

maße am Schleppergetriebegehäuse und im gewissen Umfang auch für das Ankoppeln der Geräte. Kennzeichnend für diese Bauart ist die automatische Rückführung des Steuermechanismus nach Betätigung des Handbedienhebels (z. B. Heben oder Senken) in den drucklosen, sogenannten neutralen Ölkreislauf, d. h. der Schlepperfahrer braucht nur den Handbedienhebel vorwärts oder rückwärts zu schieben bis an einen vorher gewählten und festgestellten Anschlag. Hub- oder Senkvorgang und Zurücksteuern in den neutralen Ölkreislauf erfolgt automatisch; der Schlepperfahrer hat die Hände frei. Zu jeder Stellung des Handbedienhebels gehört eine bestimmte Höhe oder Tiefe des Anbaugerätes.

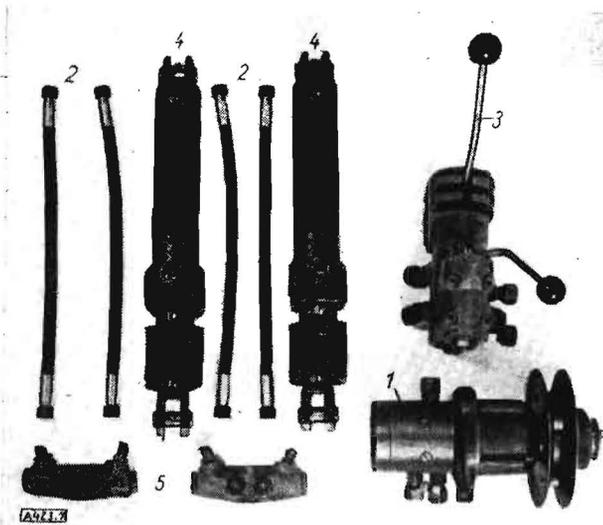


Bild 7 Doppelwirkender mit Drucköl betätigter Kraftheber mit getrennten Arbeitszylindern. Bauart Kienzle

Beim freien Arbeitszylinder hingegen ist eine automatische Rückführung nicht vorhanden. Solange der Schlepperfahrer den Handbedienhebel betätigt, bewegt sich der Arbeitskolben. Die Beendigung dieser Bewegung kann nur durch Zurücknahme des Handbedienhebels in die neutrale Stellung erfolgen. Kommt der Arbeitskolben in seine Endstellungen, ohne daß der Handbedienhebel zurückgenommen wird, dann fördert die Ölpumpe weiter über ein Überdruckventil. Zwischen Stellung des Bedien-

hebels und Stellung des Kolbens des Arbeitszylinders bzw. Höhen- oder Tiefenstellung des Anbaugerätes gibt es keinerlei direkte Beziehung.

Zur Erzeugung des Drucköles werden als Energiequelle heute *Zahnradpumpen und Kolbenpumpen* verwendet. Die wichtigsten Forderungen an eine solche Pumpe für die Landwirtschaft sind: Lebensdauer möglichst die des Schleppers, mindestens fünf Jahre, geringer Leistungsbedarf beim Arbeiten (wichtig für Schlepper kleiner Leistung und bei Leerlauf). Pumpe soll abschaltbar sein, wenn hydraulischer Kraftheber nicht gebraucht wird; die Fördermenge der Pumpe soll vom Öldruck möglichst geringe Abhängigkeit zeigen, damit leichte Anbaugeräte nicht zu schnell gehoben werden.

Mit Rücksicht auf Lebensdauer und guten volumetrischen Wirkungsgrad sollten keine höheren Öldrücke als 50 bis 70 kg/cm² angewendet werden. Antriebsdrehzahl etwa 1400 bis 2000 U/min, wenn Pumpe direkt vom Schleppermotor angetrieben wird, und etwa 550 U/min, wenn Antrieb über Zapfwelle erfolgt. Infolge geringerer Leckverluste liegen bei den *Kolbenpumpen* die Öldrücke höher. Kolbenpumpen werden in Mehrkolbenbauart als Reihenspumpen, Radialpumpen (Sternanordnung der Kolben) oder als Axialpumpen gebaut. Die z. Z. verwendeten Öldrücke liegen zwischen 100 und 150 kg/cm². Kolbenpumpen brauchen in der Herstellung nicht teurer zu sein als Zahnradpumpen.

Baumerkmale der hydraulischen Kraftheber

Das Arbeitsvermögen eines hydraulischen Krafthebers wird aus größter Kolbenkraft und größtem Kolbenweg bestimmt und in kgm angegeben. Die Kolbenkraft ergibt sich aus Kolbendurchmesser und Arbeitsdruck; die Zeit, in welcher der Kolbenhub vor sich geht, ist abhängig von der Fördermenge der Pumpe. Für Anbaugeräte kann man als Hubzeit etwa 2 s annehmen, für Lader und ähnliche Einrichtungen 9 bis 10 s. Die z. Z. gebauten hydraulischen Kraftheber haben Arbeitsvermögen von 260 bis 550 kgm. Die Ansichten der tatsächlich notwendigen Arbeitsvermögen gehen noch auseinander, da über die Größe der Verluste noch keine erschöpfenden Meßergebnisse vorliegen. Die Bauart nach *festem* Arbeitszylinder mit Arbeitsvermögen von 260 bis 400 kgm verwenden die Fa. Kienzle, Teves, Stockey & Schmitz, nach *freiem* Arbeitszylinder bis 550 kgm Kienzle, Teves, Printz, Toussaint & Heß. Diese genannten Firmen sind ausgesprochene Aggregatfirmen. Daneben gibt es natürlich noch eine Reihe Schlepperfirmen, welche ihre hydraulischen Kraftheber selbst bauen, wie z. B. Lanz, Allgaier. In den Bildern 5 bis 7 sind einige Typen ölhydraulischer Kraftheberkonstruktionen gezeigt.

A 423

Zur Entwurfsplanung von Ackerschleppern - Diagramme für Ackerschlepper

Von ord. Professor A. JANTE, Dresden

DK 620. 1-42

a) Entwurfsplanung von Ackerschleppern

Da es sich beim Ackerschlepper, nicht nur um seine eigene Fortbewegung handelt, müssen die für Kraftwagen aufgestellten Planungsgrundlagen [1] zweckentsprechend abgewandelt werden. Als Hauptkenngröße für die Kopplung von Kraftmaschine (Schlepper) und Arbeitsmaschine (Bodenbearbeitungsgeräte, Erntemaschinen usw.) ist die Zugkraft maßgebend, während die Geschwindigkeit lediglich innerhalb gewisser, durch die jeweilige Arbeit bedingter Grenzen zu halten ist.

