

Für eine Rollbewegung mit Schlupf muß man Gl. (15)

$$\omega = \frac{1}{R} \cdot \frac{v}{1 - \sigma}$$

nach der Zeit  $t$  differenzieren, wobei im allgemeinen Fall nicht nur  $v$ , sondern auch  $\sigma$  veränderlich, also eine Funktion der Zeit  $t$  sein wird. Daher ist die Quotientenregel der Differentialrechnung anzuwenden:

$$\varepsilon = \frac{1}{R} \frac{(1 - \sigma) \frac{dv}{dt} + v \frac{d\sigma}{dt}}{(1 - \sigma)^2}$$

$$\varepsilon = \frac{1}{R} \left( \frac{b}{1 - \sigma} + \frac{v}{(1 - \sigma)^2} \cdot \frac{d\sigma}{dt} \right) \quad (22)$$

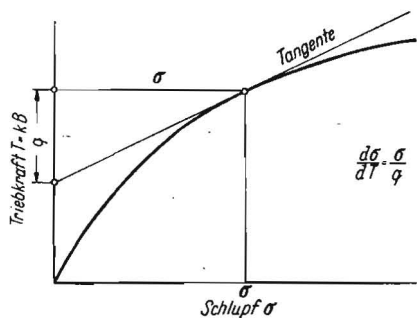


Bild 12. Zeichnerische Differentiation der Triebkraft-Schlupfkurve zur Ermittlung von  $d\sigma/dT$

Nach der Kettenregel der Differentialrechnung gilt

$$\frac{d\sigma}{dt} = \frac{d\sigma}{dT} \cdot \frac{dT}{dt} \quad (23)$$

Der Zusammenhang  $T = f(\sigma)$  zwischen Triebkraft und Schlupf (Bild 11) ist aus Kurven für den sogenannten Kraftschlußbeiwert  $\alpha$  bekannt (siehe Teil II). Damit läßt sich durch

zeichnerische Differentiation (Bild 12), d. h. durch Ziehen einer Tangente,

$$\frac{d\sigma}{dT} = \frac{\sigma}{q} \quad (24)$$

bestimmen, wobei der Betrag  $q$  unter Berücksichtigung des Ordinatenmaßstabes der Zeichnung zu entnehmen ist. Kennt man – etwa durch ein selbstschreibendes Meßgerät, dessen Registrierpapier durch ein Uhrwerk bewegt wird – den zeitlichen Verlauf der Triebkraft, also  $T = f(t)$ , dann läßt sich  $dT/dt$  ebenfalls durch das Ziehen einer Tangente finden.

Beschränkt man sich auf den einfachen Fall einer *gleichmäßig* beschleunigten oder *gleichmäßig* verzögerten Bewegung, also auf den Sonderfall

$$b = \text{konst.},$$

so sind die Kräfte und damit auch  $\sigma$  konstant, und Gl. (22) vereinfacht sich wegen  $d\sigma/dt = 0$  zu

$$\varepsilon = \frac{b}{R(1 - \sigma)} \quad (22a)$$

(Teil II folgt im nächsten Heft)

### Literatur

- [1] BOCK, G.: Feldversuche über die Zugfähigkeit von Ackerschlepperreifen. Grundlagen der Landtechnik, Düsseldorf 1952. H. 3 (10. Konstrukteurheft), S. 88 bis 100.
- [2] HEYDE, H.: Zur Berechnung der Verlustleistung am Laufwerk eines Radschleppers. Landtechn. Forsch. 3. Jg. (1953), S. 42 bis 46.
- [3] HFYDE, H.: Zur Leistungsbilanz eines Ackerschleppers. Wiss. Zeitschr. d. Humboldt-Universität: Berlin. Jg. II (1952/53). Math. nat. Reihe Nr. 5, S. 75 bis 82.
- [4] HEYDE, H.: Mechanik für Ingenieure. Bd. 1. 4. Aufl., Leipzig 1955, S. 10.
- [5] a. a. O. S. 124 und 305.
- [6] a. a. O. S. 127.
- [7] a. a. O. S. 141 bis 146.
- [8] a. a. O. S. 304.
- [9] KLOTH, W., und RICHTER, E.: Triebräder für Bindemäher. Techn. i. d. Landw. 16. Jg. (1935), S. 66 und 68, Bild 6 und 7.
- [10] SÖHNE, W.: Die Kraftübertragung zwischen Schlepperreifen und Ackerboden. Grundlagen der Landtechnik, Düsseldorf 1952. H. 3 (10. Konstrukteurheft), S. 79 bis 81.
- [11] a. a. O. S. 81 und 82.

A 2624

Ing. R. BLUMENTHAL, Schönebeck (Elbe)

## Getriebeabstufung für Ackerschlepper

### Forderungen der Landwirtschaft

Die durchzuführende Mechanisierung der landwirtschaftlichen Arbeiten der Innen- und Außenwirtschaft und das Ziel, außer der Bodenbearbeitung auch die Hackfrucht- und Getreidernte voll zu mechanisieren, erfordert eine besondere Vielfältigkeit der Konstruktion und Funktion der Landmaschinen. Der moderne Schlepper muß in diesem Zusammenhang den Antrieb von Werkzeugen, Geräten, Arbeitsmaschinen, Fördermitteln und die Aufgabe einer Zug- bzw. Schubmaschine übernehmen. Dabei scheint die Zukunftslösung in der Verbindung des Schleppers mit der Landmaschine zu einer Arbeitseinheit zu liegen, wobei der Schlepper die Aufgabe einer mobilen oder stationären Energiequelle übernimmt und erst durch Verbindung mit dem Gerät eine zweckentsprechende Aufgabe erfüllt. Der konstruktive Aufbau des Schleppers wird deshalb eine Veränderung erfahren, die teilweise im Geräte-trägerprinzip zu erkennen ist und schließlich zur Triebachse mit unterschiedlichen Leistungsgewichten und Leistungsstärken entsprechend dem Einsatz- und Arbeitsgebiet führt. Außer dieser Betrachtung der zweckmäßigsten Umsetzung

der Wärmeenergie in mechanische Energie und deren Übertragung auf den Boden bzw. über die Zapfstellen, sind bei allen in der Landwirtschaft einzusetzenden Maschinen die Besonderheiten der jahreszeitlichen Witterungsverhältnisse zu beachten, weil die landwirtschaftlichen Kraft- und Arbeitsmaschinen, um Verluste von Nahrungsmitteln zu vermeiden, auch bei schwierigsten Verhältnissen zuverlässig arbeiten müssen. Diese Vielfalt der unterschiedlichsten Einsatzbedingungen wirkt sich besonders auf die Gestaltung des Getriebes aus, da zur Ausführung des umfangreichen Arbeitsbereiches ebenso stark differenzierte Geschwindigkeitswerte gehören. Im internationalen Maßstab gesehen ist deshalb auch die Tendenz zu erkennen, daß die Geschwindigkeitsstufung der Schlepper durch Erhöhen der Gangzahl besser differenziert wird.

