

Viele Modelle der neuen Ford-Traktoren werden auf Wunsch mit dem Getriebe „Select-O-Speed“ ausgestattet. Sie erlauben das Schalten unter Last und werden im spezialisierten Ford-Werk in Michigan (USA) gefertigt. Dieses Getriebe soll anschließend am Beispiel des Traktors „Ford 971“ (48 PS bei 2 200 U/min) einer näheren Betrachtung unterzogen werden.<sup>2</sup>

### Aufbau und Wirkungsweise des Getriebes

Das Getriebe (Bild 1)<sup>2</sup> besteht aus drei nacheinanderfolgend angeordneten Planetengetrieben A, B und C und umfasst zehn Vorwärts- und zwei Rückwärtsgänge (Tafel 1).

Die Zahnräder 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 (Bild 1) besitzen in der entsprechenden Reihenfolge 36, 19, 75, 36, 19, 75, 30, 37, 105 Zähne.

Verschiedene Kombinationen beim Einschalten der Reibungskupplungen  $M_1$ ,  $M_2$  und  $M_3$  und der Bremsen  $T_1$ ,  $T_2$  und  $T_3$  mit Hilfe der Hydraulik gewährleisten das Umschalten bei Vorwärts- und Rückwärtsfahrt. Über die Planeten-Gruppe B und C sind fünf Vorwärts- und ein Rückwärtsgang zu erhalten. Die Gruppe A ermöglicht, die Zahl der Gänge zu verdoppeln. Die Schaltstellungen der Elemente bei den einzelnen Gängen verdeutlicht Tafel 2.

Bei gelöster Bremse  $T_1$  sperrt der Überholfreilauf und die Gruppe A dreht sich gleich der Übertragungsdrehzahl.

Bei angelegter Bremse  $T_1$  stellt die Gruppe A ein Übersetzungsgetriebe dar. An Stelle des Überholfreilaufs wird in „Select-O-Speed“-Getrieben einiger anderer Traktorentypen eine Reibkupplung eingebaut.

Die Anwendung von Planetengetrieben schränkt die Auswahl der Übertragungsverhältnisse ein. Infolgedessen erhielt man beim Traktor „Ford-971“ keine optimale Folge der Geschwindigkeiten. So sind der II. und der III. Gang praktisch gleich. Die für Pflanzmaschinen u. a. erforderlichen niedrigen Geschwindigkeiten (I. bis IV. Gang) machen ein Untersetzungsgetriebe unumgänglich.

Im Getriebe wurden ein völlig unabhängiger Zapfwellenantrieb ( $n = 540$  oder  $1000 \text{ min}^{-1}$  bei  $1750 \text{ U/min}$  des Motors) und Umschaltung auf synchronen Antrieb verwirklicht. Da das Schalten aller Gänge mit Hilfe von Reibkupplungen erfolgt, fehlt am Traktor eine Hauptkupplung. In die Schwungscheibe des Motors ist eine Sicherheitsrutschkupplung, angeordnet durch eine Tellerfeder, eingebaut. Kupplungen und Bremsen laufen in Öl.

Die Überholkupplung des ersten Planetensatzes ist ein Rollenfreilauf.

Die Elemente der Planetengetriebe sitzen auf Gleitlagern. Zwangsläufig erfolgt ihre Schmierung daher unter Druck. Das Lagerspiel beträgt  $\approx 0,2 \text{ mm}$ . Einige Elemente des Planetengetriebes drehen sich mit einer beachtlichen Geschwindigkeit —  $3\,260 \text{ U/min}$  bei  $2\,200 \text{ U/min}$  der Motor-Kurbelwelle. Die höchste Drehzahl,  $6\,440 \text{ min}^{-1}$ , erreichen die Planetenzahnräder.

Die Drehrichtung des größten Teiles der Planetengetriebe ist gleich, was die Relativgeschwindigkeit zwischen antreibenden und angetriebenen Scheiben der Reibkupplungen vermindert (Tafel 3).