Als Ausgangspunkt für die Planung ist möglichst für alle zu erledigenden Arbeiten der Zugkraftbedarf für die Einheit der Arbeitsmaschine festzustellen (also z. B. beim Pflug die erforderliche Zugkraft je Schar, beim Eggen und beim Walzen für die genormte Einheit oder für 1 m Arbeitsbreite). Für unser Beispiel wollen wir uns auf die drei Arbeiten des Stoppelschälens, Saatzpflügens und Tiefpflügens beschränken. Mit dem spezifischen Pflugwiderstand für mittleren deutschen Ackerboden

von 40 kg/dm² lassen sich dann gemäß folgender Zahlentafel die Zugkräfte ermitteln:

Arbeit	Furchentiefe dm	Furchenbreite dm	Furchenquerschnitt dm ²	Zugkraft je Schar kg
Schälen	1	1,25	1,25	50
Saatzpflügen	2	2,50	5,00	200
Tiefpflügen	3	3,75	11,25	450

Mit diesen Werten werden rechts in Bild 1 Zugkraftleitern gezeichnet, die für die einzelne Arbeit je nach der Zahl der gleichzeitig arbeitenden Pflugschare die erforderliche Zugkraft angeben.

Verlangen wir nun von unserem Schlepper, daß er zweischarig tiefpflügen soll, so muß er 900 kg Zugkraft aufbringen. Dazu muß der Schlepper über genügendes Adhäsionsgewicht

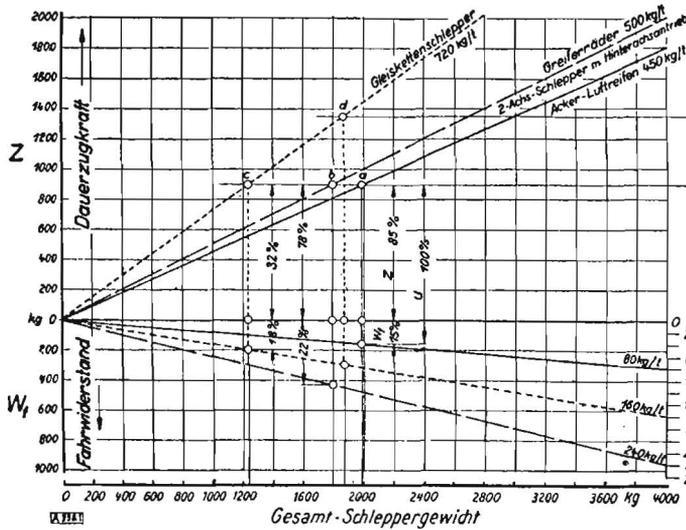


Bild 1 Dauerzugkraft- und Fahrwiderstand-Schleppergewicht-Diagramm mit Zugkraftbedarf-Leitern für verschiedene Arbeiten

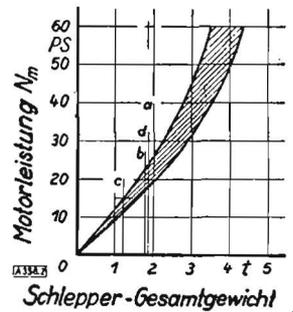


Bild 2 Normaler Zusammenhang zwischen Motorleistung und Schleppergewicht

verfügen, um den unvermeidlichen Schlupf nicht zu groß werden zu lassen. Für Dauerbetrieb kann man 8% Schlupf zulassen (Schlupf = [Umfangsgeschwindigkeit der Antriebsräder — Fahrgeschwindigkeit] : Umfangsgeschwindigkeit). Dabei ergeben sich für die einzelnen Schleppertypen folgende Dauerzugkräfte: Zweiaxsschlepper mit angetriebener Hinterachse und Ackerluftreifen 450 kg/t Gesamtgewicht, Zweiaxsschlepper mit angetriebener Hinterachse und Eisenrädern 500 kg/t Gesamtgewicht und Gleiskettenschlepper 720 kg/t Gesamtschleppergewicht. (Für allradgetriebene Zweiaxsschlepper erhöhen sich obige Werte nur um 100 kg/t.)

Für diese Werte ist nun in Bild 1 links oben ein Dauerzugkraft-Schleppergewicht-Diagramm gezeichnet, aus dem wir für 900 kg Zugkraft die erforderlichen Schleppergewichte im Punkt *a* für den luftbereiften zu 2000 kg, für Greiferräder im Punkt *b* zu 1800 kg und für den Raupenschlepper im Punkt *c* zu 1250 kg ablesen können. Man kann also hier einen Typ von 1800 kg Eigengewicht bauen, der für Eisenräder und luftbereifte Räder verwendbar ist, wenn bei Verwendung von Luftreifen die Antriebsachse zusätzlich durch 200 kg Ballast belastet wird.

Die Nebenleistung an den Antriebsrädern muß nun nicht nur die Zugleistung aufbringen, sondern auch den eigenen Fahrwiderstand des Schleppers überwinden. Der Fahrwiderstand kann beim Luftreifenschlepper zu 80 kg/t, beim Eisenradschlepper zu 240 kg/t und beim Raupenschlepper zu 160 kg/t Gesamtschleppergewicht angesetzt werden. Dafür gilt das untere Diagramm in Bild 1, aus dem nun für die drei Schleppertypen die Fahrwiderstände zu entnehmen sind. Zugkraft und Fahrwiderstand zusammen müssen von der Umfangskraft des Antriebes aufgebracht werden. Dazu kann jetzt nach Bild 2 aus dem Gesamtgewicht des Schleppers zunächst der dazugehörige Leistungsbereich für den Antriebsmotor entnommen werden. Als Antriebsmotor werde ein Dieselmotor mit der Blockierungslinie *w-x-v* im effektiven Mitteldruck-Drehzahl-Diagramm nach Bild 3 vorausgesetzt. Da nun empfohlen wird, im Dauer-

betrieb die Schleppermotoren nur mit 75% ihrer Höchstleistung zu belasten, so ist die $0,75 \cdot N_{max}$ -Linie *x-y* eingetragen. Von 1600 bis 1000 Umdrehungen kann also mit konstanter Leistungsabgabe gerechnet werden. Als untere Dauerbetriebsdrehzahl sind hier 600 U/min angenommen, wobei dann zwischen 600 und 1000 U/min mit konstantem Drehmoment gerechnet werden kann, Linie *w-x*.

Die Umfangskraft *U* in kg errechnet sich aus der Motorleistung *N_m* in PS und der Umfangsgeschwindigkeit *V_u* in km/h zu $U = 270 \cdot \eta_g \cdot N_m : V_u$, wobei η_g der Gesamtwirkungsgrad des Triebwerkes (Getriebe und Achsantrieb) ist, der zu 0,86 angenommen werden kann. Für eine gleichmäßige Folge von Motorleistungen sind nun in Bild 4 die Umfangskrafthyperbeln über der Umfangsgeschwindigkeit des Antriebes aufgetragen. Rechts neben dem Diagramm ist eine Ordinate eingezeichnet, auf der die Summen von Dauerzugkraft und Fahrwiderstand aus Bild 1 aufgetragen sind. Legt man nun für die beiden Zweiaxsschlepper *a* und *b* unseres Beispiels nach Bild 2 eine Motordauerleistung von 20 PS zugrunde, also etwa 27 PS Höchstleistung, so kann man auf der 20-PS-Hyperbel an den Punkten *a* und *b* ablesen, bei welcher Geschwindigkeit die geforderten Umfangskräfte mit dem 20-PS-Schlepper erreicht werden können. Sie liegen zwischen 3 und 5 km/h, sind zulässig, weil die obere Grenze für das Pflügen derzeit zwischen 7 und 9 km/h anzusetzen ist.