Die Forderung der Landwirtschaft ist heute auf einen Schlepper gerichtet, der weder extrem schnell noch extrem langsam fährt und eine gewisse Anzahl von Geschwindigkeitsstufungen, am besten ein stufenloses Getriebe, aufweist, um die agrarbiologischen und wirtschaftlichen Forderungen optimal zu berücksichtigen [1].

Die Verwendung eines stufenlosen Getriebes ist zwar in den Fertigungsprogrammen der internationalen Schlepperwerke noch nicht vorgesehen, und die wirtschaftliche Bedeutung ist noch nicht in ein entscheidendes Stadium getreten, die Entwicklungsrichtungen des Nutzfahrzeugbaues beweisen jedoch, daß dieser Weg bereits beschritten wird. Das ZP-Hydromedia-Getriebe (Zahnradfabrik Friedrichshafen) (Bild 1) als Kombination eines hydraulischen Wandlers mit nachgeschaltetem mechanischen Dreigang-Lamellenkupplungsgetriebe [4] und der hydrostatisch angetriebene (motorhydraulische Pumpe – zwei hydraulische Motoren in den Hinterrädern eingebaut) Schlepper (Bild 2) des National Institute of Agricultural Engineering, 1954 der Öffentlichkeit vorgeführt [5], sind dafür sprechende Beweise.

Während in den Jahren 1920 bis 1925 das Minimum der Schleppergeschwindigkeit bei ungefähr 2,8 km/h lag und das Getriebe nur zwei oder drei Vorwärts- und einen Rückwärtsgang aufwies, begann durch die immer vielseitiger werdende

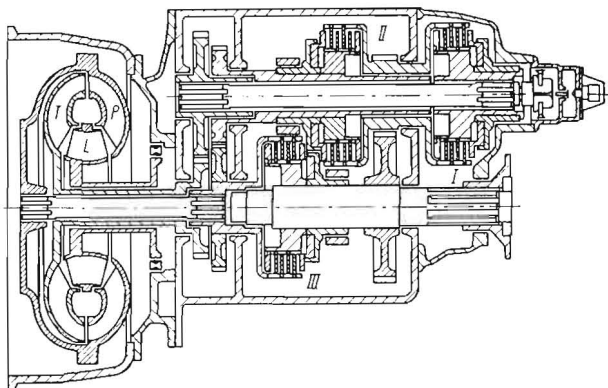


Bild 1. Aufbauschema des ZF-Hydromedia-Getriebes, links Antrieb, rechts unten seitlich Abtrieb  
 P Pumpenrad, L Leitrad, T Turbinenrad, I Lamellenkupplung 1. Gang, II Lamellenkupplung 2. Gang, III Lamellenkupplung 3. Gang

Verwendung des Schleppers ein Steigen der Getriebestufung bis auf sechs bis acht Gänge [2].

Gegenwärtig lassen sich als Forderungen des Landwirts folgende Hauptgeschwindigkeiten – vor allem beim Arbeiten mit Gerätekopplungen – festlegen [3]:

1. Eine Geschwindigkeit von etwa 3 km/h, bei der die Koppelung von Pflügen mit Walzen und zapfwellengetriebenen Maschinen möglich ist;

2. eine Geschwindigkeit von etwa 5 km/h für Pflugarbeiten, Grubber usw.;

3. eine Geschwindigkeit von etwa 7,5 km/h für Drillmaschinen Scheibeneggen usw.

Diese Geschwindigkeiten würden nicht nur von Vorteil für eine einwandfreie Gerätekopplung sein, sondern sie decken allgemein die Arbeitsgeschwindigkeiten der Hauptanzahl der schleppergezogenen Landmaschinen ab.

### Gleiche Forderungen vom Boden her

Aus den Mitteilungen der Institute für Bodenkunde und Landmaschinentechnik wiederum läßt sich folgern, daß außer den bereits bekannten Unterschieden der Bodenwiderstände (Tabelle 1) abhängig von der Bodenart auch die Pflugtiefen, dem gleichen Faktor unterliegend, unterschiedlich gewählt werden müssen.

So rechnet man z. B. in der Sowjetunion in den nächsten Jahren mit einer Zunahme der Pflugtiefe [6]. Deshalb wird dort z. Z. eine Leistungserhöhung für die Schlepper KD-35 und DT-54 vorgesehen, und zwar für den ersten von 35 PS auf 40 bis 45 PS und für den DT-54 von 54 PS bis 57 PS auf 60 bis 70 PS. Die wirtschaftliche Ausnutzung dieser erhöhten Leistungen machte es erforderlich, auch eine Verbesserung der Getriebeabstufung vorzunehmen, um die Wahl der Arbeitsgeschwindigkeit und der Zugkräfte  $\left(P = \frac{N \cdot 270}{V}\right)$  mit den gewöhnlichen Schwankungen des Pflugwiderstandes in Einklang zu bringen. Der Pflugwiderstand ist besonders durch den Wechsel der Bodenfeuchtigkeit Änderungen unterworfen und schließt durch die positive oder negative Änderung einen Größenbereich von 25% des mittleren Bodenwiderstandes ein. Zur Durchführung einer wirtschaftlichen Arbeit sind deshalb für das Pflügen möglichst zwei oder drei Arbeitsgeschwindigkeiten vorzusehen. Auch diese Untersuchung bedingt die Forderung, den Bereich der Geschwindigkeitsstufung zu vergrößern.

### Die Drehzahlregelung

Eine Betrachtung aller üblichen Fahrgeschwindigkeiten für die gebräuchlichsten landwirtschaftlichen Arbeitsmaschinen zeigt eine Vielzahl von Geschwindigkeitswerten, die ideal nur mit einem stufenlosen Getriebe abgedeckt werden könnten. Das Bild 3 ermöglicht einen Überblick über die zweckmäßigen Fahrgeschwindigkeiten der Schlepper bei den verschiedenen Arbeiten nach Angaben mehrerer Autoren [7].

Trotzdem läßt sich durch geschickte Abstufung auch eine wirtschaftliche Lösung mit einem 6- bzw. 8-Gang-Getriebe finden, das dann die Einsatzbedingungen des Schleppers für die Praxis ausreichend erfüllt.

