus der Serienfertigung ausgeschieden sind, befinden sich heute noch mehrere abgeänderte Konstruktionen in der Fabrikation. So wurde der 30-PS-Schlepper „Aktivist“ durch den 30-PS-Mehrzweckschlepper RS 04 mit Schwingrahmen und dieser wiederum durch den RS 14/30 mit verbesserter Hydraulik und der international genormten Dreipunktkuppung abgelöst.

Für den kleineren Leistungsbereich erhielt die Landwirtschaft bei uns bisher den äußerst vielseitigen Geräteträger RS 08/15 mit Ottomotor, der mit einer Motorleistung von 15 PS besonders für die leichten Pflegearbeiten geeignet ist. Er kommt jetzt in wesentlich verbesserter Ausführung als RS 09 mit einem 18-PS-Dieselmotor zur Auslieferung.

Während sich die 15- und 30-PS-Schleppertypen im Verlaufe der Entwicklung durch zahlreiche und grundsätzliche Verbesserungen sehr stark verändert haben, ist die 40-PS-

Tabelle 1. Technische Daten von Ackerschleppern

		RS 02 „Brocken- hexe“	RS 03 „Aktivist“	RS 08/15	RS 09 ¹⁾	RS 04	RS 14 ¹⁾ „Famulus“	RS 01 „Pionier“	RS 01 ¹⁾ „Harz“	KS 07	KS 30 „Ur- trak“ ¹⁾
Leistung	[PS]	22	30	15	15/18	30	30/33	40	42	62	63
Diesel/Otto		D	D	O	O/D	D	D	D	D	D	D
4Takt/2Takt		4	4	2	2/4	4	4	4	4	4	4
Kühlung Wasser/Luft		W	W	W	L	W	W/L	W	W	W	W
Zylinderzahl		2	2	2	2	2	2	4	4	4	4
Motordrehzahl	[U/min]	1500	1500	3000	3000	1500	1500	1250	1250	1150	1150
Getriebegänge		4	4	8 (Rev.)	8 (Rev.)	10	10	5	5	4	4
Geschwindigkeits- bereich	[km/h]	4,7... 16,3	3,9... 17	1,5... 15	0,9... 14,9	1,07... 18	1,2... 24	3,8... 17,5	3,8... 17,5	4... 8	3... 9
Zapfwelle h	Norm	540	560	540 + wege.	540 + wege.	540	540 + wege.	540	540	540	540
	[U/min]			540 + wege.	540 + wege.	1500motor	540 + wege.				
Bereifung h	[Zoll]	9,00-24	9,00-24	7-36	7-36	9,00-40	9,00-40	12,75-28	12,75-28	Kette	Kette
		5,50-16	6,00-16	6,00-16	6,00-16	6,00-20	6,00-20	6,00-20	6,00-20		
Gewicht	[kg]	1700	2100	1380	1140	2600	2400	3300	3300	5200	5200
Leistungsgewicht	[kg/PS]	77	70	92	76/63	87	80/73	82	78	84	84
Radstand bzw. Kettenaufgabe	[mm]	1750	1650	2140/1390	2210/1830	2000	1930	2060	2060	1550	1670
Bodenfreiheit	[mm]	310	290	480	480	470	450	320	320	280	280
Hydraulik- Kraftheber		—	—	nachträgl. einbaubar	ja	ja Schwinge	ja Dreipunkt	nachträgl. einbaubar	ja Dreipunkt	—	—

¹⁾ In der Fertigung

Schleppertypen in ihrer Bauweise ziemlich konstant geblieben. Die Unterschiede zwischen dem neuen Typ „Harz“ und dem „Pionier“ liegen vornehmlich in der Vorderachsausführung, einer geringen Erhöhung der Motorleistung und der Ausbaumöglichkeit mit hydraulischem Kraftheber.

Auch der 60-PS-Kettenschlepper ist in den vergangenen Jahren nicht ohne Änderungen geblieben. Im Getriebe wurde die unterste Fahrgeschwindigkeitsstufe weiter herabgesetzt, so daß er jetzt noch größere Zugkräfte aufzubringen vermag. Die Kette wurde in ihrer Selbstreinigung verbessert, wodurch im gewissen Sinne die Zugkraftausnutzung erhöht und bei starrem Laufwerk der verhältnismäßig hohe Kettenverschleiß etwas herabgesetzt wird. Das starre Laufwerk wurde auf gefederte Doppelpendelrollen umgestellt, um eine bessere Angleichung an den unebenen Boden zu erzielen.

Die wesentlichsten Daten sämtlicher Schleppertypen sind vergleichsweise in der Tabelle 1 zusammengestellt [10, 11].

Bei allen in Tabelle 1 verzeichneten Schleppertypen herrscht als Antriebsaggregat der Dieselmotor vor, während dem Ottomotor infolge der höheren Betriebskosten und der geringeren Standzeiten nur noch wenig Bedeutung zukommt. Die Dieselmotoren arbeiten sämtlich im Viertaktverfahren, die Wasserkühlung wird allmählich von der weniger wartungsaufwendigen Luftkühlung abgelöst. Mit Ausnahme der 15/18-PS-Motoren liegen die Motordrehzahlen bei oder unter 1500 U/min. Die Schaltgetriebe der 15- und 30-PS-Typen sind mit acht bis zehn Gängen sehr eng gestuft und werden den landwirtschaftlichen Anforderungen gerecht. Während die neuen Schlepper Ausführungen für den Anbau der Geräte jetzt serienmäßig mit hydraulischem Kraftheber und Dreipunktkupplung ausge-

rüstet werden, lassen sich teilweise auch die älteren Typen noch auf dem Wege der Nachrüstung modernisieren.

Die Bereifung entspricht allgemein nicht mehr allen landwirtschaftlichen Erfordernissen. Neben der Reifenform (Profil und Breitbett) ist die Reifenfrage insbesondere im Zusammenhang mit den Schleppergewichten und Leistungsgewichten zu sehen, wobei trotz vieler Erweiterungen hinsichtlich der auszuführenden Funktionen nur einzelne Schlepper in der Weiterentwicklung niedrigere Leistungsgewichte erreicht haben. Im Interesse einer besseren Schonung der Bodenstruktur kann uns dieser gegenwärtige Stand in der Reifen- und Gewichtsfrage nicht zufriedenstellen.

