

Die Bedeutung einer hydrostatischen Leistungsübertragung für Ackerschlepper

Institut für Schlepperforschung, Braunschweig-Völkenrode

Die heutige Bauweise des Standard-Ackerschleppers, aber auch diejenige seiner bisherigen Abwandlungen, ist weitgehend durch die Art der Leistungsübertragung vom Motor auf die Triebäder bedingt. Die mechanischen Schleppertriebwerke stellen ganz bestimmte Anforderungen hinsichtlich Größe und räumlicher Anordnung, die nur unter Inkaufnahme von Kompromissen auf ein gewisses Minimum reduziert werden können.

Sie gestatten nur eine stufenförmige Drehmomentwandlung für die Triebäder und nur eine feste über die Zapfwelle für den Antrieb von Arbeitswerkzeugen und Landmaschinen.

Im folgenden wird untersucht, welche anderen Wege für eine Leistungsübertragung möglich sind, welche Wege als günstig erscheinen und welche Vorteile diese für die Konstruktion von Schleppern, für den Antrieb von Landmaschinen und für ihren Einsatz bringen können.

Möglichkeiten der Leistungsübertragung

Die vom Schleppermotor zentral erzeugte Leistung muß in geeigneter Weise gewandelt und den einzelnen „Verbrauchern“ zugeführt werden. Als Extremlösung ist für die Drehmomentwandlung die stufenlose Regelung und für die räumliche Weiterleitung der Einzelantrieb der Triebäder, Arbeitswerkzeuge und Landmaschinen anzusehen. Dabei ist eine Variationsmöglichkeit von völliger gegenseitiger Unabhängigkeit bis zur Zwangskopplung mehrerer „Verbrauchsstellen“ erwünscht.

1. Stufenlose Drehmomentwandlung

Hierfür stehen folgende Möglichkeiten offen: [1]

- a) mechanisch-stufenlose Getriebe,
- b) elektrische Mittel,
- c) pneumatische Anlagen,
- d) hydrodynamische und
- e) hydrostatische Wandler.

a) Mechanisch-stufenlose Getriebe lassen sich als Reibrad-, Reibring-, Keilriemen- oder Kettengeräte sowie als Sperr- oder Schaltwerksgetriebe gestalten. Die meisten Bauarten, abgesehen von Keilriemen- und Kettengeräten, sind stoß- und überlastungsempfindlich, erfordern auch allgemein große Verstellkräfte. Der Verschleiß durch Grübchenbildung und örtliche Druckstellen ist bei ihnen entscheidend. Stufenlose Keilriemen- und Kettengeräte erfordern große Abmessungen und Gewichte.

Mechanisch-stufenlose Getriebe bewältigen sicher nur gewisse Übersetzungsbereiche, die für Schlepper meist mehrfache Unterteilung durch Stufengetriebe und eine gesonderte Anfahrkupplung erfordern würden. Aus diesen und anderen Gründen konnten sich solche Getriebe in Fahrzeugen allgemein, besonders aber in Schleppern, noch nicht einführen.

Trotz allem kann die Weiterentwicklung günstiger Reibpaarungen, verschleißfesterer Reibstoffe und elastischer Zwischenglieder die Anwendung solcher Getriebe für kleine Leistungen, z. B. in Einachsschleppern, möglich machen [2]. Bei diesen könnte auch noch die Zwanglenkung über das stufenlose Getriebe erfolgen.

b) Elektrische Übertragung der Motorleistung ist immer wieder vorgeschlagen worden. Sie ist für die Weiterleitung der vollen Leistung auf die Triebäder jedoch schwer und teuer. Im allgemeinen Schlepperbau scheidet sie deshalb aus, nur für besondere Aufgaben, wie z. B. im Baubetrieb, wird sie gelegentlich in Großgeräten verwendet. Der elektrische Antrieb gewisser Arbeitswerkzeuge ist in der Bauwirtschaft bekannt, für landwirtschaftliche Arbeitsgeräte sieht die

IHC-Chicago neuerdings den Anbau eines kleineren Generators am Schlepper vor [3].

c) Pneumatische Anlagen scheiden vorläufig aus, weil stufenlose Regelung verlustarm schwierig wäre, der Wirkungsgrad verhältnismäßig schlecht ist und große Abmessungen und Gewichte erforderlich wären.

d) Hydrodynamische Wandler haben in Straßenfahrzeugen Eingang gefunden, weil sie durch ihre Lastanpassungsfähigkeit und beim Anfahren Vorteile bieten. Sie bedingen aber komplizierte Zusatzgetriebe und sind daher aufwendig und teuer. In Großraupen für Bauzwecke von Allis Chalmers haben sie sich bewährt; die Abhängigkeit der Fahrgeschwindigkeit von der Last hat sich hierbei nicht als nachteilig erwiesen.

e) Die hydrostatische Übertragung zeichnet sich durch leichte, stufenlose Regelbarkeit vom Stillstand in beiden Drehrichtungen aus. Der Gewichts- und Raumbedarf ist im allgemeinen noch hoch. Möglichkeiten, ihn unter denjenigen von mechanischen Getrieben zu senken, lassen sich jedoch bereits erkennen.