Die bisher oft vertretene Ansicht, daß ein 8-Gang-Getriebe einen wesentlich höheren Kostenaufwand verursacht und die erreichbaren agrarbiologischen Vorteile wirtschaftlich nicht so bedeutend sind, daß sie die Fertigungskosten des Getriebes bezahlt machen, ist in der Zwischenzeit durch die auf dem Markt befindlichen Schleppertypen mit sechs und acht Gängen bereits widerlegt. Wäre diese Rechnung überhaupt einmal durchgeführt worden, so hätte sie infolge der verbesserten Ertragsergebnisse der Nutzungsfläche, hervorgerufen durch bessere Geschwindigkeitsstufung, zugunsten des 8-Gang-Getriebes ausfallen müssen. Außerdem sei nochmals darauf hingewiesen, daß 8-Gang-Getriebe

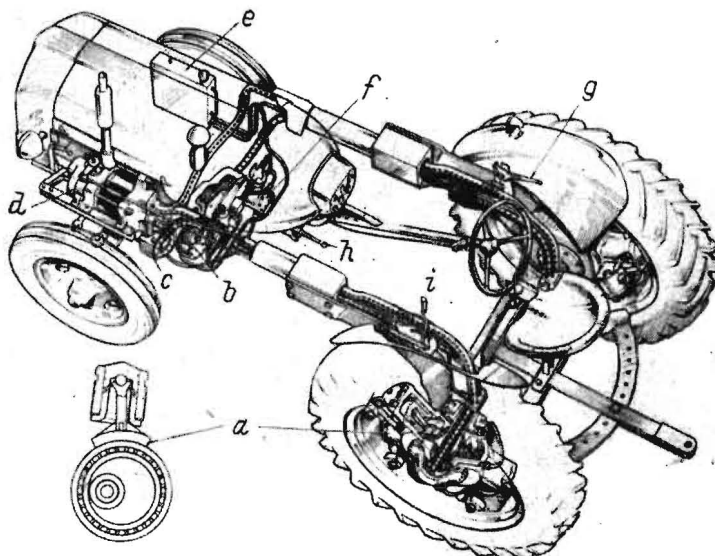


Bild 2. Hydraulically Propelled Tractor  
 a Hydraulik-Motor, b Kettenantrieb von der Motor-kurbelwelle zur Pumpe, c Durchflußkammer, d Pumpe, e Hydraulik-Druck-Flüssigkeitsbehälter, f Hilfssteuerung für die Hydraulik-Flüssigkeit, g Drosselbetätigung, h Anlasser, i Pumpensteuerung

Tabelle 1

Gruppe	Bezeichnung	Bodenarten			Ein-schätzung <sup>1)</sup>	Wichte	
		Kurz-zeichen	Boden	Hauptbestandteile		$\gamma$ [kg/dm <sup>3</sup> ]	Einheitswiderstand in kg/dm <sup>2</sup> (bei $v = 1$ m/s)
I	leicht	S	Sand	humoser Sand	20...30	1,4...2,2	20...30
II	leicht bis mittelschwer	IS	lehmiger Sand	Lehm und Sand	20...60	1,5...1,6	25...35
		H	Humus	sandiger Humus			
III	mittelschwer	IH	lehmiger Humus	toniger Humus	25...90	1,6...1,75	30...40 (...45)
		K	Kalk	Sandmergel			
IV	mittelschwer bis schwer	LMg	Lehmmergel	Tonmergel	30...100	1,7...1,9	35...45 (...60)
		L	Lehm	sandiger Lehm			
V	schwer	hT	humoser Lehm	kalkhaltiger milder Lehm	20...80	1,85...2,3	45...65 (...80)
		T	humoser Ton	humoser Ton			
			schwerer Lehm	Ton			

<sup>1)</sup> 100 = bester Ackerboden

meistens die gleiche Anzahl Zahnräder besitzen, die für ein 5-Gang-Getriebe erforderlich waren. Durch Vorschalten eines Zahnradpaares zu einem anschließenden 4-Gang-Getriebe wird die 8-Gang-Stufung durch die zwei erreichbaren, verschiedenen Eingangsdrehzahlen geschaffen. Das gleiche System ist auch anwendbar für 6-Gang-Getriebe. Durch Anordnung eines zusätzlichen Schalthebels für diese sogenannte Gruppenschaltung ist auch der Schaltmechanismus im wesentlichen nicht erschwert.

Die im Bild 3 aufgeführten Geschwindigkeitswerte lassen erkennen, daß die Angaben für das Pflügen nicht mehr die minimalste Geschwindigkeit moderner Schlepper darstellen. Zur Vollmechanisierung des Pflanzensetzens, Stallmiststreuens, Kartoffellegens und unter gewissen Bedingungen des Mäh-dreschens sind geringere Geschwindigkeiten, die bis zu 0,5 km/h herunterreichen, erforderlich. Diese Geschwindigkeiten durch Herabsetzung der Motordrehzahl zu erreichen, ist leistungsmäßig  $(N = \frac{P \cdot V}{270})$  und zugkraftmäßig  $(P = \frac{270 \cdot N}{V})$

möglich - zumindest in einem gewissen Drehzahlbereich des Motors - da Leistung und Drehmoment bei verminderter Geschwindigkeit noch ausreichend vom Motor abgegeben werden können. Für Hackfruchtvollertemaschinen, Bodenfräsen, Sammelpressen und Mähdrescher z. B. wird aber auch bei geringen Geschwindigkeiten die volle Zugleistung bzw. die Normaldrehzahl der Zapfwelle verlangt. In diesem Falle sind Geschwindigkeiten für die Stufung des Getriebes unterhalb der Werte für Pflugarbeiten erforderlich.

**Geschwindigkeitsbereich von 3 bis 7 km/h**

Die Drehzahlregelung des Motors ist trotzdem beim Schlepper, auch im Geschwindigkeitsbereich von 3 bis 7 km/h, von wesentlicher Bedeutung. Für deren wirtschaftliche Ausnutzung muß die Charakteristik der Drehmomentenkurve des Motors eine steigende Tendenz aufweisen. Diese Steigerung ist für den häufig eintretenden Fall erforderlich, daß die Zugkraft beim Pflügen einer Nutzungsfläche oder bei Arbeiten mit ebenfalls hohem Zugkraftbedarf innerhalb der Schlaglänge