2 Möglichkeiten für die systematische Weiterentwicklung der Ackerschlepper

Für die Betrachtungen über die zukünftige Gestaltung der Schlepper werden die typischen Schlepperformen in ihren grundsätzlichen Merkmalen kurz gekennzeichnet, und diese in der Ableitung auch nach neueren Gesichtspunkten unterteilt.

2.1 Grundsätzliche Schlepperformen und ihre Bedeutung für die Weiterentwicklung

Ausgehend von dem ursprünglichen Zweck, das Zugtier in der Landwirtschaft zu ersetzen, um größere Arbeitsleistungen zu erzielen, hat sich im Laufe der Entwicklung ein Standardzugschlepper herausgebildet. Dieser Typ ist noch heute trotz zahlreicher Änderungen und Ergänzungen, z. B. durch den Geräteanbau an der Hinterachse über besondere Kupplungseinrichtungen, in der Form weitgehend der Grundauslegung als Zugmaschine treu geblieben und dürfte auch in der Zu-

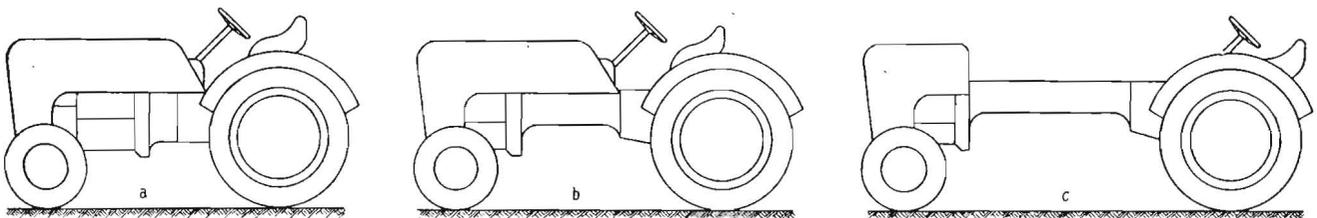


Bild 1. Standardbauweise (Motor - Getriebe - Achsantrieb)
a Zugschlepper, b Tragschlepper (mit kurzem Zwischenträger), c Geräteträger (mit langem Zwischenträger)

kunft seine vielseitige Verwendungsmöglichkeit in der Landwirtschaft und im Transportwesen (Bild 1, a) beibehalten.

Aus diesem Schlepper hat sich in den letzten Jahren eine weitere Form herausgebildet, die vorläufig nur außerhalb der DDR und auch nur in den unteren Leistungsklassen - etwa bis zur oberen Grenze der Pflegeschlepper - Eingang gefunden hat. Diese allgemein als „Tragschlepper“ benannte Form zeichnet sich durch einen gegenüber dem Standardzugschlepper vergrößerten Radstand, insbesondere aber durch ein zum Teil auch höher gezogenes Mittelstück aus (Bild 1, b).

Der Tragschlepper eignet sich infolge der größeren Bauchfreiheit zu einem Zwischenachsenaufbau kleinerer Geräte. Gegenüber dem Heckanbau erzielt man damit außer der Kopplungsmöglichkeit sehr schätzbare Vorteile funktioneller und betriebstechnischer Art.

Die starke Anlehnung dieses Tragschleppers an die Standardzugschlepperform läßt erkennen, daß durch die gleiche kon-

struktive Anordnung der Hauptbauteile die prozentuale Gewichtsverteilung auf den Achsen gleich bleibt und der Tragschlepper ohne besondere Einschränkungen als Zugschlepper eingesetzt werden kann. Er stellt die vielfältiger anwendbare Form des Standard-Zugschleppers dar.

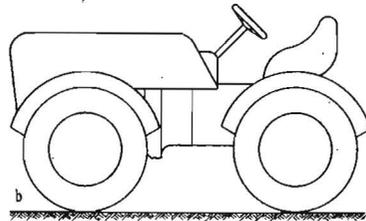
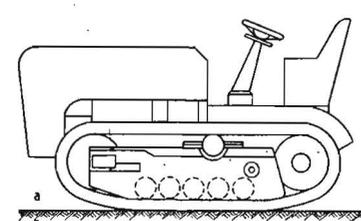


Bild 2. Standardbauweise (Motor - Getriebe - Achsantrieb)
a Gleisbandschlepper, b Allradschlepper

Bild 3. Spezialbauweise (Motor - Achsantrieb - Getriebe bzw. Getriebe - Achsantrieb - Motor)
a Motortriebachse, b Geräteträger, c Geräteträger bzw. Tragschlepper mit Mehrachsantrieb

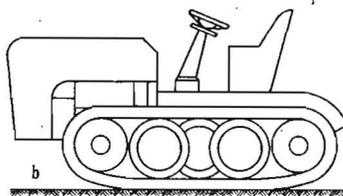
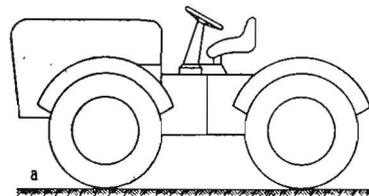
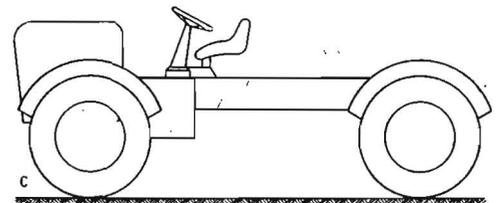
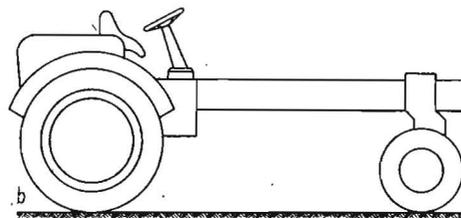
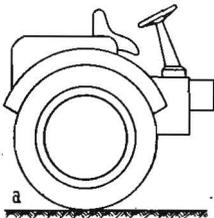


Bild 4. Spezialbauweise (Motor - Achsantrieb - Getriebe)
a Radzugschlepper mit Allradantrieb, b Gleisbandschlepper

struktive Anordnung der Hauptbauteile die prozentuale Gewichtsverteilung auf den Achsen gleich bleibt und der Tragschlepper ohne besondere Einschränkungen als Zugschlepper eingesetzt werden kann. Er stellt die vielfältiger anwendbare Form des Standard-Zugschleppers dar.