Jetzt ist nur noch die Verteilung der Getriebegänge festzulegen. Da für Eisen- und Luftreifen derselbe Schlepper verwendet werden soll, so muß der 1. Gang so gelegt werden, daß er die beiden Punkte *a* und *b* umfaßt und für Schwankungen der Zugkräfte auch noch eine Reserve läßt. Die Eckpunkte auf der $N_m = 20$ -PS-Hyperbel sind dabei lediglich so zu wählen, daß ihre Umfangsgeschwindigkeiten im gleichen Verhältnis zueinander stehen wie die Drehzahlen *x* und *y* in Bild 3, also z. B. wie 1600 : 1000. Von der Ecke *x* an in Bild 4 bleibt dann die Umfangskraft konstant bis zu einer Umfangsgeschwindigkeit, die im Verhältnis der Drehzahlen *w* : *x*, also z. B. 600 : 1000,

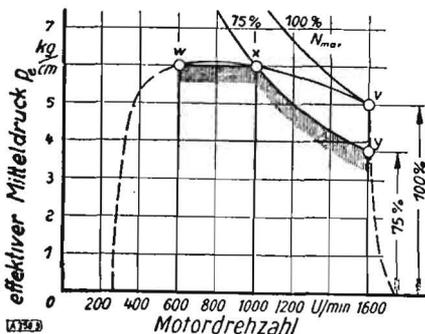


Bild 3 Beispiel für die Begrenzung der Motorencharakteristik

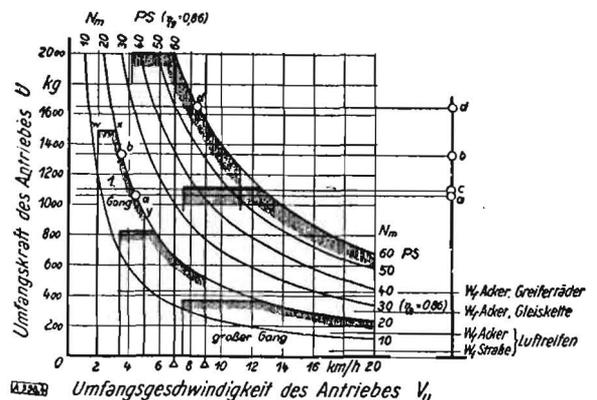
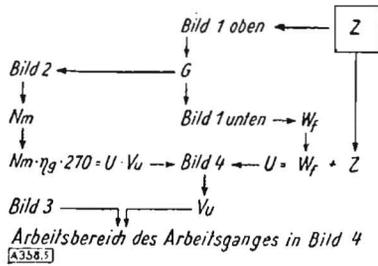


Bild 4 Umfang-Kraft-Geschwindigkeits-Diagramm für Ackerschlepper



unter der von x liegt. Damit liegt dann der Arbeitsbereich des I. Ganges fest. Für den großen Gang wird mit Rücksicht auf die gesetzlichen Bestimmungen die Geschwindigkeit von 20 km/h als oberste Grenze angesetzt, womit sich dann wie beim 1. Gang aus der Proportionalität von Umfangsgeschwindigkeiten und Motordrehzahlen sein Arbeitsbereich ergibt. Nun muß noch der Zwischenraum zwischen 1. und großem Gang überbrückt werden, was hier mit einem Gang geschehen kann, so daß dieser Schlepper mit einem Dreiganggetriebe auskommt. Der 2. Gang ist dabei möglichst so anzusetzen, daß der Sprung zum 1. Gang geringer ist als der zum 3. Gang [2]. Wird mit Rücksicht auf die oben erwähnte höchste Grenzgeschwindigkeit für das Pflügen die Höchstgeschwindigkeit im 2. Gang mit 9 km/h angesetzt, dann ergibt sich das erwünschte Bild

1. Gang	$V_{max} = 5 \text{ km/h}$	Sprung	
2. Gang	$V_{max} = 9 \text{ km/h}$	9 : 5 = 1,8	Sprungfaktor 1,23
3. Gang	$V_{max} = 20 \text{ km/h}$	20 : 9 = 2,22	

Man kann also bei diesem Entwurf mit dem Schlepper zwischen 2 und 20 km/h arbeiten. Allerdings muß noch geprüft werden, welche Zugkräfte dabei im großen Gang verfügbar sind. Da der Fahrwiderstand auf dem Acker mit Greiferrädern für unser Beispiel schon 432 kg beträgt, während im großen Gang nur eine Umfangskraft von höchstens 380 kg zur Verfügung steht, so ist der große Gang auf dem Acker bei Greiferrädern nicht verwendbar. Für Luftreifen beträgt der Ackerfahrwiderstand nur 160 kg, so daß bis zu 220 kg als Zugkraft verfügbar bleiben, während auf guten Straßen mit 20 kg/t Fahrwiderstand selbst bei Höchstgeschwindigkeit noch 200 kg Zugkraft ausnutzbar sind. An Hand der Diagramme lassen sich auch jetzt die verschiedenen Arbeitsmöglichkeiten gegenüberstellen. Während sich für das zweisecharige Tiefpflügen bei dem Luftreifenschlepper (a) eine Arbeitsgeschwindigkeit von rund 4,4 km/h ergibt, also von 8,8 km Furche/h, so sei damit das Arbeiten mit einem Einschartiefpflug verglichen. Dabei ist eine Umfangskraft von $160 + 1 \cdot 450 \text{ kg}$ aufzubringen, was im 2. Gang bei rund 7,5 km/h geschehen kann, d. h. hier auch 7,5 km Furche/h, also fast 15% weniger als beim zweisecharigen Pflügen. Darüber hinaus zeichnet sich der zweisecharige Betrieb auch noch durch geringere Verlustleistung aus, denn die Fahrwiderstandsleistung $w_f \cdot V_u / 270$ ergibt sich zu $160 \cdot 4,4 / 270 = 2,61 \text{ PS}$ gegenüber $160 \cdot 7,5 / 270 = 4,44 \text{ PS}$ im einschcharigen Betrieb, so daß sich neben der Zeitersparnis auch noch eine Leistungs- und damit Kraftstoffverbrauchersparnis ergibt.

Allgemein erkennt man daraus, daß der wirtschaftlichste Schlepperbetrieb die volle Ausnutzung der möglichen Dauerzugkraft verlangt, die bei den jeweiligen Arbeiten durch Summierung entsprechend vieler Geräteeinheiten zusammenzustellen ist.