Arbeitsgeschwindigkeiten der Schlepper für landwirtschaftliche Geräte

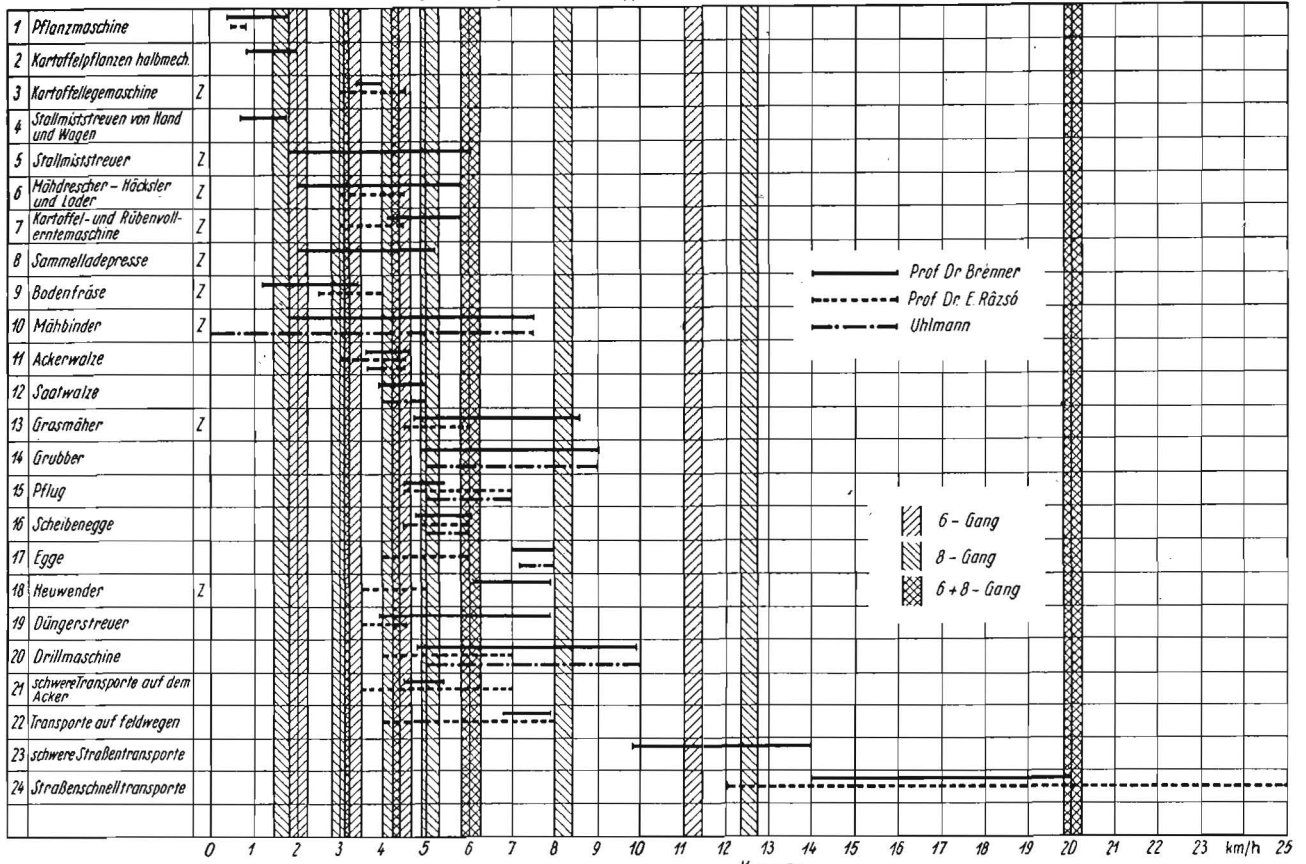


Bild 3. Arbeitsgeschwindigkeiten der Schlepper für landwirtschaftliche Geräte

steigt und die maximal erreichbare Zugkraft bei Nenndrehzahl bereits ausgeschöpft ist. Durch das bei Überbeanspruchung eintretende Sinken der Drehzahl steigt nunmehr das Drehmoment, die erforderliche Leistung wird geringer, so daß, im gleichen Gang fahrend, kleine Zugkraftschwankungen ohne Zurückschalten auf einen niederen Gang überwunden werden können (Bild 4). Eine Drehzahlregelung für Dieselmotoren, die zumeist im Schlepperbau mit 1500 U/min als Normaldrehzahl betrieben werden, erfolgt wirtschaftlich am besten zumeist bis zu 1000 U/min. Einer Erweiterung der möglichen Überbrückung von Zugkraftschwankungen dienen die neu im Schleppersektor aufkommenden Drehmoment-Verstärkergetriebe (außer den bereits erwähnten Wandlern). Sie werden z. B. für die Schlepper vom Typ „Farmall Super M-TA“ und „Super W 6-TA“ der International Harvester Company verwendet. Das Getriebe besteht aus einem Planetenuntersetzungsgetriebe, das zwischen der Motorkupplung und dem üblichen Schaltgetriebe eingebaut wird und eine Geschwindigkeitsverringerung sowie Zugkrafterhöhung erlaubt. Wesentliches Merkmal ist die Möglichkeit, daß die Schaltung ohne Unterbrechung des Kraftflusses vorgenommen werden kann.

Erreicht wird dies durch den Einbau einer zweiten, kleineren Scheibekupplung auf der Motorwelle. Das Planetengehäuse kann im Motordreh Sinn mit umlaufen. Bei eingerückter Kuppelung (Bild 5) sind Gehäuse und Zahnräder gegeneinander gesperrt. Das Wechselgetriebe wird dann in der normalen

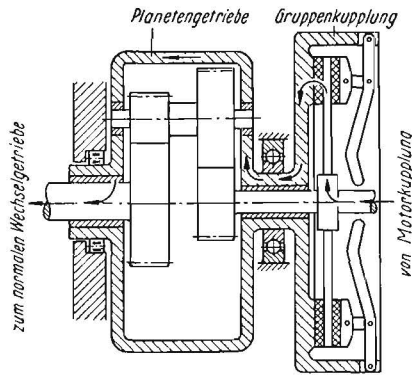


Bild 5. Schema des Gruppengetriebes bei abgeschalteter Untersetzung

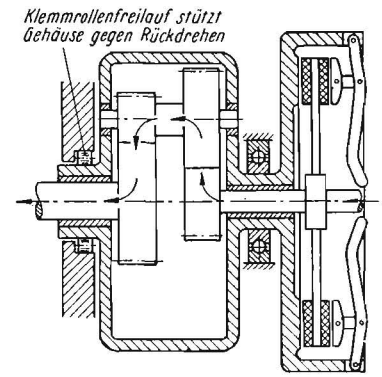


Bild 6. Gruppengetriebe eingeschaltet

Faßt man die Betrachtung zu den Geschwindigkeitswerten zwischen 3 und 7 km/h zusammen und beachtet ferner, daß etwa 40% der landwirtschaftlichen Arbeiten [10] (Bild 3) in diesem Geschwindigkeitsbereich liegen, so ist eine möglichst feine Stufung dieses Geschwindigkeitsbereiches begründet. Bekannte Vorschläge für Getriebestufungen von Agrarwissenschaftlern und ausgeführte Getriebekonstruktionen bestätigen diese Schlußfolgerung (Tabelle 2).