Eine weitere, neue und bereits bewährte Schlepperform ist der Geräteträger (Bild 1, c), der durch das längere Mittelteil noch umfangreichere Einsatzmöglichkeiten aufweist als der Standardzug- bzw. Tragschlepper. Durch den ebenfalls vorn liegenden Motor und die damit eingehaltene Gewichtsverteilung kann dieser Geräteträger neben dem Tragen größerer Arbeitsgeräte auch als Zugschlepper verwendet werden. Wie der Tragschlepper, hat auch der Geräteträger vorläufig nur bis zur oberen Grenze der Pflegeschlepper Eingang gefunden.

Da die Geräte vorwiegend zwischen den Achsen im Sichtfeld des Fahrers, aber teilweise auch vor der Vorderachse und hinter der Hinterachse angebaut getragen werden können, erlaubt diese Schlepperform im weitesten Maße die überall angestrebte Einmann-Bedienung.

Alle drei dargestellten Schlepperarten lassen sich konstruktiv aus dem Standardschlepper ableiten, weshalb sie in den weiteren Betrachtungen der Gruppe Standardbauweise und durch

die Bezeichnung kurze, mittlere oder lange Bauform voneinander unterschieden werden. Das Gemeinsame ist die Reihenfolge der Anordnung der Hauptaggregate Motor-Getriebe-Achsantrieb. Lediglich beim Tragschlepper und Geräteträger ist der Motor durch einen Zwischenträger von Getriebe und Achsantrieb getrennt.

Neben den Schleppern der Standardbauweise gibt es eine weitere Schleppergruppe, die sich in der Anordnung der

Bei gleicher Anordnung der Hauptaggregate können die Schlepper sich ferner in der Gestaltung ihres Laufwerks voneinander unterscheiden. So gibt es neben dem bereits genannten Rad-

schlepper mit verschiedenen großen Rädern (Bild 1) den Gleisbandschlepper (Bild 2, a) und den allradgetriebenen Rad-

schlepper mit gleich großen Rädern (Bild 2, b). Der erstere - mit verschiedenen großen Rädern - ist normalerweise hinterachs-

angetrieben, er kann aber auch allradgetrieben ausgeführt werden.

Neben den Schleppern der Standardbauweise gibt es eine weitere Schleppergruppe, die sich in der Anordnung der

Hauptaggregate von diesen unterscheidet. Bei ihnen sind Motor-Achsantrieb-Getriebe in der genannten Reihenfolge zu einer im Kraftwagenbau weit verbreiteten Spezialbauweise zusammengestellt. Diese Anordnung hat sich in der Landwirt-

schaft - ausgehend von den Einachsschleppern - inzwischen auch bei zweiachsigen Schleppern, vor allem bei Geräteträgern und Allradzugschleppern, eingeführt. Durch die Konzentration der Hauptaggregate um den Achsantrieb entstand hierbei die sogenannte „Motortriebachse“ in Block- oder Halbrahmen-

konstruktion.

Bleibt diese Motortriebachse nicht nur Ausgangsbasis bzw. Bestandteil verschiedener Schlepperformen sondern wird sie auch ohne die zweite Achse und ohne Rahmen als Triebatz für eine Arbeitsmaschine im Sinne eines selbstfahrenden Arbeits-

aggregates verwendet, so dürfte die Spezialbauweise für die künftige Gestaltung und Entwicklung der landwirtschaftlichen Schlepper und Arbeitsmaschinen eine noch größere Bedeutung erlangen als bisher.

Bild 3 zeigt neben der Motortriebachse die zu einem Rad-

schlepper bzw. Geräteträger komplettierte Motortriebachse (Bild 3, a). Die Ausführungsformen mit großem und kleinem Anbauraum zwischen den Achsen (Tragschlepper und Geräte-

träger) werden bei dieser Bauweise zumeist durch die Verstellbarkeit des Tragrahmens oder einer Radachse in eine Schleppertypologie gelegt (Bild 3, b). Die Allradschlepperausführung mit gleich großen Rädern auf der gleichen Basis zeigt Bild 3, c, wobei je nach Einsatzverhältnissen die Fahrtrichtung wechseln kann. Sofern man den Antrieb eines Gleisbandes von der Motortriebachse herleitet, kann auch mit der Motortriebachse ein Halbraupen- oder Gleisbandschlepper aufgebaut werden. Neben der Radschlepperform (Bild 4, a) stellt Bild 4, b die Gleisbandtype dar.

Die Kombinationsmöglichkeiten der Motortriebachse mit Arbeitsmaschinen kann man zunächst dazu benutzen, die z. B. in einem Selbstfahrmähdröscherschlepper gebundenen, kompletten Schlepperaggregate einer besseren Ausnutzung zuzuführen.

Das Verfahren hat einen noch größeren Erfolg, wenn die Motortriebachse nicht nur für Mähdröscherschlepper, sondern auch in ähnlicher Weise mit anderen Maschinen für Ernte, Bodenbearbeitung, Bestellung und Pflege kombiniert werden kann. Neben der technischen Lösung spielen hier natürlich wirtschaftliche Erwägungen eine wichtige Rolle, da die Antriebsaggregate mehr als nur zwei Monate im Jahr eingesetzt werden können.

Bei großen und schweren Maschinen liegen die Vorteile eines derartigen Maschinenaggregates auch darin, daß die Manövrierfähigkeit dieser zweiachsigen Fahrzeuge besser ist als die der heute üblichen drei- oder vierachsigen Kombinationen von Schlepper und Anhängemaschine. Tabelle 2 gestattet einen anschaulichen Vergleich zwischen Standard- und Spezialbauweise hinsichtlich ihrer Verbindungsmöglichkeiten mit dem Gerät oder der Arbeitsmaschine.