<sup>1</sup> Gekürzte Übersetzung aus: „Traktory i sel' chosmaschiny“ (1967) II. 1, S. 42 bis 46.  
Übersetzer: Dr. L. PEIPE, KDT  
<sup>2</sup> einführender Aufsatz s. H. 7/1966, S. 338  
<sup>3</sup> s. a. H. 7/1966, S. 338, Bild 1

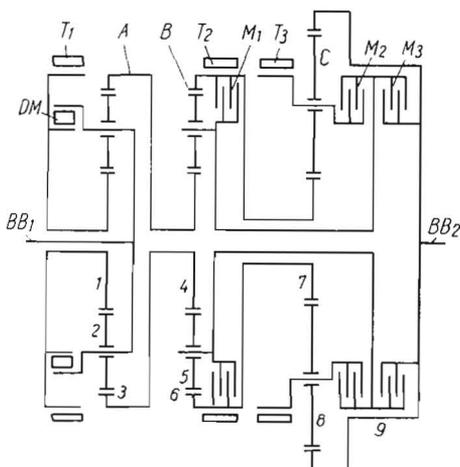


Bild 1  
Schema des Getriebes „Select-O-Speed“:  
OM Überholfreilauf; BB<sub>1</sub> Getriebeeingangswelle;  
BB<sub>2</sub> Getriebeausgangswelle

Kennwerte	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Rückw. I	Rückw. 2
Übersetzungsverhältnis: Schaltgetriebe	10,4	7,28	7,02	4,92	3,08	2,4	2,09	1,62	1,0	0,675	3,5	2,37
Planetengetriebe C							3,66					
Zentral- und Endgetriebe							7,18					
Gesamt	274	191,2	184,2	129	81	63,1	55	42,6	26,3	17,72	92	62,3
Fahrgeschwindigkeit in km/h	1,87	2,67	2,77	3,95	6,31	8,1	9,3	12	19,42	28,8	5,55	8,2

Tafel 1. Übersetzungsverhältnis und Fahrgeschwindigkeiten beim Select-O-Speed-Getriebe ▲

Tafel 2. Stellung der Bremsen und Kupplungen bei den einzelnen Gängen  
Kupplung (M) oder Bremse (T): in Funktion +; gelöst - ▶

Tafel 3. Drehzahlen  
Im Zähler = Drehzahl je Minute; im Nenner = Umfangsgeschwindigkeit in m/s bezogen auf den mittleren Scheibendurchmesser ▼

Bremsen und Kupplg.	Stand	Rückw. 2	Rückw. 1	Neutral	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
$T_1$	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-
$T_2$	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-
$T_3$	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
$M_1$	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
$M_2$	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+
$M_3$	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-

Kupplung	Stand	R2	R1	Neutral	U	II	III	IV	V	VI	VIII	VII	IX	X
$M_1$	715	0	0	715	955	1057	1414	1567	715	715	1059	1059	0	0
	4,93	0	0	4,93	6,56	7,26	9,75	10,8	4,93	4,93	7,27	7,27	0	0
$M_2$	715	3260	2200	715	212	0	314	0	160	0	236	0	0	0
	4,93	22,4	15,15	4,93	1,46	0	2,16	0	1,1	0	1,63	0	0	0
$M_3$	715	4192	2828	715	0	302	0	448	0	203	0	301	0	0
	4,93	28,8	19,5	4,93	0	2,08	0	3,09	0	1,4	0	2,7	0	0

Tafel 4. Verhältnisse der Brems- und Kupplungsmomente zum Drehmoment des Motors

Bremse und Kupplung	R1	R2	Neutral	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
T <sub>1</sub>	0,33	0	0	0	0	0,33	0,33	0	0	0,33	0,33	0	0,33
T <sub>2</sub>	0	0	0	0	0	0	0	2,08	2,08	1,41	1,41	0	0
T <sub>3</sub>	3,04	4,5	—	9,36	0,36	6,32	6,32	0	0	0	0	0	0
M <sub>1</sub>	2,08	2,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,08	1,41
M <sub>2</sub>	0	0	0	0	3,08	0	2,08	0	3,08	0	2,08	1,0	0,68
M <sub>3</sub>	0	0	0	3,08	0	2,08	0	3,08	0	2,08	0	0	0

In Tafel 4 sind die Verhältnisse der Momente, die durch Bremsen und Reibkupplungen übertragen werden, zum Drehmoment des Motors bei höchster Leistung angegeben.