Diese Betrachtungen führen zu dem Schluß, daß der Ersatz des derzeitigen mehrstufigen Wechselgetriebes durch ein ganz oder in Teilbereichen stufenloses nur dann vorteilhaft ist, wenn dieses bei ausreichender Lebensdauer und Unempfindlichkeit keinen größeren Raum- und Gewichtsbedarf als das derzeitige Getriebe hat. Neben dem stufenlosen mechanischen Getriebe für Sonderzwecke kommt in erster Linie das hydrostatische in Frage.

2. Einzelantrieb

Für Einzelantriebe stehen grundsätzlich alle nicht mechanischen oben aufgeführten Arten der Leistungsübertragung zur Verfügung. Aus den erläuterten Gründen kommt für den Einzelantrieb praktisch nur die hydrostatische Leistungsübertragung in Betracht, weil sie sowohl für den Antrieb des Laufwerks von Fahrzeugen, insbesondere von Schleppern, als auch für den Antrieb von Arbeitswerkzeugen und Landmaschinen geeignet ist. Darüber hinaus kann die Hydraulik wie bisher noch für Verstellungen verschiedener Art verwendet werden.

Die hydrostatische Leistungsübertragung

Hydrostatische Systeme bestehen aus Pumpen und Motoren sowie Regel- und Sicherheitsorganen, Leitungen und Ausgleichsbehältern. — Die Pumpen und Motoren werden bisher meist als Kolben-, Flügel- und Zahnradzellen ausgeführt, es sind aber auch noch andere Zellenbauarten möglich und vielleicht aussichtsreich. Öl als Arbeitsmittel ist zugleich Schmiermittel. Wegen Unterbringung innerhalb der Triebäder und an Landmaschinen muß der Ölmotor klein sein, im allgemeinen ist Förderungsregelung der Ölpumpe zweckmäßig [4].

Aus Großbritannien ist die Lösung des NIAE bereits bekannt geworden, bei der in den Triebädern eines Schleppers Fünf-Zylinder-Stern-Ölmotoren eingebaut sind, die von einer Pumpe mit veränderlicher Fördermenge versorgt werden [5]. Deutsche Bemühungen zur Einführung des hydrostatischen Antriebes in Gestalt abgewandelter Zahnradzellen in den allgemeinen Kraftfahrzeugbau haben noch nicht zu einem sichtbaren Erfolg geführt [6].

Nach amerikanischen Erfahrungen [7] können bei strömungsgünstiger Ausführung der Anlage Gesamtübertragungswirkungsgrade von 85—90 % erreicht werden, während sie bei üblichen Anlagen jetzt bei etwa 70 % liegen dürften. Der Wirkungsgrad ist sorgfältig gegen Bauaufwand und Herstellungskosten abzuwägen. Ein schlechter Wirkungsgrad könnte besondere Kühleinrichtungen erforderlich machen.