Die bisherigen Überlegungen über Schlepperbauweisen und Einsatzformen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

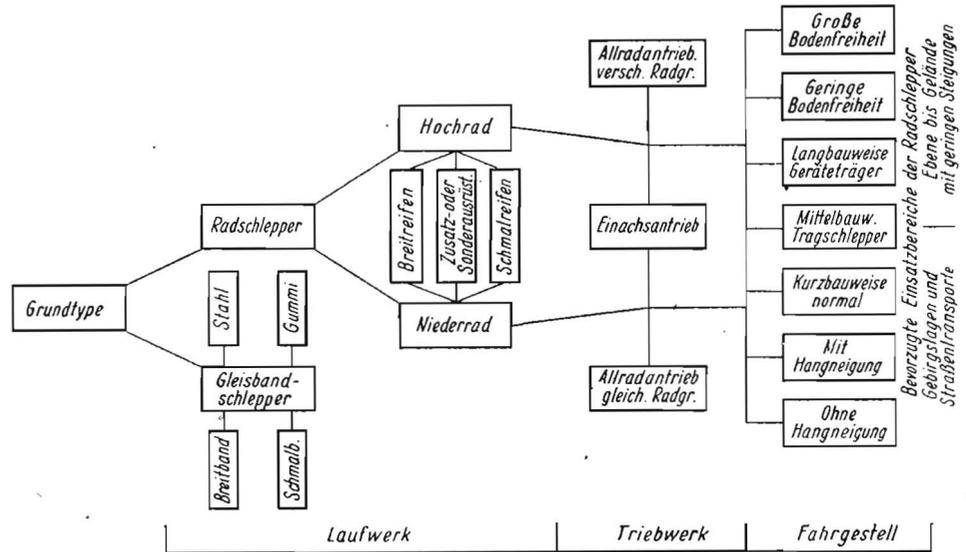


Bild 5. Variationsmöglichkeiten einer Grundtype als Schlepper für verschiedene Einsatzbedingungen (Standard und Spezialbauweise)

A. Standardbauweise mit der Anordnung Motor-Getriebe-Achsantrieb und den Einsatzformen Standardzugschlepper, Tragschlepper und Geräteträger.

B. Spezialbauweise mit der Anordnung Motor-Achsantrieb-Getriebe bzw. umgekehrte Reihenfolge, die ebenfalls in den Einsatzformen Zugschlepper, Tragschlepper und Geräteträger bekannt ist und aus der unter Ausnutzung der leichten Abtrennung der Motortriebachse hiermit neue Einsatzformen von selbstfahrenden Arbeitsmaschinen gebildet werden können.

2.2 Anpassungsmöglichkeiten der Schlepper für verschiedene Einsatzbedingungen (Grundtypen und Variationen)

Bei der Vielfalt der den Schleppereinsatz bestimmenden Komponenten ist im allgemeinen mit einer einzigen Schlepperform nicht auszukommen. Nimmt man die Motorleistung als Ausgangsbasis, so weist aber jeder Schlepper, gleich ob nach der Standard- oder nach der Spezialbauweise konstruiert, eine ganze Reihe unbedingt erforderlicher Grundbauelemente wie Motor, Getriebe, Achsantrieb, Lenkachse, Bedienteile usw. auf, weshalb es fertigungstechnisch auch besonders zweckmäßig ist, die verschiedenen Einsatzformen von einem Grundtyp abzuleiten.

Im folgenden soll angedeutet werden, daß man aus einem Grundtyp mit möglichst wenigen Mitteln und Änderungen einen dem jeweiligen Bedarf und Einsatzzweck angepaßten Schlepper aufrüsten kann. Dabei ist zwischen einer nur fabrikmäßig auslieferbaren Form des Schleppers (Rüstkzustand) und einer am Arbeitsort mehr oder weniger leicht möglichen Anpassung (Umrüstmöglichkeit) zu unterscheiden.

Während eine Reihe von Schleppertypen mit den genannten Merkmalen bereits in den Bildern 1 bis 4 vereinfacht dargestellt wurde, zeigt Bild 5 schematisch die Variationsmöglichkeiten eines Grundtyps. Die notwendigen Formveränderungen sind in dem Bild in die Baugruppen Laufwerk, Triebwerk und Fahrgestell untergliedert. Das Bild läßt folgendes erkennen:

Zunächst kann der Grundtyp sowohl für den Radschlepper als auch für den Schlepper mit Gleisband benutzt werden, wobei die Anpassungsmöglichkeiten des letzteren durch Auflegen einer breiten oder schmalen Kette in Stahl-, Gummi- oder Kombinationsausführung schnell erschöpft sind. Bei Verwendung von Stahlketten und Gummigleisbändern ist zumeist eine konstruktiv anders geartete Gestaltung des Laufwerks erforderlich. Im Falle des Gleisbandschleppers können sich

Tabelle 2 Betriebsmöglichkeiten verschiedener Arbeitsmaschinen und Geräte

Schlepper	Verbindung	Ausbildung der Arbeitsmaschine	Maschinenantrieb	Fahr-antrieb
Schlepper der Standardbauweise	-	Anhängegerät	Schlepperzapfwelle	Ziehen
		Aufsattel- Anlenk-}gerät		
Schlepper der Spezialbauweise	-	Anbau- Aufbau- Einbau-}gerät	Aufbaumotor	Ziehen, Schieben oder Tragen
		Flanschgerät		
Motor- Triebachse	zeitweise		Triebsatz- zapfwelle	Maschinentriebachse (Antrieb durch Wegzapfwelle)
ständig, zeitweise				
Motor- Triebachse	ständig	Flanschgerät	Triebsatz- zapfwelle	Ziehen, Schieben oder Tragen
Selbst- fahrer	ständig	Einzweckgerät	Eigenantrieb	

die notwendigen Änderungen nicht nur auf das Laufwerk, sondern zum Teil auch auf das Triebwerk beziehen. Ein Beispiel zeigt der CSR-Rad- bzw. Ketten-schlepper „Zetor Super“ [1].

Bei den Radschleppern unterscheidet man entsprechend dem Einsatz in Flach- oder Hanglagen zwischen Schleppern mit Hoch- und Niederrad (z. B. RS 09 Geräteträger, 18 PS, mit Reifen 7-36 und Lanz Geräteträger „Alldog“, 18 PS, mit Reifen 8-24).

Beide Rüstformen können mit Schmal- oder Breitreifen und zusätzlich noch mit weiteren Radausrüstungen, wie Greiferräder, Gitterräder, Moorräder, Halbrauen usw., ausgerüstet werden, um auch bei schlechten Einsatzbedingungen eine möglichst hohe Kraftausnutzung zu erzielen [2].

Beim Hochradschlepper fallen in den Bereich der Triebwerksausbildung auch die Formen des normalen Hinterachsantriebs mit verschiedenen großen Rädern (zusätzlicher Vorderachs-antrieb). Der Niederradschlepper läßt sich neben dem Hinterachsantrieb in einen Allradschlepper mit gleich großen Rädern abwandeln [3].