### Die Betätigung des Schaltgetriebes

erfolgt hydraulisch. Die Gänge werden durch Schwenken eines Hebels geschaltet, der bequem unter dem Lenkrad angeordnet ist.<sup>4</sup> Ein Seilzug überträgt die Bewegung weiter vom Hebel auf eine Nockenwelle, deren Nocken über einen Hebel den Steuerschieber des Verteilers bewegen, wodurch sie die entsprechende Leitung des Hydrauliksystems öffnen oder schließen. Dabei werden durch entsprechende Kombinationen die Reibungselemente des Getriebes angelegt oder getrennt.

Auf der Skala am Führungsgehäuse des Schalthebels werden der eingeschaltete Gang und die zu drei Motordrehzahlen (2 200 und 1 750 min<sup>-1</sup>) gehörenden Geschwindigkeiten angezeigt. Außerdem sind die Stellungen „Neutral“ und „Stand“ vorhanden.

Bei Stellung „Neutral“ ist nur die Bremse T<sub>1</sub> angezogen, das Drehmoment des Motors wird nicht auf die Antriebswelle übertragen. Bei Stellung „Stand“ sind die Bremsen T<sub>2</sub> und T<sub>3</sub> angelegt, die das Sonnenrad und den Planetenträger der Planetengruppe C festhalten, d. h. daß sie die Antriebswelle abbremsten. Wenn der Motor und infolgedessen auch die Hydraulikpumpe stehen, werden die Bremsen T<sub>2</sub> und T<sub>3</sub> automatisch angezogen, unabhängig davon, in welcher Stellung sich der Schalthebel befindet. Um dies zu erreichen, sind die Bremsen T<sub>2</sub> und T<sub>3</sub> so ausgelegt, daß sie durch den Öldruck gelöst und bei Fehlen desselben durch Federn angezogen werden. Alle übrigen Reibungselemente werden durch Öldruck in Funktion gesetzt. Zwischen Schaltgetriebe und Hinterradantrieb liegt eine Tremeinrichtung, die man zum Abschleppen des Traktors mit stehendem Motor benötigt. Außerdem wird dadurch eine zweite Ölpumpe mit Antrieb über die Triebräder zum Schmieren des Getriebes während des Schleppens erübrigt.

### Untersuchung der Leistungssteigerung

Nach Angaben von Ford erhöht sich die Leistungsfähigkeit des Traktors je nach Art der landwirtschaftlichen Arbeit und den Einsatzbedingungen bei Verwendung des Select-O-Speed-Getriebes bis zu 27 % gegenüber herkömmlichen Getrieben (Zeitschrift „Implement and Tractor“, 1959, Nr. 2).

Um zu klären, woraus sich die Steigerung der Produktivität des Traktors bei Verwendung eines unter Last schaltbaren Getriebes ergibt, wurden insbesondere das Anfahren und der Gangwechsel eingehend untersucht.

Die Untersuchungen erfolgten bei Belastung des Traktors durch den Meßwagen, aufgebaut auf das Fahrwerk des Kraftwagens GAS — 63, in Verbindung mit einem Anbaupflug sowie bei Transportarbeiten, und zwar sowohl auf Beton als auch auf fester Erde. Der Auslastungsgrad des Motors lag zwischen 0,65 bis 0,70. Während des Umschaltens der Gänge kam der Traktor nicht zum Stillstand. Dabei betrug die Zeit für das Umschalten auf eine benachbarte Schaltstufe 0,15 bis 0,45 s, was beträchtlich unter der Zeit liegt, die für das Schalten eines herkömmlichen Getriebes benötigt wird (3 bis 7 s). Der größte Zeitbedarf besteht beim Umschalten vom IV. auf den V. Gang. Das erklärt sich dadurch, daß dabei drei Reib-