Für unser Beispiel würde das bedeuten, daß ein dreischariges Arbeiten noch wirtschaftlicher sein müßte als das zweisecharige. Nun erkennt man aus Bild 1, daß ein Gleiskettenschlepper von 1875 kg Gewicht eine ausreichende Dauerzugkraft für dreischariges Pflügen aufbringen könnte. Die Arbeitsgeschwindigkeit mit 20 PS Motordauerleistung würde dabei unter 3 km/h liegen. Wenn man nun durch entsprechenden Leichtbau ohne Änderung des Gewichts einen Motor für 60 PS Dauerleistung einbauen könnte, würde die Arbeitsgeschwindigkeit auf rd. 8,5 km/h ansteigen, die noch zulässig ist. Damit würde man also $3 \cdot 8,5 = 25,5 \text{ km}$ Furche/h erreichen und für den Fahrwiderstand $300 \cdot 8,5 / 270 = 9,44 \text{ PS}$ aufwenden. Vergleicht man die obigen Werte des 20-PS-Schleppers, so ist beim 60-PS-Gleis-

kettenschlepper die Furchenleistung je PS Motorleistung um 3,4% gesunken, während die Fahrwiderstandsleistung je PS Motorleistung um über 20% gestiegen ist. Diesen relativen Verlusten steht aber eine Erhöhung der Arbeitsnorm auf 290% gegenüber, wie denn überhaupt der Zeitverbrauch auch wegen des Lohnanteiles, der Amortisation und vor allem wegen der Arbeitsspitzen, die kurzfristig erledigt werden müssen, als wichtiger Wert mit in die Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen aufgenommen werden muß [3].

A 358

- [1] Jante: Kraftfahrtmechanik' Automobiltechnisches Handbuch, 16. Auflage, S. 1 bis 86.
- [2] Jante: Kraftfahrzeuge auf der Leipziger Messe. Die Technik, Bd. 4 (1949), S. 331.
- [3] Jante: Fahreigenschaften und Wirtschaftlichkeit in ihrer Abhängigkeit von Getriebeübersetzung und Vergaserregulierung. ATZ (1932), S. 195/198 u. S. 255/257 sowie [1] S. 61.

b) Diagramme für Ackerschlepper

In der vorhergehenden Arbeit „Zur Entwurfsplanung von Ackerschleppern“ wurde schon auf die Wichtigkeit von Arbeitsdiagrammen hingewiesen. Um nun die interessierten Stellen auch von der Notwendigkeit der systematischen Einsatzplanung an Hand der Arbeitsdiagramme zu überzeugen, sollen hier einige Beispiele dieser Arbeitsdiagramme gegeben werden. Wenn auch der Zeitpunkt zur Aufstellung endgültiger Diagramme für die Schlepper unserer Neuproduktion noch nicht gekommen ist, weil noch laufend an der Verbesserung der Charakteristiken und der Senkung des Kraftstoffverbrauches gearbeitet wird, so geben doch die jetzt aufgestellten vorläufigen Arbeitsdiagramme schon Gelegenheit, sich mit deren Anwendungsmöglichkeiten zu beschäftigen. Für den „Aktivist“ der Brandenburger Traktorenwerke (BTW) und den Ifa-Schlepper von 22 PS, deren Hauptdaten in Tafel 1 zusammengestellt sind, geben Bild 1 und 2 die Motorencharakteristiken mit den Kurven gleichen spezifischen Kraftstoffverbrauches. Daraus wurden die Arbeitsdiagramme unter Annahme eines Gesamtgetriebewirkungsgrades von 86% abgeleitet, vgl. Bild 3 bis 5. Dabei sind die Verbrauchskurven in Bild 3 und 4 auf die Zeit bezogen und in kg Kraftstoff je Stunde [kg/h] eingetragen; Bild 5 entspricht Bild 4, nur daß der Verbrauch hier auf den Arbeitsweg bezogen ist und in kg Kraftstoff für 10 km Weg [kg/10 km] eingetragen ist. An einigen Beispielen soll nun die Anwendung der Arbeitsdiagramme verfolgt werden.

Beispiel Ifa-Schlepper

In Übereinstimmung mit dem Planungsbeispiel in Nr. 3 dieser Zeitschrift werden für den Fahrwiderstand der Ackerluftreifen 80 kg/t auf dem Acker angenommen und eine Dauerzugkraft von 450 kg/t bei 8% Schlupf, während für das Tiefpflügen auch wieder 450 kg je Schar angesetzt werden.

Mit dem Gewicht des Ifa-Schleppers von 1,7 t ergibt sich also eine Dauerzugkraft von $1,7 \cdot 450 = 765 \text{ kg}$, so daß mit diesem Schlepper beim Tiefpflügen nur einschcharig gearbeitet werden kann (450 kg), wenn man sein Gewicht unverändert läßt. Zur

Tafel 1. Hauptdaten der Ackerschlepper

Schlepper	IFA	BTW
Viertakt-Dieselmotor mit	Vorkammer	Luftspeicher
Zylinderzahl	2	2
Zylinderbohrung [mm]	100	115
Kolbenhub [mm]	140	140
Gesamthubvolumen [dm ³]	2,199	3,325
Höchstleistung N _{max} [PS]	24	30
bei Höchstdrehzahl [U/min]	1500	1500
Getriebeübersetzung im 1. Gang	3,61	4,4
Getriebeübersetzung im 2. Gang	2,645	2,79
Getriebeübersetzung im 3. Gang	1,671	1,95
Getriebeübersetzung im 4. Gang	1,0	1,0
Hinterachsübersetzung	16,5	16,11
Bereifung hinten	9,00—24	9,00—24
Wirksamer Radhalbmesser [mm]	490	490
Eigengewicht des Schleppers [kg]	1700	2000
Zulässige Hinterachsbelastung [kg]	1700	
Zulässiges Aufsattelgewicht [kg]	600	

Zugkraft für den Einscharflug von 450 kg kommt noch der Fahrwiderstand von $1,7 \cdot 80 = 136$ kg, so daß insgesamt eine Umfangskraft von $450 + 136 = 586$ kg aufgebracht werden muß. Diese Umfangskraft kann nach Bild 4 noch bei einer höchsten Umfangsgeschwindigkeit von 6,4 km/h (Punkt A), und zwar im zweiten Gang, aufgebracht werden. Für den Kraftstoffverbrauch kann für den Punkt A aus Bild 4 durch Interpolation bzw. Schätzung zwischen den Linien für 4 und 5 kg/h der Wert von 4,2 kg/h entnommen werden. Es werden also in der Stunde 6,4 km Furche gezogen und dafür 4,2 kg Kraftstoff verbraucht, so daß sich der Verbrauch für 10 km Furche daraus errechnet zu $10 \cdot 4,2/6,4 = 6,56$ kg Kraftstoff [kg/10 km].

