

Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim

der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin · Direktor: Prof. Dr. S. Rosegger

Schlepperprüfung

Teil II (Anwendung)¹⁾

Von Dipl.-Ing. H. KAHLISCH und Dipl.-Ing. H. LUGNER

DK 629.114.001.4/5

Im folgenden soll ein grundsätzlicher Rechnungsgang unter Anwendung der im technischen Prüfbericht (Test) erstmalig aufgenommenen Begriffe skizziert werden, wie ihn z. B. ein Einsatzplaner durchführen würde.

Dem Prüfbericht ist das sogenannte „Fahrleistungsdiagramm“ für die im landwirtschaftlichen Einsatz hauptsächlich verwendeten Gänge beigelegt. Die darin wiedergegebenen Zusammenhänge sind einfach und allgemein verständlich. Das Fahrleistungsdiagramm kennzeichnet in Abhängigkeit von den Umfangsgeschwindigkeiten der Treibräder – gegeben durch Gänge und Motordrehzahlen – die Möglichkeiten eines Schleppers, das Drehmoment in Umfangskraft der Schleppertreibräder zu übersetzen, wenn sich letztere genügend auf den Boden abstützen können, d. h. sofern vom Boden (Fahrbahn) her die notwendige Größe des Kraftschlußbeiwertes aufgebracht werden kann. Da Kraft mal Geschwindigkeit eine Leistung darstellt, wird hier die Bezeichnung Fahrleistungsdiagramm verwendet. Die Darstellung ist identisch mit den von Prof. A. JANTE veröffentlichten [10] und als „Arbeitsdiagramm“ bezeichneten Schaubildern. Durch die Eintragung des aus dem Motor-Kennlinienfeld, das gleichfalls im technischen Prüfbericht enthalten ist, entnommenen spezifischen Brennstoffverbrauches entstehen im Fahrleistungsdiagramm Linien gleichen Brennstoffverbrauches in kg/h. Diese Linien können somit dazu dienen, für jeden Betriebszustand des Schleppers den voraussichtlichen Brennstoffverbrauch während der reinen Arbeitszeit zu berechnen. Hierbei hängt es von der Landwirtschaft ab, welche Neben- oder nutzlosen Zeiten auf dem zu bearbeitenden Schlag auftreten, worüber in diesem Zusammenhang nicht entschieden zu werden braucht. Die im Fahrleistungsdiagramm enthaltene Umfangskraft U ist einfach durch Abzug des Rollwiderstandes R , der bekanntermaßen bei verschiedenen Fahrbedingungen sehr verschieden groß ist, in die Zugkraft Z umzurechnen.

$$Z = U - R \quad [\text{kg}] \quad (1)$$

Auch eine evtl. Ungenauigkeit dieser Rechnung dürfte nicht ausschlaggebend sein. Für die Einsatzplanung würden immer noch brauchbare Werte gewonnen werden, da der Fehler bei Einschätzung der Nebenzeiten mindestens von gleicher Größenordnung ist. Der Rollwiderstand kann in diesem Zusammenhang für die verschiedenen Fahrbedingungen zunächst mit der Gleichung

$$R = G \cdot f \quad [\text{kg}] \quad (2)$$

genügend genau beschrieben werden, wobei G das Schleppergewicht und f den spezifischen Rollwiderstand darstellen. Letzterer ändert sich nach den Fahrbahnverhältnissen und wird als Mittelwert wie folgt angegeben:

- auf Beton $f = 1,5$ bis 2%
- auf Fahrbahnen harter Unterlage .. $f = 4$ bis 5%
- auf geschältem Acker $f = 6$ bis 10%
- auf gepflügtem Acker $f = 6$ bis 10%
- auf aufgeweichten Lehmböden usw. . $f = 20\%$ und mehr.

Der bisherige Gang der Überlegung zeigt bereits ein eindeutiges Charakteristikum: Um den Schleppereinsatz planen zu können, müssen von der Arbeitsbedingung abhängige Größen, hier der

spezifische Fahrwiderstand, eingeschätzt oder untersucht werden. Diese Abhängigkeit ist auch der Grund, warum Messungen, die solche Unwägbarkeiten zur Voraussetzung hatten, nicht in den technischen Prüfbericht (Test) aufgenommen werden konnten. Im Verlauf der weiteren Betrachtung wird auf diese Tatsache – auch von anderen Gesichtspunkten ausgehend – durch das Zeichen „Agr“ immer wieder hingewiesen.