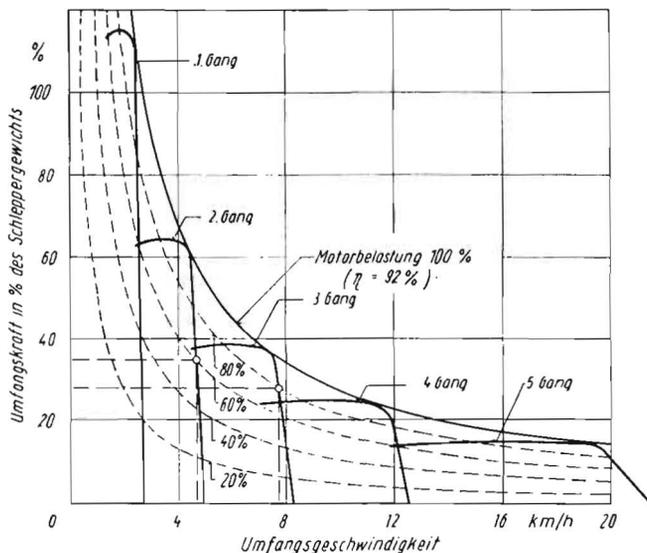


Abb. 1: Motorbelastung und Umfangskräfte eines Schleppers mit Fünfganggetriebe

Über die Betriebssicherheit und Lebensdauer liegen umfangreiche Erfahrungen aus anderen Anwendungsgebieten (Werkzeugmaschinenbau, Luftfahrt) vor. Die bisherigen Erfahrungen aus dem Schlepperbau beziehen sich nur auf relativ einfache Pumpen kleinerer Leistung, vergleiche die Anwendung hydrostatischer Leistungsübertragung für Kriechgänge durch die IHC-Chicago [8]. Hydrostatischer Mähwerktrieb wird von Oliver für das Mähen von Böschungen schon länger verwendet.

Bei Einzelantrieben von Landmaschinen (vermutlich hauptsächlich unter tropischen Verhältnissen) haben handelsübliche Pumpen und Motoren bis jetzt drei Einsatzjahre (3000 bis 4000 Arbeitsstunden je Aggregat) ohne Anstände gearbeitet [7]. Owen gibt an, daß die Summe der Arbeitszeiten solcher Aggregate bis jetzt bei 2 Millionen Stunden liegt.

Auswirkungen eines stufenlosen Drehmomentwandlers auf Zugleistung und Kraftstoffverbrauch

Frühere Untersuchungen [9] haben ergeben, daß die mittlere Motorbelastung eines vielseitig benutzten luftbereiften Schleppers etwa 40 % beträgt. Neuere Untersuchungen haben diese Zahl bestätigt, aber auch erkennen lassen, daß manche Schlepper im Mittel noch schwächer belastet sind. Die Ursachen hierfür sind vielfältig, eine wesentliche dürfte in der im allgemeinen recht groben und teilweise ungünstigen Stufung der Wechselgetriebe und in dem geringen Drehmomentanstieg der Dieselmotoren bei Vollast zu sehen sein. Da die Zugwiderstände auf dem Acker unter dem Einfluß von Bodenzustand und Bodenoberfläche ständig schwanken, darf die maximale Motorleistung gerade nur durch die Spitzen des Zugwiderstandes in Anspruch genommen werden, wenn man häufiges Schalten vermeiden will. Das bedeutet, daß die mittlere Motorbelastung um so weiter unter der Höchstleistung bleiben muß, je ungleicher Art und Zustand des Bodens und die Geländegestaltung sind. Im allgemeinen kann man, z. B. beim Pflügen, damit rechnen, daß der Motor nicht höher als mit 80 % im Mittel belastet werden kann, wobei Vorgewende und Anfahrt nicht einbezogen sind.

Welche Folgen dies für die Ausnutzung der Motorleistung und damit für die Flächenleistung haben kann, geht aus Abbildung 1 hervor. Hier sind über der Umfangsgeschwindigkeit der Triebäder die Umfangskräfte für einen Schlepper mit Fünfganggetriebe, ausgedrückt in Prozent des Schleppergewichts, aufgetragen. Die Hyperbeln geben die Motorbelastung in Prozenten wieder, wobei einheitlich mit einem Getriebewirkungsgrad von 92 % gerechnet wurde. Die Zugkräfte ergeben sich als Differenz der Umfangskräfte und der Fahrwiderstände. Jeder mittlere Zugwiderstand, der eine größere Umfangskraft als z. B. 28 % des Schleppergewichts (Schnittpunkt der 80 %-Hyperbel mit der Kurve des 3. Ganges) verlangt, bedingt ein Zurückschalten auf den 2. Gang. Eine Umfangskraft von 35 % des Schleppergewichts kann also nur

im 2. Gang aufgebracht werden, wobei die Motorbelastung nur 60 % und die Fahrgeschwindigkeit nur 4,7 km/h (schlupflos), also rund 40 % weniger als im 3. Gang beträgt.

Hohe Flächenleistungen lassen sich bei gegebenem Schlepper nur durch ständiges Fahren mit voller Motorleistung erzielen. Das erfordert stufenlose Getriebe, deren Übersetzung ständig dem schwankenden Zug- und Fahrwiderstand angepaßt wird. Abbildung 2 veranschaulicht die Betriebsverhältnisse eines solchen Schleppers, bei dem der Getriebewirkungsgrad einheitlich mit 80 % (gegen 92 % beim Stufengetriebe) angenommen wurde. Die Gangstufen der Abbildung 1 sind angedeutet. Die Umfangskraft in Höhe von 35 % des Schleppergewichts kann jetzt bei 7 km/h abgegeben werden gegen 4,7 km/h im 2. Gang des Stufengetriebes, also rund 45 % schneller.