Nach dem Arbeitsdiagramm Bild 4 verfügt der Schlepper nun aber über Umfangskräfte bis in die Größenordnung von 1200 kg, so daß ohne weiteres ein zweischariges Tiefpflügen ermöglicht werden kann, wenn man durch Erhöhung des Achsdruckes dafür sorgt, daß auch bei diesen Zugkräften ein Durchrutschen der Triebäder vermieden wird. Nach Tafel 1 ist eine Gewichtserhöhung um 600 kg noch zulässig. Für zweischariges Tiefpflügen wird eine Dauerzugkraft von $2 \cdot 450 = 900$ kg benötigt, wofür ein Gewicht von $900/450 = 2$ t erforderlich ist. Zu dem Eigengewicht von 1700 kg muß also noch ein Zusatzgewicht von 300 kg möglichst an der Triebachse angebracht werden. Damit würden zu dem 900 kg Dauerzugkraft noch $2 \cdot 80 = 160$ kg Fahrwiderstand kommen, so daß eine Umfangskraft von $900 + 160 = 1060$ kg aufgebracht werden muß. Dafür ergibt sich in Bild 4, Punkt B, die höchste Arbeitsgeschwindigkeit von 4,65 km/h im ersten Gang bei einem Verbrauch von 5,55 kg/h. Da zweischarig gepflügt wird, so bedeutet das eine Arbeitsleistung von $2 \cdot 4,65 = 9,30$ km Furche in 1 h, so daß auf 10 km Furche $10 \cdot 5,55/9,30 = 5,97$ kg Kraftstoff verbraucht werden.

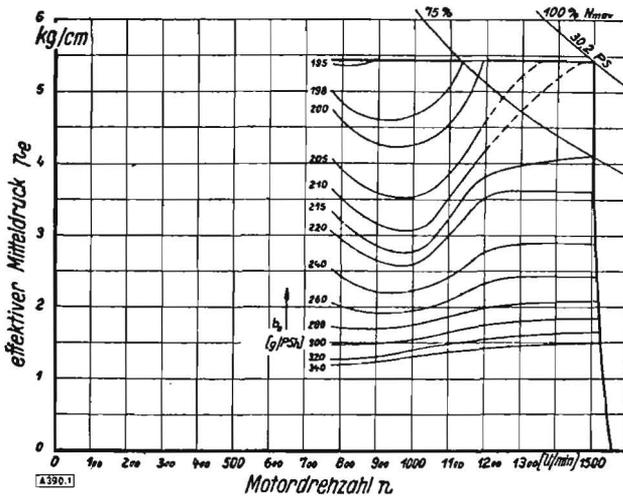


Bild 1 Motoren-Charakteristik des BTW-Schleppers „Aktivist“

Das zweischarige Pflügen bedeutet also eine Steigerung der stündlichen Pflugeleistung von 6,4 km auf 9,3 km, wobei der Kraftstoffverbrauch für 10 km Furche von 6,56 auf 5,97 kg zurückgeht. Es bestätigt sich auch hier wieder der Satz, daß der wirtschaftlichste Schlepperbetrieb die volle Ausnutzung der möglichen Dauerzugkraft verlangt. Nun zeigt aber Bild 4, daß der Punkt B oberhalb der Motordauerleistung von 75% von N_{max} liegt, so daß wir die Umfangsgeschwindigkeit so weit erniedrigen müssen, bis wir auf die $0,75 \cdot N_{max}$ Hyperbel zum Punkt C kommen. Dafür gilt eine Geschwindigkeit von 4,05 km/h bzw. $2 \cdot 4,05 = 8,10$ km Furche stündlich und ein Verbrauch von 4,55 kg/h oder, auf 10 km Furche bezogen, $10 \cdot 4,55/8,10 = 5,62$ kg. Gegenüber dem Betriebszustand in Punkt B bedeutet das also eine Senkung der Stundenleistung von 9,3 auf 8,1 km Furche, wobei dann aber auch der Verbrauch von 5,97 auf 5,62 kg für 10 km Furche zurückgeht.

Betrachten wir noch einmal den Punkt A, so sehen wir, daß rechts davon die Grenzkraft im dritten Gang, allerdings oberhalb von $0,75 \cdot N_{max}$, auch fast bis auf den geforderten Wert von

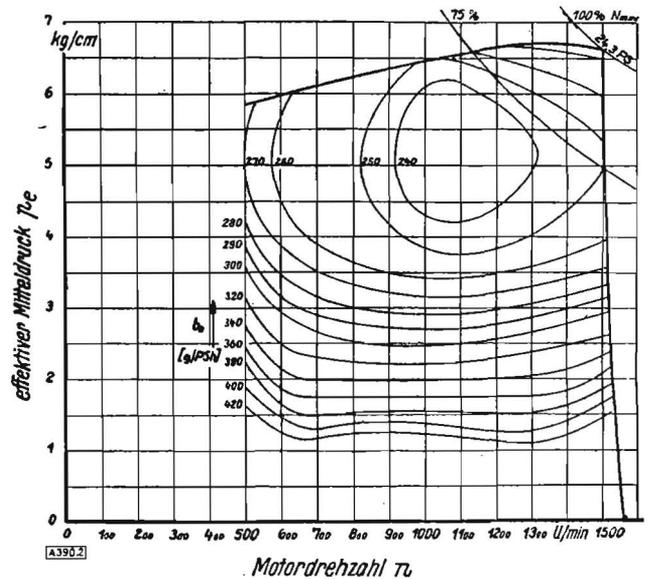


Bild 2 Motoren-Charakteristik des 1ja-Schleppers von 22 PS

586 kg ansteigt. Man wird diese Geschwindigkeit von fast 9 km/h aber doch nicht ausnutzen können, weil die zugrunde gelegten Zugkraftwerte praktische Mittelwerte sind, um die im Verlauf der Arbeit die wirklichen Zugkraftwerte schwanken. Im dritten Gang verbleibt aber nach oben hin keinerlei Reserve, so daß eine geringe kurzzeitige Steigerung des Zugkraftbedarfs schon zum Umschalten auf den zweiten Gang zwingt. Umgekehrt ist auch im dritten Gang eine Beschleunigung des arbeitenden Schleppers auf die Gleichgewichtsgeschwindigkeit von 9 km/h nicht möglich, weil bei geringeren Geschwindigkeiten an Stelle des erforderlichen Beschleunigungsüberschusses der Zugkraft (über 586 kg hinaus) noch nicht einmal der Beharrungszustand mit 586 kg erreicht wird.