Weitere Anpassungsmöglichkeiten, bei denen sich die Abweichungen auf das Fahrgestell beziehen, sind bei den Radschleppern durch die kurze, mittlere und lange Bauform (Bild 1) und durch verschiedene Bodenfreiheiten gegeben.

Für künftige Entwicklungen wäre hinsichtlich einer Erweiterung des Einsatzbereiches noch die Ausbildung des Schleppers mit oder ohne Hangneigung in Betracht zu ziehen.

Neben den bisher genannten Variationsmöglichkeiten gibt es natürlich noch weitere Umrüstungen, die für den Schlepper weniger charakteristisch sind (z. B. Anpassung der Spurweiten an regionale oder pflanzenbauliche Einsatzverhältnisse, Lieferung mit oder ohne Dreipunktkupplung, mit oder ohne Verdeck usw.).

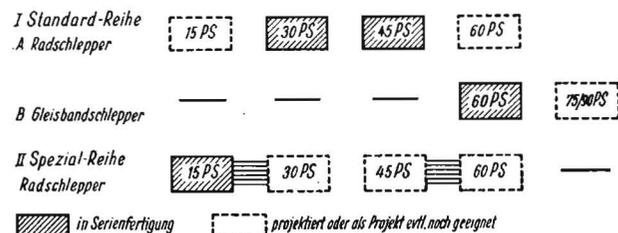


Bild 6. Aufstellung der Schlepperklassenreihen (Grundtypen)

Will man die genannten Anpassungsmöglichkeiten nach dem Rüstzustand (ab Werk) und der Umrüstmöglichkeit (in der MTS und im landwirtschaftlichen Betrieb) unterscheiden, so kann dies an Hand der Darstellung (Tabelle 2) insofern leicht geschehen, als die Rüstzustände horizontal und die Umrüstmöglichkeiten vertikal eingetragen sind.

Tabelle 3. Einsatzbereiche der Schlepperklassen

Art der Arbeiten	15 PS	30 PS	45 PS	60 PS	75/90 PS
	leicht	mittel	mittelschwer	schwer	überschwer
Zug- bzw. Transportarbeiten oder Antriebsleistungen	+	+	+	+	+
Bodenbearbeitung, wie Pflügen... [Schare]	1*	2	3	4	5...6
Schälen, Grubbern, Fräsen usw.	+	+	+	+	+
Stall- und Kunstdüngerverteilung	- ¹⁾	+	+	+	+
Drillarbeiten	+	+	+	+	+
Pflanzarbeiten	+	+	+	+	+
Pflegearbeiten	+	+	+	+	+
Schädlingsbekämpfung	+	+	+	+	+
Halmfruchternte	+	+	+	+	+
Hackfruchternte	+	+	+	+	+
Gras- und Heuernte	+	+	+	+	+

¹⁾ — nicht oder wenig

Tabelle 4. Betriebsdaten größerer Erntemaschinen

	Maschinenart	Typ	Arbeitsbreite	Arbeitsgeschwindigkeit	Gewicht	Zugkraftbedarf	Zapfwellenleistung	Schlepperleistung
			[mm]	[km/h]		[kg]	[PS]	[PS]
Halmfrucht- erntemaschinen	Anhänge-Mähdescher ...	Kombinus	2100	2...8	3000	400	25	45/60
	Selbstf. Mähdescher ...	E 173	3000	1,5...8	5000	Selbstfahrer	55	55
	Flachmähbinder ...	E 157	1800	3...6	750	200	8	20
	Zapfwellen-Mähbinder ...	E 154	1800	3...6	1185	300	10	25
	Mähler ...	E 062	1400	2,5...6	1070	1000 ¹⁾	8	30
	Räum- und Sammelpresse	T 242	1300	2,5...6	1620	1000 ¹⁾	12	30/40
	Schwadmäher ...	—	2600	4,5...7	—	—	4	30
	Feldhäcksler ...	E 065	1500	2,5...6	1560	1000 ¹⁾	15	40
Hackfrucht- erntemaschinen			(Reihen)					
	Kartoffelvollerntemaschine	E 672	2	1,8...4,5	2800	1100	10	40
	Kartoffelvollerntemaschine	KKR 2	2	1,8...4,5	3700	1200	12	50
	Kartoffelvollerntemaschine	E 372	2	1,8...4,5	3000	1100	9	40
	Kartoffelvollerntemaschine	Totz	1	1,8...4,5	1660	500	4,5	30
	Schatzgräber ...	225	2	4...6	1600	800	7	30
	Siebradvorratsroder ...	E 641	1	4...6	750	200	2,5	30
	Rübenvollerntemaschine	E 385	3	3...4,5	4000	—	10	40
	Rübenroder ...	—	3...6	4...6	900	500/1200	—	30/40
	Schatzgräber ...	225	3	4...6	1600	800	8	30

¹⁾ Einschl. Hänger

2.3 Zur Aufstellung eines Schleppersystems

Ordnet man die in der DDR gebauten Schleppertypen in eine Klassenreihe ein und unterscheidet dabei zwischen der Standard- und Spezialbauweise (letztere auf der Basis der Motortriebachse), so ergibt sich die Aufstellung gemäß Bild 6 (schraffierte Kästchen).

Während zur Standardreihe der 30- und 45-PS-Radschlepper sowie der 60-PS-Gleisbandschlepper gehören, ist die Spezialreihe bisher nur mit der 15-PS-Type (Geräteträger) besetzt.

Es wird noch einer ganzen Reihe weiterer Untersuchungen bedürfen, wenn man Klarheit darüber gewinnen will, ob zur technischen Vervollkommnung des Schlepperparks nur auf die Standardreihe oder auch auf die Spezialreihe zurückgegriffen werden soll. Erstere könnte dann durch einen 15-PS-Typ für leichte Zugarbeiten und durch einen 60-PS-Radschlepper vorzugsweise mit Allradantrieb für schwere Arbeiten erweitert werden. Sofern die Frage des Kettenverschleißes günstig gelöst würde, wäre eine 75/90-PS-Gleisbandtype für überschwere Arbeiten, insbesondere auf dem Gebiete der Melioration, in Erwägung zu ziehen.