Diese hohe Geschwindigkeit und die entsprechende Flächenleistung können nur dann erzielt werden, wenn die Regelung des Übersetzungsverhältnisses rasch der Belastung folgen kann. Das ergibt aber ein ständiges Schwanken der Fahrgeschwindigkeit. In dem Maße, in dem man das vermeiden will, muß man sich mit der mittleren Motorbelastung von 100 % entfernen. Durch eine kombinierte Regelung von Motorleistung und Übersetzungsverhältnis lassen sich Zwischenwerte bis zur konstanten Fahrgeschwindigkeit erzielen.

In der Landwirtschaft sind viele Arbeiten erforderlich, die bei geringen Zugwiderständen die Überschreitung bestimmter Fahrgeschwindigkeiten aus irgendwelchen Gründen nicht gestatten und so nur eine niedrige Motorleistung verlangen. Ein geringer Kraftstoffverbrauch ist dann nur zu erreichen, wenn der Motor bei langsamer Drehzahl nahe der ihr entsprechenden Vollast arbeitet. Beim Stufengetriebe besteht dann aber Gefahr, den Motor abzuwürgen. Andererseits ist auch die Drehzahl der Zapfwelle für den Antrieb vieler Geräte zu gering. Durch stufenlos regelbaren Antrieb des Schleppers kann das Abwürgen vermieden werden, während durch entsprechenden stufenlosen Antrieb die Arbeitsgeräte mit Solldrehzahl betrieben werden können. Der dazu erforderliche Aufwand an Regelorganen kann wohl noch so niedrig gehalten werden, daß er sich durch die erzielte Kraftstoffeinsparung lohnt.

Die Motorkonstruktion muß bei einem gut regelbaren Drehmoment-Wandler nicht mehr auf einen höheren Drehmomentanstieg bei fallender Drehzahl Wert legen, sondern kann dafür mehr auf andere Wünsche Rücksicht nehmen.

Die Flächenleistung eines Schleppers mit hydrostatischem Antrieb wird danach trotz des schlechteren Übertragungswirkungsgrades größer sein als diejenige eines Schleppers mit Stufengetriebe und der Kraftstoffverbrauch je Flächeneinheit wahrscheinlich niedriger. Diese Überlegungen müssen jedoch noch durch Versuche überprüft werden, insbesondere auch hinsichtlich des mindestzulässigen Wirkungsgrades.

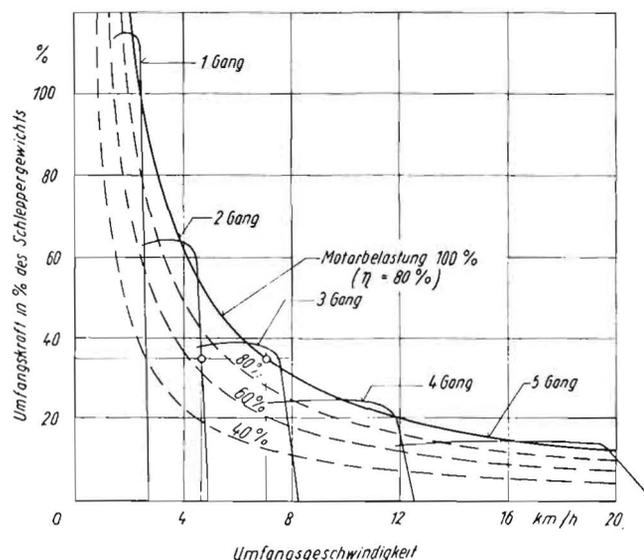


Abb. 2: Motorbelastung und Umfangskräfte eines Schleppers mit stufenlosem Getriebe

Auswirkungen des Einzelantriebes

Der hydrostatische Einzelantrieb bringt zunächst für den Schlepper selbst, dann aber auch für die Arbeitsgeräte eine bisher nicht gekannte Freizügigkeit in der Gestaltung.

Am Schlepper fällt nahezu jede Beengung der räumlichen Anordnung des Motors weg. Sein Platz zusammen mit der

13. Tagung der Landmaschinen-Konstrukteure

veranstaltet vom Institut für Landtechn. Grundlagenforschung (Prof. Dr. Kloth), Braunschweig-Völkenrode.