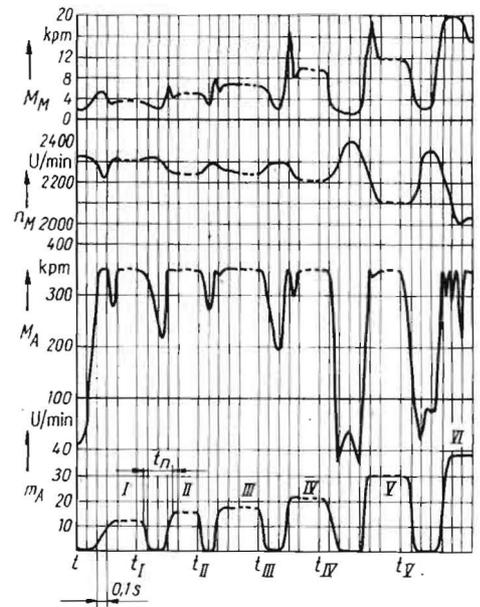


Bild 2  
Veränderung der Drehzahlen und der Drehmomente des Motors (Index M) und des Antriebsrades (Index A) beim Einsatz des Traktors „Ford — 971“ mit einem Anbaupflug;  
I—VI Schaltstufen; t<sub>n</sub> Schaltzeit

bungselemente aus- und zwei eingeschaltet werden müssen, in anderen Gängen aber nur zwei bis drei Elemente zu betätigen sind.

Mit zunehmender Belastung des Motors steigt die Zeit für das Umschalten. Eine Veränderung des Auslastungskoeffizienten von 0,3 auf 0,8 erhöht z. B. die Zeit für das Umschalten vom IV. auf den VII. Gang von 0,3 bis 0,4 s.

Bei den Untersuchungen ergab sich, daß sogar bei schneller Bewegung des Schalthebels über die Schaltstellungen immerhin noch teilweises oder vollständiges Einschalten aller Gänge folgerichtig vor sich ging. Der Traktor blieb dabei in einer Reihe von Fällen stehen, und die Anlaufzeit vergrößerte sich.

Die Untersuchung beim Pflügen erfolgte mit dem zum „Ford-971“ gehörenden Anbaupflug auf Stoppelfeld in einem Abschnitt mit wenig veränderlichem Relief. Die Arbeitstiefe schwankte zwischen 18 und 22 cm in Abhängigkeit von Zustand und Relief des Bodens, was zu einer Auslastung des Motors von 70 bis 80 % und darüber führte.

Bild 2 zeigt, daß der Traktor beim Pflügen und einer Motorbelastung, die der Vollast nahekommt, während des Umschaltens stehen blieb. Die Stillstandszeit schwankte während der Erprobung von 0,1 bis 0,3 s. Das Anfahren erfolgte danach häufig mit einem Ruck. Diese Eigenschaft des Umschaltens erklärt sich mit der Tatsache, daß im „Select-O-Speed-Getriebe“ eine Einrichtung für das Umschalten ohne Unterbrechung des Kraftflusses fehlt, und stattdessen Bandbremsen angewendet werden, die feste Einschaltcharakteristiken besitzen. Im Institut „NATI“ wird eine hydraulische Vorrichtung für das Umschalten der Gänge ohne Unterbrechung des Kraftflusses entwickelt. Solche Elemente sind angewendet im Planetengetriebe des Traktors „John Deere“ 4020, das mit Scheibenbremsen ausgerüstet ist.

<sup>4</sup> s. H. 7/1966, S. 339, Bild 2

Für die Untersuchung des Traktors bei Transportarbeiten benutzte man einen Einaachsanhänger auf einem Wegabschnitt, der über gewachsenen Boden und Betonstraßen führte und in durchschnittlichem Gelände lag.