### Geschwindigkeitsbereich unter 3 km/h

Eine weitere spezifizierte Untersuchung sei den Geschwindigkeitswerten unter 3 km/h gewidmet, die z. B. für Pflanzmaschinen unerlässlich sind, da diese Maschinen nur halb-

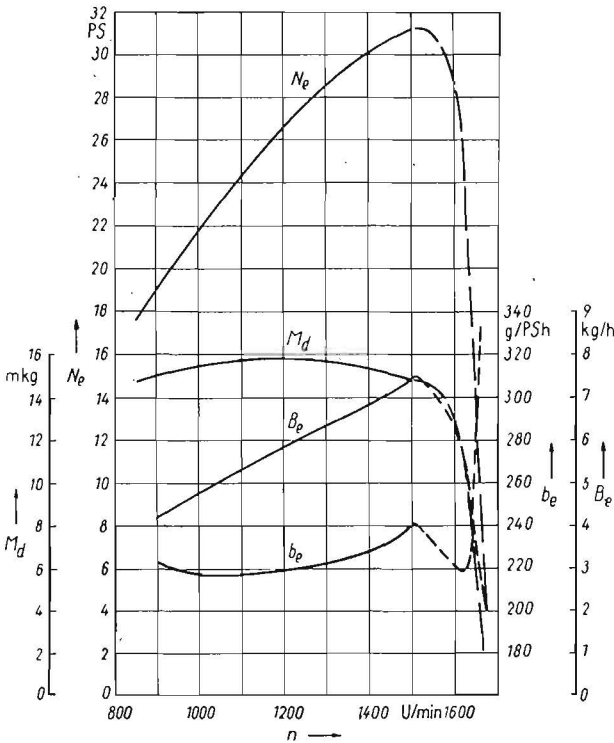
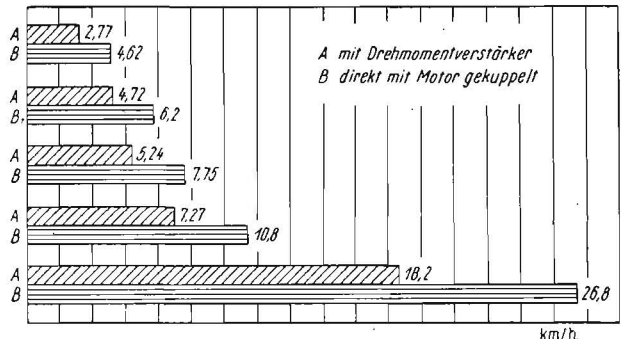


Bild 4. Motorleistung EM\_2-15 bei Vollast



Zugkraft in kg		Erhöhung in %
B	2320	*
A	2320	*
B	1870	24
A	2320	45,5
B	1465	45
A	2130	44
B	1030	
A	1495	
B	368	
A	532	

Bild 7 (oben). Mögliche Geschwindigkeitsveränderung durch Drehmomentverstärker-Getriebe (Bereifung 12-38)

Bild 8 (unten). Mögliche Zugkrafterhöhung durch Drehmomentverstärker-Getriebe (Bereifung 12-38)

Weise direkt angetrieben. Durch Betätigen der Getriebekupplung wird die zusätzliche Untersetzung eingeschaltet (Bild 6) und das Planetengehäuse wird über einen Klemmrollenfreilauf gegen das äußere Getriebegehäuse abgestützt [8], [9]. Die dadurch erzielten Geschwindigkeits- und Zugkraftänderungen geben Bild 7 und 8 wieder.

mechanisch arbeiten und noch eine zusätzliche manuelle Arbeit erforderlich machen. Gleichfalls ist eine „Kriechgeschwindigkeit“ für das Rübenvereinzeln, ebenfalls manuell auf Sitzkarren ausgeführt, notwendig. Für die Durchführung dieser Arbeiten wird allerdings nicht die volle Motorleistung benötigt, so daß hierbei mit gedrosseltem Motor gearbeitet werden könnte.

Tabelle 2. Geschwindigkeitswerte im Bereich von 3 bis 7 km/h

	Hersteller bzw. Vorschlag													
	Deutz AG DBR	Hanomag R 16 A DBR	Hanomag R 19 DBR	McCormick DED Intern.	Lanz D 2206 DBR	Zetor 25 K ČSR	Hanomag R 27 DBR	Lanz D 2806 DBR	Champion D 2 K 30 Frankr.	RS 04/30 DDR	Champion D 2 K 35 Frankr.	Robert Viteau Frankr.	Prof. Janke TH Dresden DDR	Prof. Dr. Brenner DBR
Leistung PS	15	16	19	20	22	25	27	28	30	30	35	—	—	—
Geschwindigkeitswerte V in km/h	3,1 4,3 6,0	3,2 4,8 6,8	3,8 4,9 6,6	3,2 4,8 6,5	3,4 5,2 7,2	3,84 5,0 6,4	3,4 4,9 6,2	3,2 5,0 6,8	2,46 4,12 5,52 7,3	3,8 5,25 7,05	3,08 4,28 5,81 7,6	3 4,5 6,0	2,6 4,0 5,4	3,5 5,4 7,5

Werden dagegen die Verhältnisse beim Einsatz mit einem Mährescher untersucht, so besteht die Forderung, daß der Mährescher bei der Verarbeitung der verschiedensten Fruchtarten aus Gründen der Wirtschaftlichkeit voll ausgenutzt werden muß. Diese Ausnutzung muß sowohl bei schwachen wie auch bei sehr starken Feldbeständen unter Vermeidung von Überbelastungen oder Verlusten ermöglicht werden, d. h., das in der Zeiteinheit geförderte Halmgutvolumen muß entsprechend der Maschinengröße etwa gleich groß sein. Hierzu erforderliche Regelungsaufgaben bei Mähreschern ergeben zwei Lösungsmöglichkeiten. Die eine besteht darin, bei stärkerem Halmfruchtbestand mit verringerter Mähbreite zu arbeiten. Dies ist allerdings nur bei Mähreschern, die mit einem zur Fahrtrichtung querlaufenden Fördertuch arbeiten, möglich. Hier werden die Halme quer in die Maschine eingeführt. Die Beschickung bleibt stets gleichmäßig. Bei Verwendung von Längsflußmaschinen dagegen wird das in Fahrtrichtung umlaufende Fördertuch einseitig belastet. Davon hängt auch die Belastung der Trommel und des Schüttilers ab. Eine gleichmäßige Beschickung über die ganze Maschinenbreite kann deshalb nur durch Veränderung der Fahrgeschwindigkeit erfolgen. Das bedeutet die Anwendung einer höheren Fahrgeschwindigkeit bei schwachem Feldbestand und einer niedrigeren Fahrgeschwindigkeit bei starkem Feldbestand. Das Bild 9 gibt die aus der Beaufschlagung erforderlich werdenden Geschwindigkeitswerte wieder. Können diese nicht eingehalten werden, so ist eine Überbelastung oder eine ungenügende Auslastung der Maschine die Folge. Daraus ergibt sich die Forderung für Mährescher, die von Schleppern gezogen und angetrieben werden, im Schleppergetriebe eine

### Hohe Geschwindigkeiten für Transporte

Ein sehr bedeutendes Arbeitspensum muß von den Schleppern in der Landwirtschaft auch für die Lösung von Transportaufgaben bewältigt werden. Die modernen Konstruktions-tendenzen im Schlepperbau, besonders die Leichtbauweise zum Zwecke der Materialeinsparung und Brennstoffverringereung einzuführen, kommen auch der Lösung der Transportaufgaben entgegen, d. h., bei geringem Eigengewicht kann die dem Schlepper eigene Leistung, die auf Grund seines Einsatzes bei der Bearbeitung der landwirtschaftlichen Nutzungsflächen festgelegt wurde, zur Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit für Transportaufgaben herangezogen werden. Durch Verringerung des Fahrzeugeigengewichts wird die erforderliche Leistung zur Überwindung des Fahrwiderstandes kleiner.

$$N = \frac{W_R \cdot V}{270}$$

wobei  $W_R$  der Fahrwiderstand [kg] bedeutet.

$$W_R = f \cdot G,$$

darin ist  $G$  Fahrzeugeigengewicht,  
 $f$  Rollwiderstandsbeiwert.