Mittwoch, 9. 3. 1955

- 9,00 Uhr Technische Probleme der Hackfruchternte, Dr. H. Sack
- 10,00 „ Aussichten für eine exakte Beurteilung des Arbeitserfolges von Bodenbearbeitungsgeräten, Prof. Dr. F r e s e
- 11,00 „ Grundlegende Gesetze einer landtechnischen Bodenmechanik (Erster Versuch einer Zusammenstellung), Dr. S ö h n e
- 14,00 „ Theoretische und praktische Untersuchungen an der Dreipunktaufhängung und deren Folgerungen
1. Probleme an der Dreipunktaufhängung vom Pflug aus gesehen, Dipl.-Ing. T h a e r
 2. Lösungsmöglichkeiten für die Anlenkung am Schlepper, Obering. F l e r l a g e.

Donnerstag, 10. 3. 1955

- 9,00 Uhr Erste Untersuchungen über Kräfte in Zahnradgetrieben von Schleppern, Dipl.-Phys. G e r l a c h
- 10,00 „ Kräfte in Anbau-Mähwerken, Dipl.-Ing. T h i e l
- 11,00 „ Der Ausgleich von Massenkräften, insbesondere bei Mähwerken, Dr. M e w e s
- 14,00 „ Untersuchungen über die Spannung in Knotenpunkten
1. Hohlprofile, Dr. B e r g m a n n
 2. offene Profile, Dipl.-Ing. S p a n g e n b e r g
- 16,00 „ Selbsteinstellende Getriebe, Ing. H a i n.

Freitag, 11. 3. 1955

- 9,00 Uhr Zeitlupenaufnahmen vom Dreschvorgang
1. Ziel und Zweck der Untersuchungen, Prof. Dr. K ö n i g e r
 2. Filmvorführung und Auswertung der Untersuchungen, Dr. S c h u l z e
- 10,00 „ Stromlinige Gestaltung von Dreschtrommeln, Dr. T r i e n e s
- 11,00 „ Lehren aus der Untersuchung von Anstrichfarben Ing. P e t i t
- 14,00 „ Besichtigungen in den Instituten für Landtechnische Grundlagenforschung, Schlepperforschung, Landmaschinenforschung, Pflanzenbau und Saatguterzeugung.

Im Anschluß an die Tagung finden zwei Kurse statt am

Sonnabend, 12. 3. 1955

- 8,30 Uhr Kinematik, Ing. H a i n
- 10,30 „ Massenausgleich, Dr. M e w e s.
-

Ölpumpe kann jetzt dort gewählt werden, wo er am wenigsten stört, die Höhenlage eines vorn angebrachten Motors wird nicht mehr durch die Bauchfreiheit unter seiner Abtriebswelle oder die Bodenfreiheit des Getriebes, sondern nur durch seine eigene Bodenfreiheit bestimmt.

Der Einzelantrieb der Triebäder ermöglicht ohne jede Beschränkung in der Anordnung der Arbeitsgeräte nahezu jede gewünschte Freiheit in ihrer Anbringung. Zunächst gilt dies für den Allradantrieb, die Leistungsübertragung auf die Vor-

derräder wird nicht mehr den Gesamtaufbau des Schleppers und die Anbringung von Arbeitsgeräten stören können. Für die Änderung der Spurweite bieten sich dadurch einfache konstruktive Lösungen an, daß die Triebäder nicht mehr achsengleich verschoben werden müssen. Die Hangsicherheit kann dadurch erhöht werden, daß die Räder am Querhang in der Senkrechten gehalten werden, sie können hierfür gegenüber dem Rumpf entweder um Achsen gekippt werden, die zur Schlepperlängsachse parallel sind, oder sie werden parallel zu sich selbst in ihrer eigenen Ebene verschoben. Hierdurch behalten die tal- und hangseitigen Triebäder ungefähr die in der Ebene vorhandene Belastung bei. Daß solche Wünsche immer wieder auftauchen, geht schon aus dem verschwenkbaren Ritzelantrieb von Motorpflügen und Einachsschleppern hervor, neuerdings ist aber hierauf von russischer Seite für besondere Gebirgsschlepper hingewiesen worden [10].

Diese Freizügigkeit des Einzelantriebes kann auch für die Fahrzeuglenkung ausgenützt werden, ein Schräglauf des Fahrzeugs oder, anders ausgedrückt, der gleichsinnige Einschlag der Vorder- und Hinterräder am Querhang ist zum Vermeiden von Spurversetzungen ohne weiteres möglich. Auch die volle oder wahlweise Allradlenkung macht jetzt keine konstruktiven Schwierigkeiten mehr, wobei man sich allerdings über ihre nur bedingte Brauchbarkeit bei der Reihenarbeit klar sein muß. Aber eine wahlweise Allradlenkung ist vielleicht für manche Zwecke vorteilhaft; auch in Gestalt der wahlweisen „Vorderradlenkung“ bei Hin- und Herarbeit.