Das Schalten der Gänge erfolgte dabei auf zweierlei Weise: Während der Fahrt (mit dem Schalthebel) und durch Nachahmen des üblichen Schaltvorgangs mit Hilfe des Pedals zur Regulierung der Schaltgeschwindigkeit. Im zweiten Falle drückt der Traktorist beim Schalten das Pedal, dann setzt er den Schalthebel um und entlastet das Pedal.

Beim Umschalten ohne Pedal kam der Traktor nicht zum Stillstand und überwand den vorhandenen Zugwiderstand bis zum IX. Gang. Beim Schalten unter Benützung des Pedals zur Regulierung der Schaltgeschwindigkeit war man bei dieser Last gezwungen, im VII. Gang zu fahren, weil der Motor im IX. Gang stehen blieb. Das Schalten unter Last ermöglicht demnach im Vergleich zur herkömmlichen Art des Schaltens eine höhere Geschwindigkeit bei einer bestimmten Zuglast.

Die Untersuchungen ergaben, daß die hydraulische Bedienung des Getriebes „Select-0-Speed“ außerordentlich einfach

ist und die Arbeit des Traktoristen erleichtert. Das erhöht die Arbeitsproduktivität, weil der Traktorist weniger ermüdet und ihm das Schalten der Stufe erleichtert wird, die die beste Auslastung der Motorleistung ermöglicht. Eine Dauererprobung des Getriebes „Select-0-Speed“ hinsichtlich Betriebssicherheit und Nutzungsdauer fand nicht statt.

Der Einsatz von unter Last schaltbaren Getrieben erhöht die Produktivität des Traktors durch Verkürzen der Schaltzeit, durch die Möglichkeit, mit höheren Geschwindigkeiten als bei gewöhnlicher Schaltung zu fahren und durch Erhöhung des Bedienungskomforts.

Außerdem wird es damit rationell, die Gänge bei Veränderung des Arbeitswiderstands auf kurzen Strecken auch dann zu ändern, wenn dies bei gewöhnlichen Stufengetrieben unzweckmäßig ist.

Die angestellten Untersuchungen zeigten, daß es in Getrieben mit Gangwechsel durch Reibkupplungen und Bremsen zweckmäßig ist, Einrichtungen einzubauen, die ununterbrochenen Kraftfluß sichern, um Stillstand während des Umschaltens zu vermeiden.

A 7043

## Der Traktor K — 700 und seine Geräte<sup>1</sup>

Auf der Internationalen Landmaschinen-Ausstellung 1966 in Moskau und auch auf der Ausstellung zum 50. Jahrestag der Gründung der Sowjetmacht war auf dem Gelände der Volkswirtschaftsausstellung in Moskau der Traktor K-700 des Leningrader Kirow-Werks mit seinen verschiedenen Geräten ausgestellt. Dieser bereits seit einigen Jahren für die Landwirtschaft der UdSSR produzierte Traktortyp ist mit seiner Motorleistung von 220 PS als besonders leistungsstarke An-

triebsmaschine anzusehen. Infolge seiner relativ hohen Eigenmasse von 12 000 kg und seiner besonderen Laufwerkgestaltung ist er in die 5-Mp-Neinzugkraftklasse einzustufen.

Der „Kirowez“ K-700 ist ein allradgetriebener Traktor mit gleichgroßen Rädern, der mit hydraulischem Kraftheber, Dreipunktaufhängung und Zapfwelle die Möglichkeit der Kopplung mit Anbau-, Aufsattel- und Anhängergeräten bietet. Über die wichtigsten Motor-, Getriebe-, Laufwerks- und Fahrzeug-Daten gibt Tafel 1 Auskunft, die nach Prospektangaben der sowjetischen Vereinigung „Sojusselchostechnika“ zusammengestellt wurde. Mit dem Traktor kommen verschiedene Pflüge, Grubber, Eggen und Tieflockerer sowie eine Koppelseinrichtung zur Aussaat von Getreide zum Einsatz. Diese Geräte werden in mehreren Landmaschinenwerken der Sowjetunion hergestellt. Die Hauptdaten der Geräte sind in Tafel 2 zusammengestellt.