Verfolgt man den Rechnungsgang für den Einsatzplaner weiter, dann ist von seiten des Schleppers die Zugkraft wie oben auf dem Fahrleistungsdiagramm gekennzeichnet, durch die Gleichung

$$Z = G \cdot \frac{x \left(1 - \frac{b}{a}\right) - f}{1 - x \cdot \frac{h}{a}} \quad [\text{kg}] \quad (3)$$

zu berechnen. Das Fahrleistungsdiagramm braucht auf Schlupf und Kraftschlußbeiwert noch keine Rücksicht zu nehmen, da es ja lediglich die Fähigkeit des Schleppertriebwerkes darstellt, eine Umfangskraft zu erzeugen. In der Gleichung (3), die mittels

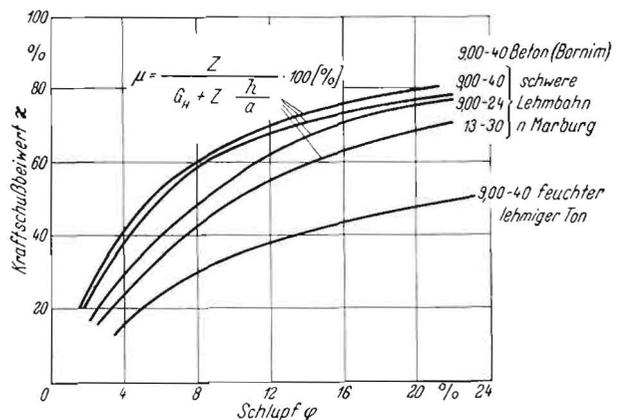


Bild 1. Einfluß von Ackerluftreifen und Fahrbedingungen auf die Kraftschlußlinien

der Zugkraft eine Abstimmung des Arbeitsgerätes auf Schlepper und Einsatzfall gestattet, sind sowohl den Schlepper kennzeichnende Größen, nämlich die auf den Achsstand bezogene Schwerpunktlage $\left(1 - \frac{b}{a}\right)$ und die bezogene Höhe des Zugangriffspunktes $\left(\frac{h}{a}\right)$ als auch die vom Schlepper und Einsatzfall abhängige Größe des Kraftschlußbeiwertes (x) enthalten. Der Kraftschlußbeiwert wird dabei einerseits von der Art der am Schlepper zur Kraftübertragung verwendeten Reifen beeinflusst, andererseits von der Beschaffenheit der Fahrbahn, auf der diese Reifen eingesetzt werden. Die letzte Größe ändert sich laufend den Verhältnissen der Landwirtschaft entsprechend „Agr“. Somit ist auch hier eine Aufnahme in eine technische Prüfung nicht möglich, die unter optimalen Verhältnissen und gleichen Bedingungen stattfindet. Andererseits hat die Ausschaltung dieses Einflusses im Test lange Zeit hindurch Schwierigkeiten

¹⁾ Teil I siehe H. 5, S. 217 bis 219.

rigkeiten bereitet und ist erst im letzten Jahrzehnt durch Vorschrift der Fahrbahnen und Bedingungen bei der technischen Prüfung zu einer befriedigenden Lösung gekommen. Das Ziel war, eine Vergleichbarkeit der Messungen an verschiedenen Einsatzorten und Instituten zu erreichen. Diese Klarstellung soll hier auszugsweise wiedergegeben werden.

Das Bild 1 stellt der Übersicht halber nur für drei gebräuchliche Reifengrößen die innerhalb der technischen Prüfung erreichten Kraftschlußbeiwerte in Abhängigkeit vom Schlupf dar. Die im technischen Prüfbericht 1 des Instituts für Landtechnik erreichten Werte mit Reifen 9,00-40 auf Betonbahn zeigen geringfügige Unterschiede gegenüber den Werten des gleichen Reifens nach Messungen des Schlepperprüffeldes Marburg auf fester und trockener Lehmahn. Da die Meßgenauigkeiten beider Prüfungen annähernd gleichzusetzen sind, was auch aus dem systematisch gleichsinnigen Verlauf der Kraftschlußlinien zu ersehen ist, könnte die an und für sich geringfügige Differenz nur auf Profilform des Reifens und verschiedene Fahrbahnen zurück-

die die Berechnung der Zugkraft beschreibt, ersichtlich ist. Zur Beurteilung, wieviel die Schlepperformen über die Achslasten $(1 - \frac{b}{a})$ den Schlupf oder die Zugkraft beeinflussen können, soll Bild 2 herangezogen werden. Es kennzeichnet bei einem spezifischen Fahrwiderstand von 1%, wie er etwa den Prüfbedingungen entspricht, den Verlauf der relativen Zugkraft über dem Schlupf, berechnet aus der Gleichung (3) für verschiedene Schwerpunktlagen bei konstant gehaltenem Schleppergewicht und in der Höhe h gleichem Zugangriffspunkt. Daraus ist zu ersehen, daß der Einfluß der Schwerpunktlage auf Zugkraft bzw. Schlupf von mindestens der gleichen Größe sein kann, wie z. B. eine Änderung der Treibradbereifung. Eine ähnliche Bedeutung kommt - besonders bei großen Zugkräften - der Verlegung des Zugangriffspunktes, auch wenn er ideell ist (Anbaugeräte), in bezug auf seine Höhenlage h über Boden zu. Dieser Einfluß ist für horizontale Zugkraft, jedoch im Gegensatz zu Bild 2 für den im Beispiel gewählten spezifischen Fahrwiderstand $f = 10\%$, auf Bild 3 wiedergegeben. Praktisch ist