In der Gestaltung der Arbeitsgeräte fällt jede Rücksicht auf den Antrieb durch Wellen, Riemen und Ketten und auf alle Maßnahmen zum Verhindern ihres Verschleißes weg; durch eine stufenlose Regelung an den Ölmotoren kann deren Drehzahl den Erfordernissen, z. B. hinsichtlich der Fördergeschwindigkeit von Erntegut, einzeln angepaßt werden. Bei Verstopfungen ist auch Rücklauf möglich.

Die Verteilerleitungen zu den Ölmotoren können bei Schleppern und Landmaschinen beliebig verlegt werden; sie können weitgehend der Gefahr von Beschädigungen entzogen, teilweise durch Rahmenelemente gebildet werden. Nur die Stellen beweglicher und lösbarer Übergänge bedürfen besonderer Sorgfalt in der Ausbildung. Das gilt auch für die Verbindungen zu den Triebadnaben.

Besonderheiten der hydrostatischen Leistungsübertragung und Leistungsverzweigung

Das hydrostatische System hat für die Leistungsverteilung auf die Triebäder und Arbeitswerkzeuge ganz bestimmte Eigenarten, denen Rechnung getragen werden muß. Durch ein mechanisches Getriebe wird die Leistung an verschiedene Verbrauchsstellen entsprechend deren Bedarf verteilt. Sollen aber von einer Pumpe mit nur einer Ölaustrittsöffnung mehrere Verbrauchsstellen schwankenden Bedarfs bei einem festen gegenseitigen Drehzahlverhältnis versorgt werden, dann können sie nur in Reihe geschaltet werden; damit entspricht der Druck an der Pumpe der Summe der von den einzelnen Motoren verlangten Druckunterschiede zwischen Zu- und Ablauf. Ein Parallelschalten von zwei Ölmotoren bedeutet dasselbe wie ein Differential im Antrieb zweier Wellen. Diese Wirkung kann durch besondere Ventile (Flow dividers) abgeschwächt werden [7].

Für den Schlepper, besonders denjenigen mit Vierradantrieb, und für die Arbeitswerkzeuge haben diese Eigenarten zunächst die Konsequenz, daß bei erträglichem Wirkungsgrad kaum mit einer einzigen Pumpe auszukommen ist. Für die Leistungsverteilung bestehen dann folgende Möglichkeiten: Das oder die Triebäder jeder Seite werden gegebenenfalls in Reihenschaltung von je einer Pumpe versorgt; die Drehzahl der Räder wird durch die veränderliche Fördermenge der Pumpe zwangsläufig vorgegeben. Sind beide Pumpen auf gleiche Fördermenge eingestellt, dann wird Geradeauslauf des ganzen Fahrzeuges erzwungen, der einem ausgleichlosen Radantrieb gleichkommt. Durch Öffnen einer Verbindungsleitung zwischen beiden Pumpen wird Mengen- und Druckausgleich zwischen den beiden Seiten erzielt. Die hintereinanderlaufenden Räder bleiben im Zwangslauf, der je-

doch durch Öffnen einer weiteren Verbindungsleitung beseitigt werden kann. In diesem Falle wäre ein voller Ausgleich erreicht. Auf diese Weise kann man durch Ventile alle Zwischenwerte vom völligen Zwangslauf bis zum freien Radantrieb erzielen.

Durch Verändern der Fördermenge nur einer Pumpe wird Zwangslenkung erreicht, die für den Kettenschlepper Vorbedingung und für den Radschlepper bei Kopplung mit dem Lenkeinschlag erwünscht sein kann. Bei Kettenschleppern kann man an die Anordnung mehrerer parallel geschalteter Ölmotoren auf jeder Seite denken, die Ketten würden hierdurch nicht mehr so wie jetzt durch ein einziges Triebad hoch beansprucht werden, eine Verschleißminderung wäre wahrscheinlich.

Für den Antrieb von Arbeitswerkzeugen wird wohl eine dritte Pumpe erforderlich sein. Wenn diese mit den anderen gleichsinnig geregelt wird, ist praktisch ein wegabhängiger Antrieb erzielt. Sie kann aber auch auf konstante Fördermenge eingestellt werden und so dem Gerät eine gleichbleibende Drehzahl aufzwingen. Je nach den Aufgaben der einzelnen Organe ist Reihen- oder Parallelschaltung anzuwenden.