Bei einigen Schleppertypen (Champion D 2 K 30 und D 2 K 35 und RS 14/30) werden bereits Geschwindigkeitswerte von 25 km/h ausgeführt. Wenn auch hierbei berücksichtigt werden muß, daß für den Traktoristen eine besondere Fahrerlaubnis bei Überschreitung der Geschwindigkeitswerte von 20 km/h benötigt wird, so zeigt Bild 11 die erreichbare große Zeiteinsparung bei dem Unterschied der maximalen Fahrgeschwin-

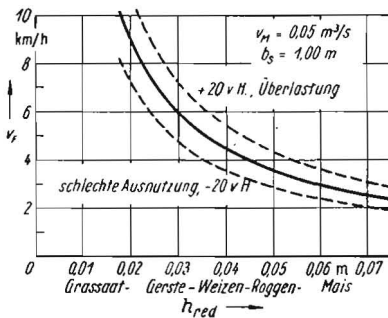
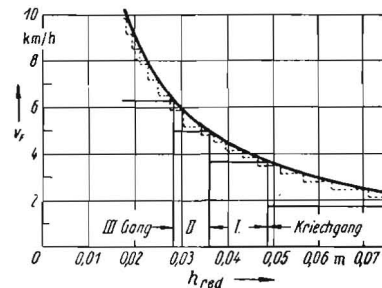


Bild 9 (links). Regeln der Dreschleistung durch Ändern der Fahrgeschwindigkeit

Bild 10 (rechts). Beispiel für die Anpassung der Schleppergangabstufungen an die Leistung eines Mähreschers



größere Anzahl von Vorwärtsgängen vorzusehen, zumal sich für jede Mährescherkonstruktion zwangsläufig feste, wirtschaftlich erforderliche Geschwindigkeiten ergeben. Bild 10 gibt ein Beispiel für Schlepper-Fahrgeschwindigkeiten wieder, die für die Leistung eines Mähreschers zugeschnitten sind [11].

Wenn auch für uns die Frage des gezogenen Mähreschers nicht mehr so im Vordergrund steht, da durch die Schaffung eines selbstfahrenden Mähreschers dieses Problem nicht mehr so aktuell ist, so verdient doch die Tatsache für die Auslegung der Getriebestufung Beachtung, wenn der Schlepper exportiert werden soll.

Ein Überblick auf die Geschwindigkeitswerte bereits in Fabrikation befindlicher Schleppertypen bestätigt deutlich, daß Geschwindigkeitswerte unter 3 km/h bereits Anwendung gefunden haben.

digkeit von 15 bzw. 25 km/h. Wesentlich sind höhere Geschwindigkeiten auch für die landwirtschaftlichen Betriebe, deren Nutzungsflächen weit auseinandergezogen liegen, da das erforderliche Transportvolumen mit zunehmender Entfernung rapide steigt [13] (Bild 12).

### Bodendruck - Fahrzeuggewicht - Geschwindigkeit

Darüber hinaus wird die Leichtbauweise noch durch die Bodendruckfrage bedingt. Bekanntlich treten durch zu hohen Bodendruck Strukturschäden ein. Die Verringerung der Schlepper-eigengewichte wird sich also auch in dieser Hinsicht günstig auswirken. Um trotzdem die Leistung bei geringen Geschwindigkeiten in Zugkraft umsetzen zu können, sind entsprechende Belastungsgewichte vorzusehen. Diese sind zweckmäßig in den Radfelgen anzuordnen bzw. eine Wasserfüllung der Bereifung



vorzunehmen, um die ungefederten Massen nicht zu erhöhen. Die Gewichtsverminderung darf wiederum nicht in Extreme führen, da sonst zu hohe Belastungsgewichte bzw. zu hohe Geschwindigkeiten zur Ausnutzung der Schlepperleistung erforderlich werden. Hohe Geschwindigkeiten sind agrartechnisch durch das Auftreten von starker Krümelung des Bodens nicht vertretbar oder führen zu geringen Arbeitsbreiten der landwirtschaftlichen Geräte. Diese bringen aber wiederum zu viele Schlepperspuren (Bodendruck) bei der Bearbeitung, so daß gefordert werden muß, zwischen den beiden Bedingungen:

Hohe Geschwindigkeit - geringe Arbeitsbreiten;  
niedrige Geschwindigkeiten - große Arbeitsbreiten,  
die günstigsten Mittelwerte zu schaffen.

Faßt man die vorstehenden Ausführungen über die Fahrgeschwindigkeiten zusammen, so können drei wesentliche Geschwindigkeitsgruppen herausgestellt werden:

1. Die Kriechgeschwindigkeit unterhalb 3 km/h,
2. der Geschwindigkeitsbereich von 3 bis 7 km/h, der für etwa 40% aller landwirtschaftlichen Bearbeitungsmethoden zutrifft,

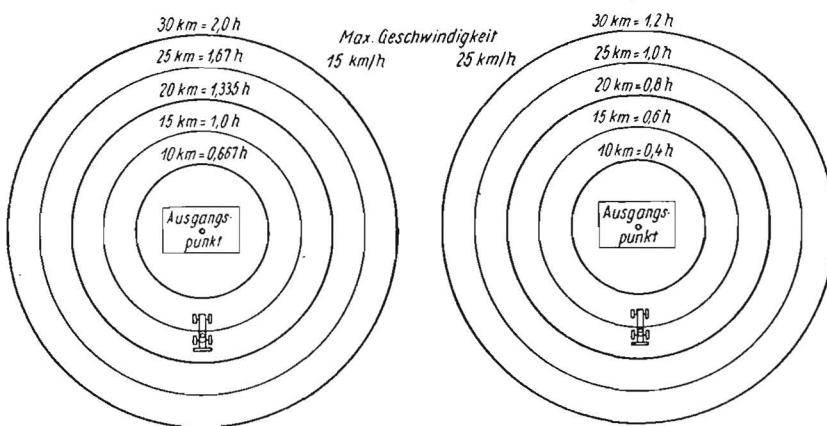


Bild 11. Fahrzeiten in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit  $t-f(v)$

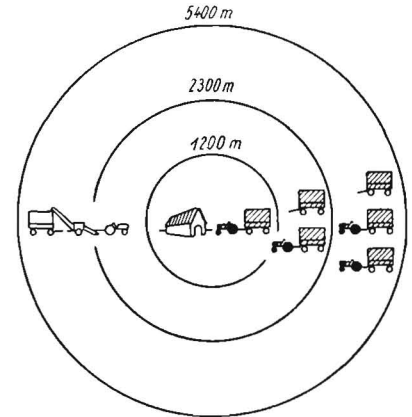


Bild 12. Ansteigender Bedarf von Zug- und Transportmitteln bei zunehmender Feldentfernung

3. der Geschwindigkeitsbereich über 7 km/h für leichtere landwirtschaftliche Arbeiten bzw. für Transportaufgaben zugeschnitten.