Schließlich wollen wir noch die Fahrmöglichkeit des Schleppers auf dem Acker im vierten Gang prüfen. Bei der kleinsten Fahrgeschwindigkeit ist die Umfangskraft 280 kg, wovon für den eigenen Fahrwiderstand 160 kg abgehen, so daß noch 120 kg für Zugkraft verbleiben, womit es meist möglich ist, die Arbeits- und Ackergeräte — nichtarbeitend — über den Acker zu transportieren. Welche Anhängerlast kann man auf guter Straße noch bei Höchstgeschwindigkeiten im vierten Gang ziehen? Es stehen dabei 250 kg Umfangskraft zur Verfügung. Nimmt man einen Rollwiderstand von 25 kg/t an, so können $250/25 = 10$ t insgesamt bewegt werden, so daß für die Anhänger (Eigengewicht und Nutzlast noch 8 t verbleiben, die mit 16,9 km/h auf ebener, guter Straße gezogen werden können.

Bei der eben durchgeführten Auswertung des Arbeitsdiagramms haben wir insofern einen Fehler begangen, als wir die Umfangsgeschwindigkeit gleich der Fahrgeschwindigkeit gesetzt haben, während tatsächlich Schlupf auftritt, der die Fahrgeschwindigkeit hinter der Umfangsgeschwindigkeit zurückbleiben läßt. Für die größte Dauerzugkraft von 450 kg/t waren 8% Schlupf gegeben. Nun können wir annähernd mit proportionaler Verkleinerung des Schlupfes bei geringeren Zugkraftwerten rechnen. Mit

V_u = Umfangsgeschwindigkeit der Triebäder,
 V = Fahrgeschwindigkeit des Schleppers,
 s = Schlupf,
 Z = tatsächlich ausgenutzte Zugkraft ($Z < Z_d$),
 Z_d = die bei 8% Schlupf verfügbare Dauerzugkraft
 ergeben sich die Beziehungen

$$s = (V_u - V) / V_u \text{ und } V = V_u \cdot (1 - 0,08 \cdot Z / Z_d).$$

Damit wollen wir nun unsere obige Auswertung der Punkte A und C korrigieren. Für Punkt A hatten wir $Z = 450$ kg Zugkraft ausgenutzt, während $Z_d = 765$ kg verfügbar waren, so daß sich die wirkliche Arbeitsgeschwindigkeit ergibt zu $V = 6,4 \cdot (1 - 0,08 \cdot 450/765) = 6,1$ km/h. Der Kraftstoffverbrauch in der Stunde bleibt dabei unverändert mit 4,2 kg/h, so daß sich

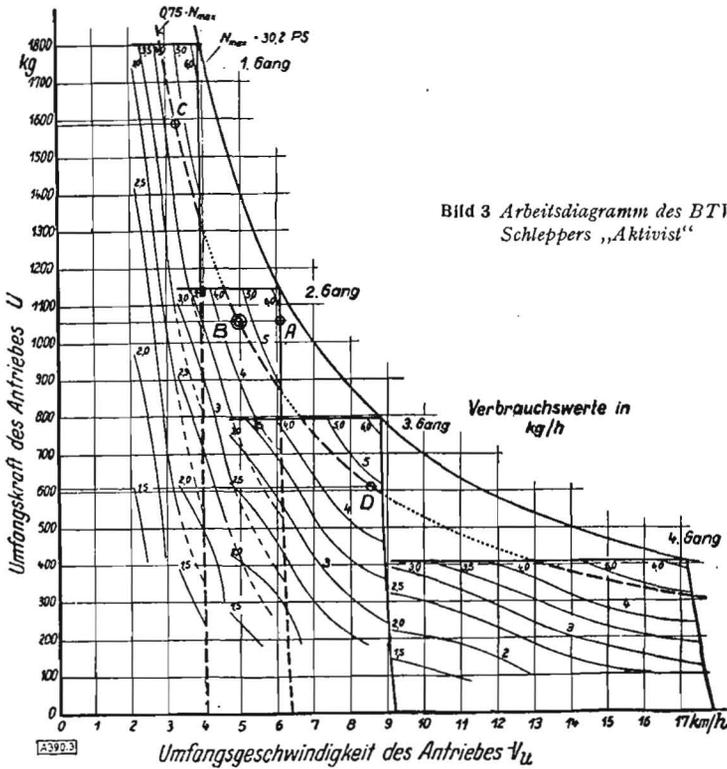


Bild 3 Arbeitsdiagramm des BTW-Schleppers „Aktivist“

nur der auf 10 km Furche verbrauchte Kraftstoff auf $10 \cdot 4,2/6,1 = 6,9$ kg/10 km ändert.

Beim zweischarigen Pflügen im ersten Gang, Punkt C, wurde die Dauerzugkraft voll ausgenutzt, $Z = Z_d$, so daß wir mit 8% Schlupf rechnen können, also $V = 4,05 \cdot 0,92 = 3,73$ km/h, oder $2 \cdot 3,73 = 7,46$ km Furche je Stunde; ferner der Verbrauch $10 \cdot 4,55/7,46 = 6,11$ kg/10 km. Da es nun sicher oft als zu umständlich empfunden wird, für jeden Betriebspunkt die Schlupfgröße nachzurechnen, zumal ja auch die fest angenommenen Zahlenwerte meist versuchsmäßig als Mittelwerte aus mehr oder weniger breiten Streufeldern ermittelt werden, so dürfte es auch genügen, wenn man zur Berücksichtigung des Schlupfes die Fahrgeschwindigkeit generell 10% kleiner als die Umfangsgeschwindigkeit ansetzt, wobei dann eine gewisse Sicherheit für die Praxis verbleibt.

Vergleicht man nun etwa für den Punkt A die Auswertung nach Bild 5, so erkennt man, daß man dort für einschariges Pflügen sofort den Verbrauch für 10 km Furche dem Diagramm entnehmen kann (6,56 kg/10 km), während für mehrschariges Arbeiten die Verbrauchswerte durch die Zahl der Schare zu teilen sind. Um hier den Schlupf zu berücksichtigen, kann man die Fahrgeschwindigkeit 10% kleiner als die Umfangsgeschwindigkeit und den Verbrauch 10% größer als im Diagramm eingetragen verwenden. Für die angenäherte Auswertung ist also Bild 5 etwas einfacher zu verwenden, während Bild 4 eine genaue Auswertung übersichtlicher verfolgen läßt.

Beispiel BTW-Schlepper

Für die 2 t Gewicht des „Aktivist“ ergibt sich eine Dauerzugkraft von $2 \cdot 450 = 900$ kg, also gerade ausreichend für zweischariges Pflügen. Der Fahrwiderstand ist $2 \cdot 80 = 160$ kg, so daß insgesamt die Umfangskraft von 1060 kg aufgewendet werden muß, die maximal im zweiten Gang bei 6,1 km/h Umfangsgeschwindigkeit aufgebracht werden kann, und zwar mit 5,85 kg Kraftstoff je Stunde. Damit wird die Arbeitsleistung $2 \cdot 6,1 = 12,2$ km Furche je Stunde und der Verbrauch $10 \cdot 5,85/12,2 = 4,80$ kg/10 km Furche. Wollen wir uns hier mit Rücksicht auf die Lebensdauer der Maschine auch wieder auf $0,75 \cdot N_{max}$ beschränken, so ergibt sich im Schnitt dieser Hyperbel mit der $U = 1060$ -kg-Linie der Punkt B, für den 5,0 km/h bei 4,6 kg/h gelten. Wenn wir hier gleich den Schlupf berücksichtigen wollen, der infolge voller Ausnutzung der Dauerzugkraft 8% beträgt, so ergibt sich eine Fahrgeschwindigkeit von $0,92 \cdot 5,0 = 4,60$ km/h, also $2 \cdot 4,6 = 9,2$ km Furche je Stunde, so daß der Verbrauch dann $10 \cdot 4,6/9,2 = 5,0$ kg/10 km Furche wird.