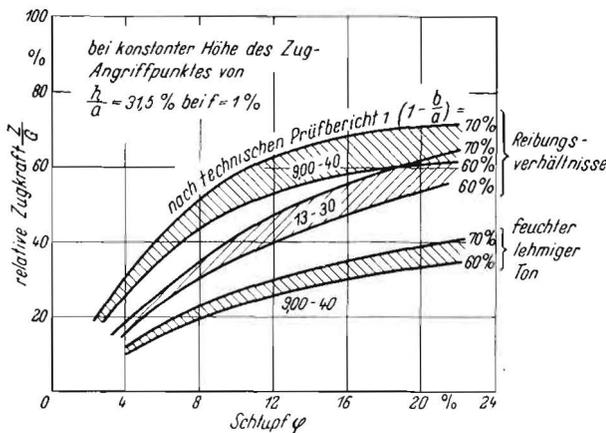


Bild 2. Einfluß der Schwerpunktrücklage auf die relative Zugkraft für Schlepper RS 04/30

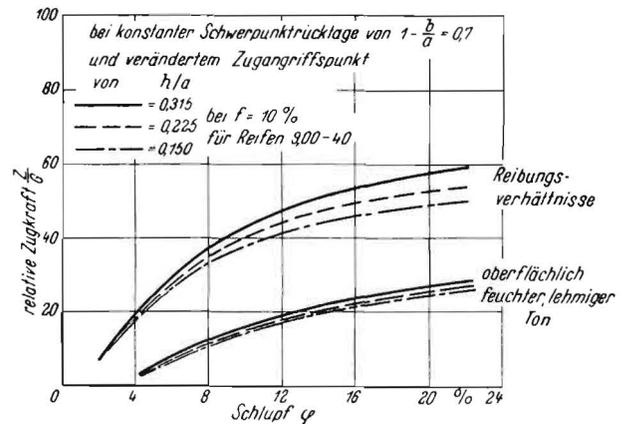


Bild 3. Einfluß der Höhen des Zugangriffspunktes auf die relative Zugkraft Z/a für Schlepper RS 04/30

zuführen sein. Die Differenz ist jedoch nicht so groß, daß eine Vergleichbarkeit hierdurch leiden würde (siehe Vergleich von Marburg und Nebraska-Messungen [5]). Es ergibt sich somit, daß auf trockenen Fahrbahnen mit festem Untergrund (Reibungsverhältnisse) die nach den Prüfgeln aufgestellten Zugkraft-Schlupfcurven miteinander vergleichbar werden. Hierbei kann - wie gleichfalls auf dem Bild 1 vermerkt - die Berechnung der Kraftschlußbeiwerte aus den Meßwerten den auf diesen Fahrbahnen innerhalb der Meßgenauigkeit liegenden spezifischen Fahrwiderstand vernachlässigen. Das Bild 1 zeigt (vergleiche Reifen 9,00-40 mit 9,00-24), daß bei den guten Fahrbahnen des Testes Reifen mit größeren wirksamen Radien besonders bei den im Einsatz üblichen Schlupfwerten unter 12% größere Kraftschlußbeiwerte haben, während letztere bei denselben Bedingungen und Verbreiterung der Reifen (vergleiche Reifen 13-30) kleiner werden. Nach Arbeiten von G. BOCK [11] tritt im Gegensatz zu Bild 1 bei aufgeweichtem tonigen Lehm und großen Schlupfen (ab 20%) der umgekehrte Effekt ein. Dann sind breite Reifen z. B. 13-30 bei praktisch gleichen wirksamen Radien (vergleiche 9,00-40 oder 9-42) vorteilhaft. Üblicherweise findet der Schleppereinsatz bei solchen Schlupfen nicht mehr statt. Die in Bild 1 für den Reifen 9,00-40 und oberflächlich feuchten, lehmigen Ton angegebene Kraftschlußlinie soll praktisch in der Landwirtschaft auftretende Verhältnisse kennzeichnen. Der Einsatzplaner muß seine Verhältnisse entweder kennen oder mindestens einschätzen und hat dann immer noch die Wahl, durch Änderung seines Zugbedarfes (Gerätedaten z. B. Pflugdaten) oder der Schlepperdaten, $(1 - \frac{b}{a})$ und $(\frac{h}{a})$, einen Schlupf zu wählen, bei dem er arbeiten will, veränderlich z. B. durch Be- oder Entlasten der Achsen mit Gewichten „Agr“. In dieser Wahl ist er nicht ganz frei, wie aus der Gleichung (3),