Da die Spezialreihe in fast gleicher Weise eingezeichnet ist, so wird es wahrscheinlich zweckmäßig sein, wenn die Leistungsbereiche von 15/30 PS und von 45/60 PS jeweils zu einer Leistungstypenreihe zusammengezogen werden.

Zur Klärung der zweckmäßigen Auslegung des Schleppersystems ist es notwendig, die verschiedenen Leistungsklassen auch bezüglich ihrer Einsatzbereiche und Einsatzzeiten zu untersuchen. Über das erstere soll Tabelle 3 Aufschluß geben, wobei von einer Behandlung von Einachsleppern und Seilzugaggregaten abgesehen wurde.

Grundsätzlich können alle Schleppertypen entsprechend ihrer Motorleistung für Zug- oder Transportarbeiten und für die Bodenbearbeitung eingesetzt werden. Während bei Pflanz- und Pflegearbeiten nur Schlepper der unteren Klassen bis 30 PS Anwendung finden, werden bei den Erntearbeiten vorwiegend Schlepper ab 30 PS aufwärts eingesetzt.

Aus der groben Darstellung der Einsatzmöglichkeiten ist zu ersehen, daß die Schlepper im Bereich der 30-PS-Klasse am vielfältigsten eingesetzt werden können.

Da bei der Verwendung der Motortriebachse in starrer Kuppelung mit einer Arbeitsmaschine zunächst vornehmlich an Erntemaschinen zu denken ist, sind in der Tabelle 4 eine Reihe größerer Erntemaschinen mit wichtigen Betriebsdaten zusammengestellt [9, 10, 11]. Die Zahlen über den Zugkraftbedarf und die Zapfwellenleistung sind vorbehaltlich späterer, exakter Messungen nur als Anhaltswerte anzusehen. Aus der letzten Spalte der Tabelle 4 mit der etwa erforderlichen Schlepperstärke kann festgestellt werden, daß der Einsatz dieser Erntemaschinen fast ausschließlich 60-PS-Schlepper erfordert. Darüber hinaus existiert der 15/18-PS-Typ als Geräteträger bereits mit dem Bestandteil der Motortriebachse. Es dürfte auch in dieser Leistungsklasse einige Maschinen geben, die direkt mit der Motortriebachse gekoppelt werden könnten. Wie bereits erwähnt, wird aber ein Zusammenziehen des unteren Leistungsbereiches bis etwa 30 PS und des oberen Leistungsbereiches bis etwa 60 PS wirtschaftlicher sein als vier einzelne Leistungstypen dieser Bauweise.

2.4 Typisierung der Schlepper und Schlepperbauteile

Erhebliche Faktoren zur Erhöhung der Fertigungszahlen, zur Verbilligung der Produktion und des Instandhaltungswesens sind Typisierung, Standardisierung und Normung. Diesen Fragen versucht die Aufstellung des Schleppersystems sowie die Darstellung der Variationsmöglichkeiten für verschiedene Einsatzbedingungen unter Ausnutzung des Baukastenprinzips mit den Verkettungen bis zur Schleppergrundtype gerecht zu werden. Dabei kann die Typisierung sowohl bei gleicher Leistung als auch über einen ganzen Leistungsbereich erfolgen.

Außerdem gibt es in zwar begrenzter Anzahl auch Baugruppen, die von der Leistung überwiegend unabhängig sind. Als Beispiele seien hier der Fahrersitz, das Fahrerverdeck [4], ein Teil der elektrischen Ausrüstung, die Armaturen und die Bedienteile genannt.

Von den leistungsabhängigen Bauteilen oder Gruppen lassen sich viele durch die Anwendung des Baukastenprinzips, durch den Aufbau mit einzelnen gleichdimensionierten Elementen auf eine Großserienfertigung hinführen. Hierzu gehören z. B. die Motoren, die Einspritzpumpen, die Kühler, Filter usw. Inwieweit sich auch die Getriebe in dieser Weise behandeln lassen, müßte durch spezielle Untersuchungen, insbesondere in Verbindung mit der vorgeschlagenen Reifenstandardisierung, ermittelt werden [5].

Bei weiteren Schlepperbauelementen läßt sich die Zahl der verschiedenartigen Teile durch eine gute Typisierung zur Klassenreihe der Schlepper reduzieren. Dabei wären bestimmte Abstufungen, z. B. unter 30 PS und über 30 PS, vorzunehmen. Derartige Maßnahmen sind jedoch nur tragbar, wenn sie auf das Gewicht der Schlepper keinen nachteiligen Einfluß haben. Hierzu gehören z. B. die Hydraulikanlage, der Zapfwellenantrieb, die Riemenscheibe, die Anhängerkupplungen u. a. m.

Als weitere Möglichkeit einer zweckmäßigen Typisierung und Abstufung einzelner Schlepperbaugruppen sei nochmals auf die Standardisierungsvorschläge für Triebreifen hingewiesen [5, 6]. Ausgehend von gleichen Reifenhalbmessern würde dies im Ergebnis innerhalb einer Klassenreihe auch die Hauptbauteile der Getriebe und Achsantriebe dem Prinzip der Baukastenfertigung zuführen. Ferner ließen sich auch die Radverkleidungen und die Zusatzausrüstungen, wie Greiferräder, Klappgreifer, Gitterräder, in ihren Hauptteilen typisieren [7].

2.5 Ausbildung der Schlepper und Schlepperbaugruppen unter Berücksichtigung des Standes der internationalen Technik

Da zur Schonung der Bodenstruktur nicht nur auf einen geringen spezifischen Bodendruck, sondern auch auf ein möglichst geringes Gesamtgewicht des Schleppers großer Wert gelegt wird, muß man bei unseren Schleppern neben der Lösung der Reifenfragen auch hinsichtlich des Leistungsgewichtes

alle Anstrengungen unternehmen, um es weiter herabzusetzen. Dabei sollte unter Ausnutzung aller konstruktiven und materialmäßigen Möglichkeiten versucht werden, zumindest den internationalen Durchschnittswert von 55 bis 60 kg/PS zu erreichen. Bei Radschleppern ausländischer oder westdeutscher Konstruktion liegen die Mittelwerte für das Leistungsgewicht derzeit zwischen 50 und 65 kg/PS, während einzelne Schlepper bereits bis auf etwa 40 kg/PS heruntergehen. Dieses Absenken des Leistungsgewichtes kann, bezogen auf den Schleppereinsatz, auch mit dem vermehrten Übergang von den Anhängergeräten zu den Anbaugeräten und der höheren Leistungsabgabe über die Zapfwelle begründet werden.