Vergleichen wir damit das zweischarige Pflügen mit dem Ifa-Schlepper, Bild 4, Punkt C, der 7,46 km Furche/h schaffte bei 6,11 kg/10 km Furche Verbrauch, so erkennt man daran die Überlegenheit des BTW-Schleppers, die sich ja auch schon aus einem Vergleich der Verbrauchskurven in den Motorencharakteristiken von Bild 1 und 2 ergibt.

Da wir mit dem BTW schon im zweiten Gang zweischarig pflügen konnten, so soll untersucht werden, ob man im ersten Gang auch dreischarig pflügen kann bzw. wieviel Zusatzgewicht dafür angebracht werden muß. Da sich in unserem Beispiel gerade die Dauerzugkraft mit 450 kg/t mit dem Widerstand des einscharigen Tiefpfluges von 450 kg deckt, so sind also für dreischariges Pflügen auch 3 t Schleppergewicht erforderlich, so daß wir 1000 kg Zusatzgewicht anbringen müßten, um dreischarig tiefpflügen zu können. Hierzu müßte zunächst überprüft werden, ob diese Zusatzlast noch innerhalb der zulässigen Belastung der Bereifung tragbar ist. Falls diese Frage bejaht wird, so können wir den zugehörigen Betriebspunkt für den ersten Gang aufsuchen. Die erforderliche Umfangskraft

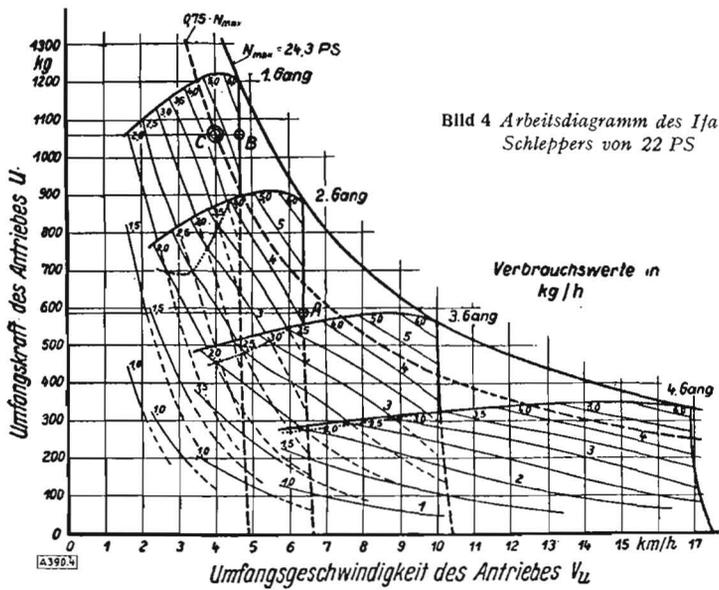


Bild 4 Arbeitsdiagramm des Ifa-Schleppers von 22 PS

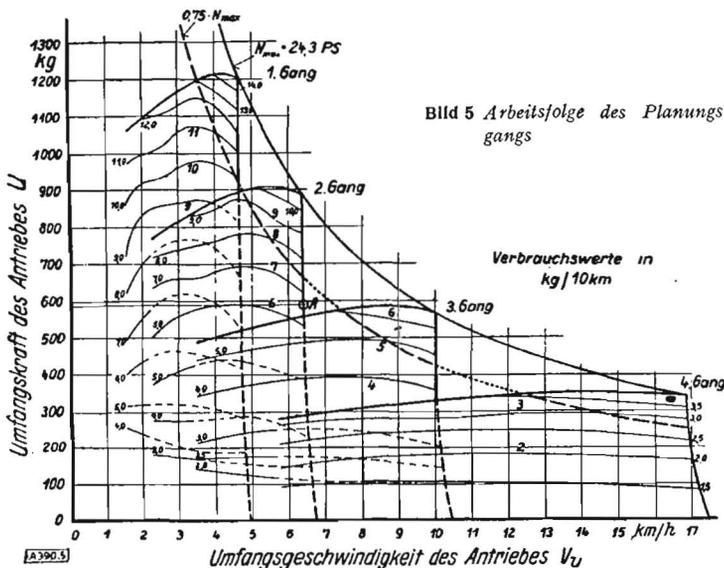


Bild 5 Arbeitsfolge des Planungsgangs

setzt sich dafür aus $3 \cdot 450 = 1350$ kg Zugkraft und $3 \cdot 80 = 240$ kg Fahrwiderstand zusammen, also insgesamt 1590 kg, wofür wir in Bild 3 den Schnitt mit der $0,75 \cdot N_{\max}$ -Hyperbel im Punkt C aufsuchen. Er ergibt $V_u = 3,3$ km/h und damit $V = 3,3 \cdot 0,92 = 3,04$ km/h oder $3 \cdot 3,04 = 9,12$ km Furche je Stunde. Der Verbrauch von 4,56 kg/h ergibt $10 \cdot 4,56/9,12 = 5,0$ kg/10 km Furche.

Im Vergleich mit dem zweischarigen Pflügen im zweiten Gang ergeben sich also hier praktisch dieselben Werte. Insofern hat es keinen Zweck, den Schlepper noch zusätzlich mit 1 t Ballast zu beladen, wenn doch nur dasselbe Betriebsergebnis erzielt wird. Damit ergibt sich die Frage, welchem Zweck der erste Gang überhaupt dienen soll bzw. ob die Gangverteilung nicht vorteilhafter etwas enger zu gestalten wäre, und zwar auf Kosten der Spitze des ersten Ganges.

Von der Landwirtschaft wird gelegentlich ein sogenannter Kriechgang gefordert, der ein Fahren unter 2 km/h erlaubt. Das sollte jedoch wirtschaftlicher durch entsprechende Absenkung

der Motordrehzahl im zweiten Gang erfolgen als durch den zusätzlichen ersten Gang als Kriechgang. Man könnte hier also wahrscheinlich dadurch, daß man dem Motor für kleinere Drehzahlen noch einen gleichförmigen regelmäßigen Lauf verschafft, den ersten Gang des Getriebes sparen, d. h. an Stelle des 4-Gang-Getriebes mit einem 3-Gang-Getriebe auskommen.