Durch feste oder einstellbare Überdruckventile können die Drehmomente der Pumpen und der einzelnen Motoren begrenzt werden. Durch Drosseln hinter den Ölmotoren können diese beliebig als Betriebsbremse dienen.

Bei Vorhandensein eines Windkessels (Trennung von Öl und Luft oder Gas durch Kolben oder Gummisack erforderlich) kann der Verbrennungsmotor durch die jetzt als Ölmotor arbeitende Pumpe angeschlossen werden.

Die Bedienung des Schleppers wird durch den hydrostatischen Antrieb, selbst bei vielfacher Leistungsverzweigung, ähnlich wie schon bisher bei hydraulischen Krafthebern und Ladern, wesentlich vereinfacht. Kupplungs- und Bremspedale fallen fort; Motordrehzahl, Fahrtrichtung und Fahrgeschwindigkeit sowie Betriebsbremsung können durch leicht zu betätigende und günstig anzuordnende Handhebel geregelt werden.

Schlußfolgerung

Aus den obigen Ausführungen gehen zunächst die großen Vorteile hervor, die die hydrostatische Leistungsübertragung

für die Drehmomentwandlung und den Einzelantrieb bringen kann. Dem steht allerdings entgegen, daß es sich hier teilweise um einen Vorstoß in Neuland handelt, der noch zahlreiche Einzeluntersuchungen und viele Entwicklungsarbeiten nötig macht. Die Rücksicht auf den Preis und die Betriebssicherheit erfordert besondere Anstrengungen. Bei einem Erfolg wäre aber der Gewinn für die Konstruktion, den Einsatz und die Bedienung von Schleppern und Landmaschinen beträchtlich.

Schrifttum:

- [1] Frhr. v. Thüngen.: „Stufenlose Getriebe“ mit Schriftumsnachweis in Bussien, Automobiltechn. Handb., 17. Aufl., Bd. 1, S. 388 ff., Verlag H. Cram, Berlin 1953.
- [2] G. Niemann.: „Reibradgetriebe“, Konstruktion H. 2/53, S. 33.
- [3] —.: „Tractor has Electric Generator“, Agr. Eng., Juli 1954, S. 523.
- [4] W. Ernst.: „Oil Hydraulic Power and its Industrial Applications“, Mc Crow-Hill Book Co., New York, 1949.
- A. Dürr u. O. Wachter.: „Hydraulische Antriebe und Druckmittelsteuerungen an Werkzeugmaschinen“, C. Honser-Verlag, München 1954.
- H. Krug.: „Das Flüssigkeitsgetriebe bei spanenden Werkzeugmaschinen“, Springer-Verl., Berlin, 1951.
- T. E. Beacham.: „Positive Displacement Machinery for Power Transmission“ mit Schriftumsnachweis, Inst. Mech. Engrs., März 1954.
- E. H. Bowers.: „Aircraft Hydraulic Pumps“, Inst. Mech. Engrs., März 1954.
- F. B. Levetus.: „Hydraulic Variable Speed Rotary Drives in Industry, with Notes on some interesting Applications“, Inst. Mech. Engrs., März 1954.
- [5] —.: „Hydraulically propelled Tractor“, Farm Mechanization Nr. 62, Juni 1954, S. 224/225.
- H. Gaus.: „Schlepper mit hydraulischem Antrieb“, Ldtechn. Farschg., H. 3, 1954.
- [6] Nübling.: „Omnibus mit hydrostatischem Getriebe“, ATZ Nr. 3, 1953, S. 69/70.
- [7] Phil. W. Skove.: „Hydrostatic Power Transmission“.
- Rob. R. Owen.: „Field Experience in the Application of Rotary Hydraulic Power“
- Vorträge bei der Wintertagung der ASAE, Dez. 1954; die Manuskripte wurden vor dem kommenden Abdruck in „Agricultural Engineering“ freundlicherweise zur Verfügung gestellt.
- [8] —.: „Slow Motion for special Work“, Impl. & Tract., Nov. 1954, S. 32 ff.
- H. H. Coenenberg.: „Eine hydrostatische Lösung des Kriechgangproblems“, Landtechnik, H. 3, 1955.
- [9] A. Seifert.: „Belastung und Kraftstoffverbrauch von Schleppermotoren“, Ber. üb. Landtechn., VIII, herausgeb. v. KTL, Verl. Neureuter, München 1949.
- [10] Sch. J. Keresseldse u. a.: „Gebirgsschlepper“, Selchosmaschina, Nr. 2, 1954, Maskau u. Deutsche Agrartechn., H. 11, 1954, S. 313.