### Die beste Lösung: 6- bzw. 8-Gang-Getriebe

Die Abdeckung mit den jeweils zutreffenden Geschwindigkeitswerten erfolgt danach am besten mit einem 6- bzw. noch besser mit einem 8-Gang-Getriebe. Die bei einzelnen Arbeiten erforderliche Drehzahlvariierung des Motors erhöht dann teilweise die Möglichkeit der Geschwindigkeitsstufung auf die eines stufenlosen Getriebes. Bekannte Vorschläge über Geschwindigkeitsstufungen von namhaften Wissenschaftlern sind in Tabelle 3 nochmals zusammengefaßt. Diese Angaben sind als Durchschnittswerte in Bild 3 jeweils für 6- bzw. 8-Gang-Stufungen mit den Geschwindigkeitswerten im selben Bild zu vergleichen.

Beide Bilder bestätigen die erwähnte Möglichkeit, daß mit einem 6- oder 8-Gang-Getriebe die für die Landwirtschaft erforderlich werdenden Fahrgeschwindigkeiten erreicht werden können [12].

Eine Untersetzung der üblichen Übersetzungssprünge einzelner Getriebe zeigt, daß im Gegensatz zu der allgemein in der Maschinenindustrie verwendeten geometrischen Stufung mit gemeinsamen Sprungfaktor im Schlepperbau unterschiedliche Sprungfaktoren Verwendung finden. Die Übersetzungsverhältnisse für Schlepper sind aus fahrmechanischen und agrarbiologischen Zusammenhängen empirisch hervorgegangen. Sie sind allerdings heute den daraus abgeleiteten wissenschaftlich begründeten Gesetzen zu unterstellen, um den wirtschaft-

lichsten Einsatz des Schleppers zu gewährleisten. Dabei ist z. B. für Schlepper, die hauptsächlich für landwirtschaftliche Arbeiten mit hohem Zugkraftbedarf eingesetzt werden, der Übertragungswirkungsgrad zu berücksichtigen [12]. Das Bild 13 gibt die graphische Aufstellung von Getriebesprüngen einiger Schleppertypen wieder. Das Charakteristische ist, daß in der Regel die Stufensprünge des ersten zum zweiten Gang, des dritten zum vierten Gang und des fünften zum sechsten Gang höher liegen als für die dazwischenliegenden Arbeitsgänge. Dies resultiert aus der Bedingung, daß für die Schlepper-Kriechgeschwindigkeit extreme Minimalwerte bzw. für den Transport hohe Werte gewählt werden müssen, so daß sich größere Sprünge ergeben.

### Unsere Schlepper haben moderne Getriebestufung

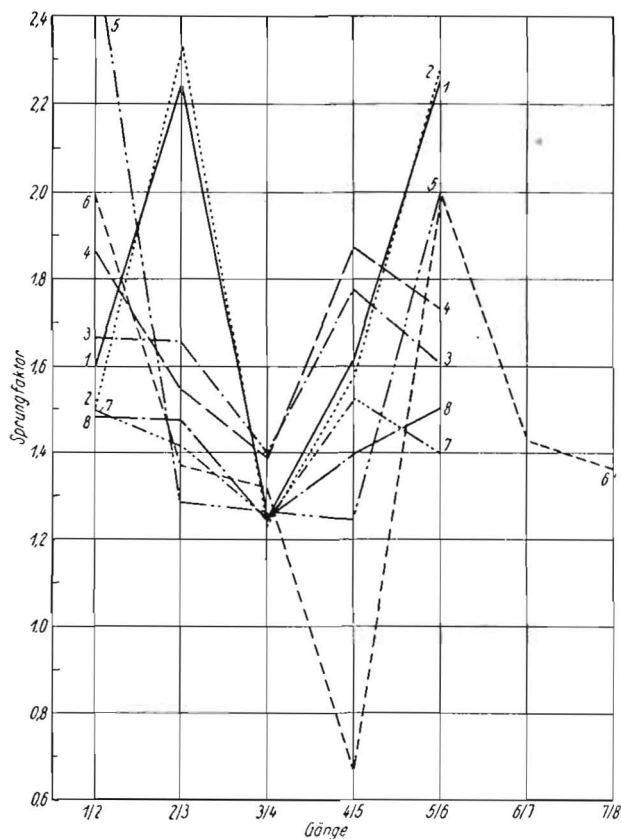
Abschließend sollen die bei uns gefertigten Schleppertypen RS 08/15 Maulwurf, RS 14/30 Favorit und KS 30/62 Urtrak im Hinblick auf die Getriebestufung besprochen werden. Der zuerst angeführte Geräteträger RS 08/15 ist bereits mit einem 8-Gang-Getriebe ausgeführt. Er wird somit den Anforderungen

der vorstehend erwähnten Geschwindigkeitsanalyse gerecht [13]. Gleichfalls ist der Radschlepper RS 14/30 mit einem Gruppengetriebe ausgestattet, das eine Wahl von zehn Geschwindigkeiten ermöglicht, wobei ein Geschwindigkeitsbereich von 1,2 bis 24 km/h bewältigt wird. Die Erfolge innerhalb der MTS-Bereiche und auch im Ausland haben gezeigt, daß die Schaffung der Mehrgang-Getriebe für die beiden Schleppertypen berechtigt ist. Darüber hinaus wird für die Zukunft ein Exportgeschäft im Schleppersektor nur möglich sein, wenn der Schlepper auch im Getriebe den modernen Ansprüchen des Mechanisierungsprozesses gerecht wird. Auch im internationalen Maßstab sind die unterschiedlichsten landwirtschaftlichen Maschinen zu finden, die jeweils eine oder mehrere ihr zugeordnete Geschwindigkeiten bedingen. Bedenkt man dann

Tabelle 3

Gang	Geschwindigkeit in km/h			
	Prof. Dr. BRENNER Völknerode	R. VITEAU Frankreich	R. VITEAU Frankreich	Prof. JANTE TH Dresden
1.	2	2	1,8	1,2
2.	3,5	3	3	1,8
3.	5,4	4,5	4,5	2,6
4.	7,5	6	6	4,0
5.	10,5	8	8	5,4
6.	20,0	15	12	8,9
7.			15	13,3
8.			25	20,0

noch die vielfältigen Bodenverhältnisse, dann wird es besonders klar, warum gerade das Exportgeschäft ein fein differenziertes gestuftes Getriebe erfordert. Der Kettenschlepper Urtrak