Aus diesen Angaben geht hervor, daß die Geräte ein Arbeiten des Traktors entweder unter schweren bis schwersten Arbeitsbedingungen bei „geringer“ Arbeitsbreite oder aber unter normal-mittleren Bedingungen bei großer Arbeitsbreite und relativ hoher Arbeitsgeschwindigkeit (6 bis 10 km/h) gestatten.

Nach Angaben der Hersteller beträgt die Produktivität beim Pflügen in einer Arbeitsbreite von 2,8 bis 3,5 m 1,75 bis 2,5 ha/h. Beim Einsatz der Scheibenegge mit Arbeitsbreiten von 7 bis 20 m sind je nach Art der Egge Leistungen zwischen 5,0 und 18,0 ha/h zu erwarten. Die Vierer-Kopplung von Grubbern oder Drillmaschinen ermöglicht Flächenleistungen zwischen 12 und 16 ha/h.

Mit den verschiedenen schweren Grubbern und Tieflockern sind schließlich Flächenleistungen von 1,7 bis 6,0 ha/h erreichbar. Interessant sind die in Tafel 2 eingetragenen Stundenleistungen und die auf 8 h bezogenen Schichtleistungen.

Über den Einsatz mit den vorgenannten Geräten hinaus wird der Traktor K-700 in der Sowjetunion auch zur Bewältigung von Transportaufgaben herangezogen. Dazu wurden von der sowjetischen Landmaschinenindustrie zwei Anhänger mit einer Tragfähigkeit von 9 und 12 t entwickelt. Diese beiden Anhänger sind als hydraulische Seitenkipper ausgeführt. Sie unterscheiden sich insbesondere durch die unterschiedliche

Tafel 1. Technische Daten des Allradtraktors K-700

Zugkraftklasse	5 Mp
Einsatzmasse	12 000 kg
Achslasten vorn/hinten	7 500/4 500 kp
Geschwindigkeitsbereich vorwärts/rückwärts	2,8 ... 30,8 km/h/5,0 ... 27,8 km/h
Anzahl der Gänge vorwärts/rückwärts	16/8 (4 Gruppen)
Geschwindigkeiten vorwärts in km/h	2,8 — 3,4 — 4,1 — 5,0 — 5,5 — 6,6 — 8,0 — 8,9 — 9,6 — 10,9 — 13,1 — 15,7 — 17,5 — 21,1 — 25,5 — 30,8
Bereifung vorn und hinten	23,1/18 — 26
Zugkraft auf Stoppel	6 000 kp bei V = 6,6 km/h 4 220 kp bei V = 8,9 km/h 2 500 kp bei V = 13,1 km/h
<b>Abmessungen</b>	
Spurweite	1 910 mm
Radstand	3 050 mm
Bodenfreiheit	440 mm
Länge/Breite/Höhe	7 050/2 520/3 100 mm
Wenderadius (min)	6 000 mm
<b>Motor</b>	
Motor-Typ	JaMS-238 NB
Verfahren/Bauweise	4-Takt-Dieselmotor/8-Zylinder, V-förmig mit Turbokompressor und Wasserkühlung
Leistung	220 PS
Bohrung/Hub	130/140 mm
Gesamt-Hubvolumen	14,86 l
Nennrehzahl	1 700 min <sup>-1</sup>
Max. Drehmoment (bei n = 1 100 ... 1 300 min <sup>-1</sup> )	96 kpm
Spez. Kraftstoffverbrauch	175 ... 190 g/PS h
Kraftstofftank	480 l
<b>Hydraulikpumpe</b>	
Fördermenge bei n = 1 700 min <sup>-1</sup>	72 l/min
Arbeitsdruck	100 kp/cm <sup>2</sup>
<b>Kraftheberzylinder</b>	
Durchmesser/Hub	140/400 mm
<b>Dreipunktaufhängung</b>	
Hubvermögen 2 500 mm von Hinterachse	2 000 kp
Zapfwellen-Drehzahl	1 000 min <sup>-1</sup>

<sup>1</sup> Bilder dazu auf der 2. Umschlagseite