Résumé:

Prof. H. Meyer und Dipl.-Ing. H. Coenenberg:

„Die Bedeutung einer hydrostatischen Leistungsübertragung für Ackerschlepper.“

Bauweise und Bedienung der Ackerschlepper, der von ihnen angetriebenen und der selbstfahrenden Geräte sind durch die mechanische Leistungsübertragung auf die Triebäder und die einzelnen Arbeitsorgane bedingt. Ein Vergleich der grundsätzlichen Möglichkeiten von Leistungsübertragungen führt zu dem Schluß, daß die hydrostatische für landwirtschaftliche Zwecke besonders günstig erscheint. Ihre Anwendung gestattet insbesondere die stufenlose Drehmomentwandlung, den Einzelantrieb von Triebädern, Arbeitswerkzeugen und Landmaschinen mit entsprechenden Vorteilen bei ausreichenden Wirkungsgraden. Außerdem lassen sich so viele weitere Probleme des Schlepperbaues mit zum Teil einfachsten Mitteln lösen. Die günstigsten Erfahrungen anderer Anwendungsgebiete und neuerdings auch die der amerikanischen Landwirtschaft bestätigen die theoretischen Erwartungen, zeigen aber auch, daß noch mancherlei Einzeluntersuchungen und Sonderentwicklungen notwendig sind.

Prof. H. Meyer and Dipl.-Ing. H. Coenenberg:

„The Importance of Hydraulic Transmissions for Agricultural Tractors.“

Methods of construction and operation of agricultural tractors and of various self-propelled appliances powered by them are restricted by the mechanical transmissions used for transmitting the power to the driving wheels and the individual working parts. A comparison of the basic methods and possibilities for power transmission leads to the conclusion that hydraulic means of power transmission are particularly advantageous in agricultural engineering. In particular, their application permits of infinitely variable alterations in the turning moment and the individual powering of driving wheels, agricultural machinery and power tools and equipment to be made far more advantageously and efficiently. Furthermore, it permits many of the problems which are encountered in the design of agricultural tractors to be solved by the application of the simplest methods. The favourable experiences obtained in other fields and, recently, the application of hydraulic transmission to American agricultural machinery, confirm the theoretical expectations. However, they also demonstrate that many further individual investigations and specialised developments are still necessary.

Prof. H. Meyer et Dipl.-Ing. H. Coenenberg:

«La signification d'une transmission de puissance hydrostatique pour les tracteurs agricoles.»

La construction et la manoeuvre des tracteurs agricoles et des outils entraînés ou automobiles sont conditionnées par la transmission mécanique de la puissance aux roues motrices et aux différents organes de travail. Une comparaison des transmissions pratiquement possibles montre que la transmission hydrostatique est particulièrement avantageuse dans l'agriculture. Son application permet en particulier la variation continue du couple, la commande individuelle des roues motrices, outils de travail et machines agricoles, apportant les avantages correspondants, tout en conférant un degré d'efficacité suffisant. En outre, nombre d'autres problèmes posés par la construction des tracteurs peuvent être résolus avec des moyens souvent très simples. Les expériences acquises dans d'autres domaines et tout récemment dans l'agriculture américaine confirment les théories émises, mais montrent également que beaucoup d'essais particuliers et d'études spéciales sont encore à faire.

H. Meyer, catedrático e Ing. dipl. H. Coenenberg:

«La importancia de la transmisión hidrostática de la fuerza en los tractores agrícolas.»

La construcción y el manejo de los tractores agrícolas, de las máquinas impulsadas por los mismos, como de las automotrices, depende de la transmisión mecánica de la fuerza a las ruedas motrices y a los diferentes elementos de trabajo. Una comparación de las posibilidades fundamentales de la transmisión de la fuerza lleva a la conclusión que la transmisión hidrostática parece particularmente favorable para fines de agricultura. Su aplicación permitiría en primer lugar el cambio del momento de rotación sin escalonamiento, la impulsión individual de las ruedas motrices, de los aperos de labranza y de las máquinas agrícolas, con sus ventajas correspondientes y con efecto útil satisfactorio. Además podría resolverse — en parte con los recursos más sencillos — gran cantidad de otros problemas que plantea la construcción de tractores. Los resultados favorables conseguidos en otros terrenos y últimamente también en la agricultura americana, confirman las esperanzas técnicas. Pero demuestran también la necesidad de numerosas investigaciones de detalle y de construcciones especiales.