Geschwindigkeitswerte und Sprungfaktoren in- und ausländischer Traktoren													
Kennlinie	Hersteller	Leistung PS	Anzahl d. G.	- Sprungfaktor -				- Geschwindigkeit [km/h] -					
				1 G.	2 G.	3 G.	4 G.	5 G.	6 G.	7 G.	8 G.		
1	Burgartz T3V Westdeutschland	11	6	1	1,6	3,6	4,5	7,3	16,5				
2	Burgartz T3D Westdeutschland	12	6	1	1,5	3,5	4,3	6,8	15,5				
3	Fendt Fr2GH Westdeutschland	12	6	1	1,5	2,33	1,23	1,58	2,28				
4	Hanomag Westdeutschland	12	6	1	1,41	2,63	4,07	5,66	10,68	18,5			
5	Geräteträger ChTSt UdSSR	12	6	1	1,29	3,33	4,3	5,44	6,77	13,7			
6	Maulwurf RS DB/15 DDR	15	8	1	1,6	3,2	4,4	5,8	3,9	7,8	11,2	15,3	
7	Lanz D 170G Westdeutschland	17	6	1	3,2	4,8	6,8	8,5	13	18,2			
8	Kramer KB 17 Westdeutschland	17	6	1	3,5	5,2	7,7	9,5	13,3	20			

Bild 13. Getriebe-Stufensprünge 10 bis 20 PS

besitzt nur ein 5-Gang-Getriebe, jedoch ist hierbei zu erwähnen, daß die maximale Fahrgeschwindigkeit 8 km/h beträgt und somit die fünf Gänge zur Differenzierung des verhältnismäßig geringen Geschwindigkeitsbereiches Verwendung finden können. Wird die Funktion aller übrigen Bauteile ebenfalls laufend nach modernsten Gesichtspunkten ausgelegt und eine gute Fertigungsqualität gesichert, so sind kontinuierliche internationale Verkaufserfolge möglich.

### Literatur

- [1] Prof. Dipl.-Ing. PÖHLS, Dipl. agr. GROTH, Dipl. agrar. LEHMANN: Deutsche Agrartechnik (1953), H. 4.
- [2] Farm Implement, London (1953).
- [3] Dipl.-Landw. S. UHLMANN: Praktische Hinweise zur Gerätekopplung. Deutsche Agrartechnik (1953), H. 4.
- [4] HAGE: Ohne Wandler geht es nicht. KFZ-Fachblatt (1956), H. 6.
- [5] Hydraulically Propelled Tractor. Farm Mechanization (1954), Juni-Heft S. 224.
- [6] Prof. N. D. LUTSCHINSKI: Moskau — Zugkraft der Raupenschlepper und Geschwindigkeit des Pflügens. Deutsche Agrartechnik (1954), H. 5.

- [7] Prof. Dr. E. RÁZSÓ: Ungarn 1955, Prof. Dr. BRENNER: Braunschweig-Völkenrode: siehe Aufsatz „Arbeitsgeschwindigkeiten der Schlepper“ von Obering. LENTZ, Mannheim. Landtechn. Forschung (1952), H. 1.
- [8] H. H. COENENBERG: Gruppengetriebe in amerikanischen Acker-schleppern, Landtechnik (1954), H. 11.
- [9] HENRY A. FERGUSON: New Farmall tractor torque amplifier Agricultural Engineering (1954), H. 10.
- [10] ROBERT VITEAU: Das Wechselgetriebe des Traktors. Motorisation Agricole (1956), H. 2.
- [11] Prof. Dr. G. SEGLER, Braunschweig-Völkenrode: Der technische Stand des Mähdrusches.
- [12] Prof. A. JANTE, TH Dresden: Wirkungsgrad der Pflugeleistungsübertragung und Getriebestufung beim Ackerschlepper. Deutsche Agrartechnik (1953), H. 1.
- [13] Ing. R. BLUMENTHAL: Warum hat der Maulwurf acht Gänge? Deutsche Agrartechnik (1954), H. 3.
- [14] Dr. Ing. SCHILLING: Landmaschinen, 2. Band, Bodenbearbeitungsgeräte. Luthe-Druck, Köln 1953.
- [15] Testbericht RS 14/30. Institut für Landtechnik, Potsdam-Bornim.

A 2562

## FV „Land- und Forsttechnik“ der KdT beschließt Arbeitsplan 1957

Der Vorstand des FV kam am 13. Dezember 1956 im Kultursaal des VEB BBG Leipzig zusammen, um den Arbeitsplan des Fachverbandes für das Jahr 1957 zu beraten. Vor Beginn der Arbeitstagung wurde einem erweiterten Teilnehmerkreis von Prof. Dr. GRÜNER, TH Dresden, und Kollegen M. DOMSCH, Jena, über das Weltwettpflügen in Shillingford (England) berichtet. Die im Rahmen dieser Referate gezeigten Lichtbilder gaben einen interessanten Einblick in den Ablauf dieser Veranstaltung, die von 18 verschiedenen Ländern beschickt war. Die Betriebsangehörigen des VEB BBG und die Studenten der Fachschule für Landmaschinenbau Leipzig, die die Masse der Besucher ausmachten, folgten den Ausführungen der Referenten mit großer Aufmerksamkeit und waren von diesem Tagesordnungspunkt sehr befriedigt. Es muß begrüßt werden, daß der Vorstand des FV diese seit dem Sommer 1956 eingeführte Gepflogenheit beibehält, weil dadurch ein großer Kreis von Interessierten ständig über die Eindrücke unserer Delegierten im Ausland informiert wird. Auszüge aus beiden Vorträgen werden in den nächsten Heften dieser Zeitschrift veröffentlicht.

In der Arbeitstagung wurde zunächst in einer Aussprache mit den Betriebssektionsleitern der KdT in den Schlepper- und Landmaschinenwerken Einvernehmen darüber erzielt, daß diese Betriebssektionen künftig eine engere Bindung zum FV „Land- und Forsttechnik“ eingehen. Dadurch soll der Kontakt zwischen den Ingenieuren und Facharbeitern unserer Industriebetriebe zu den landtechnischen Praktikern in der Landwirtschaft noch fester geknüpft werden. Je intensiver die fachlichen Gespräche zwischen den Herstellern und den Benutzern unserer Landmaschinen auch im Rahmen der Kammer der Technik geführt werden, desto schneller wird die landtechnische Entwicklung bei uns vorankommen.

Im Arbeitsplan des FV für 1957 liegt der Schwerpunkt auf der Verbesserung der Wirksamkeit des FA „Landtechnik“. Die ursprünglich vorgesehene Unterstellung des Arbeitskreises „Landtechnisches Instandhaltungswesen“ unter dem FA „Landtechnik“ wurde fallengelassen. Dafür ist ein selbständiger FA auf diesem Gebiet gebildet worden, weil die Wichtigkeit dieses Arbeitszweiges einen selbständigen FA gerechtfertigt.

Nach Verabschiedung des Jahresarbeitsplans 1957 konstituierte sich der Fachverbands-Vorstand für die nächsten zwei Jahre.

AK 2657 K-e