In diesem Zusammenhang sei auch besonders auf die Überschneidungsgebiete der einzelnen Gänge hingewiesen. Bei zum Beispiel 1060 kg Umfangskraft ergibt sich für 4 km/h ein Mehrverbrauch von über 0,5 kg/h im ersten Gang gegenüber dem gleichen Betriebspunkt im zweiten Gang. Während man im Bild 3 infolge des geringeren Meßbereiches des BTW-Motors, Bild 1, in den Überschneidungsgebieten der einzelnen Gänge nur die Überlegenheit des größeren Ganges feststellen kann, ergeben sich beim Ifa-Schlepper bereits Schaltlinien [1], die punktiert in Bild 4 eingetragen sind; oberhalb dieser Schaltlinien empfiehlt sich ein Umschalten in den kleineren Gang.

Fortsetzung auf Seite 351

Erfahrungsaustausch

Neuerungen und Verbesserungsvorschläge für die Frühjahrsarbeiten

Von Ing. M. KOSWIG, Berlin

DK 629.143

Die Frühjahrsbestellung stellt einen Höhepunkt der landwirtschaftlichen Arbeiten dar, sind doch die anfallenden Arbeiten in kürzester Zeit zu erledigen. Der Praktiker ist deshalb bestrebt, seine Arbeit zu erleichtern, zu verbessern und zu beschleunigen. Hieraus sind Verbesserungen entstanden, die allgemeine Bedeutung haben.

Der Schälwühlpflug

Jahrzehntelange Erfahrungen führten zu der Forderung, im Frühjahr den Boden nur flach zu wenden, aber tief zu lockern. Dadurch soll möglichst viel Winterwasser dem Boden erhalten bleiben. Im letzten Jahre ist hierfür von der LBH Leipzig ein Pflug entwickelt worden, der Schälwühlpflug. Der eigentliche Pflugkörper wendet nur eine flache Bodenoberschicht, während eine zusätzlich angebrachte Schar die tiefer liegenden Bodenschichten wühlend lockert. Luft und Wärme kommen in den Acker, wodurch er schnell Leben bekommt und „arbeitet“. Der Pflug zeichnet sich durch eine neue, schnell und sicher arbeitende Ausbevorrichtung, vereinfachte Einstellung, Leichtzügigkeit und gute Flächenleistung aus und ist gut einsetzbar für den Zwischenfruchtanbau. Die Stoppeln werden flach untergebracht, der gelockerte Untergrund schafft genügend Land für eine gute Wurzelbildung der Zwischenfrüchte. Die Wühlshare halten den Pflug sicher am Boden, so daß selbst bei verhärteter Oberschicht die Schälfurche flach und gleichmäßig gehalten wird.

Luftbereifte Räder an Ackergeräten

Luftbereifte Räder am Anhängerpflug wurden zuerst belächelt, dann aber von anderen Schlepperführern angestrebt. Jetzt werden sogar schon fabrikmäßig gummibereitete Pflüge hergestellt. Gerade im MAS-Betrieb wird bei den häufigen langen Fahrten zu den Ackerstücken und bei den Umsetzen von einem Stück zum anderen durch langsames Fahren viel Zeit nutzlos verbraucht. Mit eisenbereiften Geräten kann und darf man auf festen Straßen nur mit einer Geschwindigkeit von 8 km/h fahren. Zur Erhaltung der Maschinen ist selbst diese Geschwindigkeit unter Berücksichtigung der vielfach schlechten Straßen meist nicht einzuhalten. Die Luftbereifung des Schleppers kommt nicht zur Auswirkung. Luftbereifte Arbeitsgeräte haben den Vorteil, daß sie die Leerfahrten auf die Hälfte verkürzen, die Maschinen sehr schonen und nicht so fest am Boden wie eiserne mit Greifern bestückte Räder haften. Da das Ausheben des Pfluges am Vorgewende mit Hilfe der Radumdrehung erfolgt, müssen um den antreibenden Gummireifen Ketten gelegt werden, um ein Rutschen zu verhindern. Achsen- und Radbrüche sollen bei gummibereiteten Pflügen kaum auftreten, weil die gummibereiteten Räder bei kurzen Herumreißen leichter zur Seite gleiten als eisenbereifte und Luftreifen beim Einfallen in die Furche den Stoß abschwächen. Nach den Erfahrungen älterer Traktoristen sind eisenbereifte Räder bei stärkerem Einsatz

vielfach in einem halben Jahre ausbesserungsbedürftig. Zum Teil findet man Räder, die nach zweijähriger Inbetriebnahme infolge durchgelaufener Speichennietköpfe und loser Speichen voll verbraucht sind. Gummibereifte Räder können nach vorsichtiger Schätzung fünf Jahre und länger ohne Reparatur durchhalten. Angestrebt werden umsteckbare Räder, die auch für andere Bodenbearbeitungsgeräte und besonders für Getreideerntemaschinen passen.

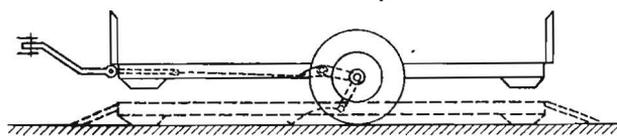


Bild 1 Lastenschleppung

Transportwagen

Zur Verringerung der Verlustzeiten auf Straßen durch langsames Fahren und zur Schonung der Geräte sind besondere Transportwagen entwickelt; besonders wurde berücksichtigt,

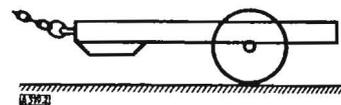


Bild 2 Lastenschleppung mit Transporträdern

daß der Traktorist in den meisten Fällen auf sich selbst gestellt ist. Behelfsmäßig genügt die Schleppung, eine auf Kufen gleitende Plattform, die sich für die Beförderung von schweren Lasten gut bewährt hat. Auf empfindlichen Straßen sind Schlittenkufen aber nicht angebracht, deshalb werden diese mit Rädern versehen, wobei die Achse in einer Entfernung von der Hinterkante angebracht ist, die etwa $\frac{1}{3}$ ihrer Länge entspricht. Durch den Zug wird das Vorderteil angehoben, und die Last liegt auf den Rädern. Mit dem neuen Transportwagen soll jede Hebe- und Wuchtarbeit beseitigt und die Verladung in kürzester Zeit erledigt werden; dadurch kann er zu einem brauchbaren Hilfsgerät auch für den körperlich schwachen Traktoristen werden. Eine Plattform $2 \times 3,5$ m liegt etwa 15 cm über dem Boden. Die umgelegten Vorder- und Hinterplanken dienen als Auffahrt. Der Schlepper fährt vom Acker kommend mit der angekoppelten Maschine ohne die geringste Umstellung über die Plattform und läßt das Gerät auf der Plattform stehen. Die Maschine hängt dann den Wagen an. Mit Hilfe zweier Boden-