Es ist bedauerlich, daß bei unseren Schleppermotoren von einer konsequenten Anwendung des Baukastenprinzips bisher nicht gesprochen werden kann. Wenn man die bisher immer noch bestehenden Schwierigkeiten auf diesem Gebiet überwinden will, dürfte es dringend notwendig sein, die Motorenfrage im Interesse der weiteren Schlepperentwicklung einer eingehenden Untersuchung zu unterziehen. Dabei sollte man im Interesse einer rentablen Fertigung und Instandsetzung und der Ausnutzung bestehender Kundendienste die inländischen Erfahrungen und Produktionen auf dem Gebiet der Dieselmotoren weitestgehend ausnutzen.

Sehr wesentlich für die Gestaltung des Schleppers ist ferner das gesamte Getriebe einschließlich Wechselgetriebe, Differential, Radantrieb, Zapfwellen-, Riemenscheiben- und Hydraulikpumpenantrieb. Bei unseren Schleppern ist neben dem Motor gerade das Triebwerk die Hauptursache für das hohe Gesamtgewicht. Weiterhin stellt es beim Schlepper zumeist den Teil dar, bei dem nach Ablauf der Fertigung kaum wesentliche Änderungen unterzubringen sind. Wenn auch im Interesse einer wirtschaftlichen Ausnutzung möglichst viele Fahrgeschwindigkeiten und die verschiedensten Zapfwellenarten verlangt werden, so muß man hinsichtlich des Leichtbaues und damit auch im Interesse des niedrigen Leistungsgewichtes die Triebwerke gut durchkonstruieren. Stufengetriebe mit sechs bis acht Gängen werden für den Schleppereinsatz in den Schlepperklassen bis 45 PS vorläufig noch ausreichend sein, jedoch sollte auch die Frage der stufenlosen Getriebe für den Fahr- und Zapfwellenbetrieb in Angriff genommen werden [8].

Wenn neben der mit 540 U/min genormten Getriebezapfwelle auch vielfach die Wegzapfwelle bereits vorhanden ist, so fehlt es teilweise noch an der vom Fahrbetrieb unabhängig schaltbaren Ausführung der Normzapfwelle. Sie hat vornehmlich für größere Schlepper bei der Arbeit mit Erntemaschinen Bedeutung, um diese bei Verstopfungen im Stand weiterlaufen zu lassen bzw. überhaupt erst mit laufender Maschine anzufahren.

Ferner bedürfen bei der Weiterentwicklung unserer Schlepperkonstruktionen auch die Fragen der Bedienungserleichterung, Lenkhilfe, Vereinfachung der Wartung und Verbesserung der Instandsetzungsmöglichkeiten großer Aufmerksamkeit.

3 Zusammenfassung

Die mit einer kurzen Kennzeichnung des Standes im Schlepperbau der DDR begonnenen Ausführungen über die Schlepperentwicklung sollen auf einige zweckmäßige Grundsatzlösungen bei der künftigen Gestaltung unserer Ackerschlepper hinweisen, wobei die verschiedensten Zusammenhänge bei Forschung, Entwicklung, Herstellung, Vertrieb, Einsatz und Instandsetzung weitgehend berücksichtigt werden.

Zusammenfassend lassen sich die wichtigsten Aufgaben für unsere Schlepperindustrie wie folgt darstellen:

- Vervollständigung und systematischer Aufbau des Schleppersystems entsprechend den ökonomischen Fertigungs- und Einsatzbedingungen des Inlands sowie unter Berücksichtigung der Exportverhältnisse.
- Volle Typisierung der Schlepper und Schlepperbauteile als notwendige Voraussetzung für eine wirtschaftliche Großproduktion, insbesondere auf der Basis von Schlepper-Grundtypen und Variationen.

c) Verbesserung der Anpassungsmöglichkeiten der Schlepper für die verschiedensten Einsatzbedingungen in der Landwirtschaft und - sofern sie leistungsmäßig vom Schlepper bereits erfüllt werden können - auch für den Transport und das Bauwesen.

d) Ständige Verbesserung der Schleppertypen in Konstruktion und Funktion unter Berücksichtigung des Standes der internationalen Technik und der neuesten Forschungs- und Entwicklungsergebnisse.

e) Darüber hinaus sollte die Schlepperentwicklung auf der Basis der Motortriebachse in Angriff genommen werden, wobei nur Lösungen der gleichzeitigen Verwendung des Triebsatzes zum Schlepper und zur Kombination mit einer Arbeitsmaschine als zweckmäßig erscheinen. Man sollte ferner nicht übersehen, daß der bei uns gefertigte Geräteträger von 15 bzw. 18 PS das für diese Bauweise notwendige Hauptbestandteil bereits aufweist und daher die auswechselbare Verwendung der Motortriebachse für Schlepper und Arbeitsmaschinen an diesem Geräteträger ohne großen Aufwand praktisch erprobt werden könnte.

Im internationalen Schlepperbau existieren genügend Beispiele einzelner hier genannter Teillösungen, die sich unter Aus-

nutzung der eigenen vielseitigen Erfahrungen zu einer vollkommeneren Gesamtlösung verarbeiten lassen, so daß schließlich auch die Probleme der landwirtschaftlichen Mechanisierung und Motorisierung noch besser als bisher bewältigt werden können.

Literatur

- [1] SCHULTE, K. H.: Schlepper und Landmaschinen der CSR. Deutsche Agrartechnik (1957) H. 1, S. 23 bis 26.
- [2] SCHULTE, K. H.: Verbesserung des Kraftschlußbeiwertes bei luftbereiteten Ackerschleppern. Deutsche Agrartechnik (1956) H. 8, S. 360 bis 362.
- [3] SCHULTE, K. H.: Der Mehrachsantrieb als weitere Möglichkeit zur Zugkrafterhöhung luftbereiteter Ackerschlepper. Deutsche Agrartechnik (1956) H. 9, S. 414 bis 415.
- [4] SCHULTE, K. H.: Gestaltung einer Fahrerkabine für landwirtschaftliche Schlepper. Deutsche Agrartechnik (1956) H. 3, S. 115 bis 119.
- [5] SCHULTE, K. H.: Untersuchungen über eine zweckmäßige Dimensionierung von Ackerschlepper-Triebadreifen. Deutsche Agrartechnik (1957) H. 2, S. 74 bis 81.
- [6] SCHULTE, K. H.: Zur Frage der Verwendung von Übergrößereifen bei Ackerschleppern. Deutsche Agrartechnik (1957) H. 5, S. 204 bis 207.
- [7] SCHULTE, K. H.: Neues Mehrzweck-Greiferrad für Radschlepper. Deutsche Agrartechnik (1956) H. 11, S. 497 bis 498.
- [8] BLUMENTHAL, R.: Getriebeabstufung für Ackerschlepper. Deutsche Agrartechnik (1957) H. 1, S. 7 bis 13.
- [9] BAGANZ, K., und RÖSEL, W.: Vergleichsprüfung von Kartoffelerntemaschinen 1956. Deutsche Agrartechnik (1957) H. 3, S. 105 bis 110.
- [10] -: Landmaschinenliste der DDR. VEB Verlag Technik, Berlin.
- [11] -: Deutsche Agrartechnik (1956) H. 6. A 3036

Dipl.-Ing. K. WEHSELY (KdT), Leipzig*)

Die Entwicklung von Traktoren zu Vollerntemaschinenträgern — einige Gedanken zur Lösung des Triebsatzproblems**)

Ausgehend von den Ausführungen FOLTINs in Heft 1 (1958) dieser Zeitschrift über die Perspektive von Antriebsquelle und Vollerntemaschine wird die Rentabilität der Traktoren und selbstfahrenden Landmaschinen gesteigert, wenn gewisse Baugruppen dieser Fahrzeuge auf ein Minimum von Varianten reduziert werden, während die Variationsmöglichkeit des Einsatzes der gleichen Baugruppen einem Maximum zustreben muß.

1 Entwicklungstendenzen

Man ist oft versucht, alle vorhandenen Bauformen von Traktoren und selbstfahrenden Landmaschinen in ein starres System zu pressen, weil diese Maßnahme allein schon einen Fortschritt vom Standpunkt der Produktion bedeuten würde. Sehr bald stellt sich jedoch die Unhaltbarkeit eines solchen Systems heraus, da kein Raum für die Entwicklungsmöglichkeiten offen gelassen wurde.

Eine solche Tendenz ist besonders dann festzustellen, wenn man an das Problem unter Verwendung von vorhandenen Einzelementen herangeht, ohne deren Entwicklungsmöglichkeiten zu berücksichtigen.

Zur Erfassung aller Erscheinungen gehören die Faktoren Bauvolumen, Baugewicht und Materialfluß der Landmaschinensätze sowie das Bauvolumen und Baugewicht der Fahrzeugelemente.

Das Bauvolumen der Landmaschinensätze, deren Kontur sowie die räumliche Ausdehnung des Materialflusses, hängen ab vom

1.1 Stand der Landtechnik

1.2 Stand der Erkenntnis der Landwirtschaftswissenschaften
Das Bauvolumen der Fahrzeugelemente sowie deren Gewicht hängen ab vom

1.3 Stand der Maschinenbautechnik

1.4 Grad der zur Anwendung kommenden vorhandenen Technik
Zur Lösung einwandfrei arbeitender Landmaschinensätze wird vom Stand der Landtechnik folgendes gefordert:

*) A. M. I. Mech. A. (Mitglied der brit. Institution der Maschinenbauingenieure). **) Aus den Arbeiten des Instituts für Landmaschinen- und Traktorenbau, Leipzig (Direktor: Dr.-Ing. E. FOLTIN).

Festlegung der notwendigen Koordinateneinrichtungen im Arbeitsraum; Bestimmung der zeitlichen Reihenfolge ihrer Benutzung; Klarheit über die Richtung, in der das Arbeitsverfahren abläuft; Prüfung, welche vorläufig geltenden landtechnischen Bedingungen erfüllt werden müssen.

Der Stand der Landtechnik sagt aus, welche Elemente zu verwenden sind, um optimale, vorläufig geltende, landtechnische Bedingungen (spez. Bodendruck, Spurweite, Arbeitsgeschwindigkeit u. a.) zu erfüllen, wobei die Struktur der Landwirtschaft eine wichtige Rolle spielt.

Zur Erfassung aller Erscheinungen sind auch in folgender Richtung Überlegungen anzustellen:

Wechselwirkung zwischen Traktor und Gerät (Maschine) vom Standpunkt des räumlichen und zeitlichen Vorgangs, wobei der räumliche Vorgang abhängt vom Geradfluß und Querfluß des Materials, Überflur- ausführung, Unterflur- ausführung der Landmaschine (Niederflur) und Kombination aller aufgezählten Faktoren (Bild 1 bis 4).

Bodendruck; Spez. Bodendruck soll klein werden; Bodendruckerhöhung zur Erhöhung der Zugkraft, weil $Z = f(P)$; Aufspaltung der Abhängigkeit von Bodendruck und Zugkraft $Z \neq f(P)$. Motor- und Getriebegestaltung in Abhängigkeit von der räumlichen Gestaltung der Landmaschine sowie deren Gewichtsverminderung.

2 Definition des Begriffes „Triebsatz“

Bei der Untersuchung der schon vorgeschlagenen Fahrzeugausführungen kann festgestellt werden, daß eine Anzahl von Einzelausführungen von kombinierten Vollerntemaschinenträgern, die auch als Traktor verwendet werden können, sowohl in der Patentliteratur als auch in der Praxis bekannt geworden sind. Diesen Ausführungen fehlte jedoch die Universalität, die der Triebsatzidee zugrunde liegt. Andererseits deuten diese Ausführungsformen auf ein an sich unbekanntes Grundprinzip hin. Dieses Grundprinzip kann daher vorerst mit dem rein formalen Begriff „Triebsatz“ erfaßt werden.

Eine genaue Analyse aller Erscheinungsformen und Ausführungsmöglichkeiten des Begriffes „Triebsatz“ ist noch nicht vorgenommen worden, jedoch erlaubte die Untersuchung einiger markanter Formen Schlüsse auf das Grundprinzip. Es handelt sich um die Vereinigung von landwirtschaftlichen Zug-, Trag- und Arbeitsmaschinen. Diese Maschinen sind in