die Bedeutung dieser Darstellung um so größer, als es dem Schlepperfahrer sehr leicht möglich ist, seinen Anhangepunkt zu verändern. Es kann als bekannt vorausgesetzt werden, daß sich durch höheren Kraftangriff die Vorderachslasten verkleinern, worauf letzten Endes auch die Erhöhung der relativen und tatsächlichen Zugkraft beruht, insofern als die Entlastung der Vorderachse zur Belastung der hinteren Treibachse wird. Dieses Verfahren hat seine Grenzen in der Lenkfähigkeit des Schleppers, wobei aus Sicherheitsgründen derzeit 20% des Schleppergewichts während des Zuges auf der Vorderachse verbleiben sollen. Wieweit eine solche Vorschrift zur Erhaltung der Lenkfähigkeit richtig definiert und von angemessener Größenordnung ist, soll hier nicht untersucht werden. Auf alle Fälle erscheint es unstatthaft, Zugkräfte ohne Benutzung der Gleichung (3) zu extrapolieren. Für ein und denselben Schlepper jedoch bleiben die Verhältnisse konstante Größen, so daß nur noch die Einsatzbedingungen berücksichtigt zu werden brauchen. Dabei bleibt man nach wie vor auf die Einschätzung des Einsatzplaners angewiesen „Agr“. Leider ermöglichen die Forschungsergebnisse über das Verhalten verschiedener Reifen bei verschiedenen Einsatzbedingungen, dargestellt im Diagramm Kraftschlußbeiwert-Schlupf (Kraftschlußlinien siehe Bild 1), heute noch nicht die Annahme des Einsatzplaners zu erleichtern. Es wurden noch keine systematischen Messungen darüber veröffentlicht. Sie sind insofern besonders schwierig, als die Wahl der verschiedenen Bodentypen für solche Versuche nicht geklärt ist. Zumindest muß für jeden Boden und für dessen jeweiligen Feuchtigkeitsgrad sowie für jeden Bearbeitungszustand mit einem anderen Verlauf der Kraftschlußlinien gerechnet werden. Unter dieser Voraussetzung kann es daher zunächst nur darum gehen, die Möglichkeit der Verwertung des Fahrleistungsdiagramms zur Einsatzplanung nachzuweisen. Immerhin ist es

möglich, die einzelnen Schleppertypen an Hand der aufgestellten Fahrleistungsdiagramme unmittelbar miteinander zu vergleichen und zu beurteilen. Für einen bestimmten Schleppertyp dagegen wird die volle praktische Nutzung des Diagramms einwandfrei erst zu einem Zeitpunkt möglich sein, zu dem die Forschung die gekennzeichnete bestehende Lücke geschlossen hat. Die nachfolgende Rechnung soll daher nur als Beispiel angesehen werden. In ihr wird der Pflug wie üblich im Anhängenzug gemäß Gleichung (3) verwendet. Die Zugkraft ist horizontal angesetzt; bei schräger Lage, die vom Arbeitsgerät und seiner Kopplung abhängig auch in der Praxis auftritt, wird nur die horizontale Komponente dieser Zugkraft berücksichtigt. Die auf den Schlepper nicht horizontal wirkende Gesamtkraft tritt bekanntermaßen bei Anbaugeräten auf. Ihre vertikale Komponente wird heute bereits bei Serienerzeugnissen z. B. mittels

des derzeit stark diskutierten Antischlupfsystems von DAVID BROWN und neuerdings HANOMAG zur Vergrößerung der Treibachslast und damit der Zugkraft herangezogen. Die Berücksichtigung dieser Komponente soll weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben. In dieser Betrachtung – schon der besseren Verständlichkeit halber in erster Näherung auch gültig für Anbauprinzipien, bei denen die Stabilisierung vom Arbeitsgerät selbst bestritten werden muß – wird zum Zwecke der Einsatzplanung nur die horizontale Komponente berücksichtigt. Dieses Verfahren ist für die Planung auch deshalb angebracht, weil eine Berücksichtigung der Vertikal-Komponente beim Anbauprinzip bei gleichen Zugkräften den Schlupf des Schleppers heruntersetzen würde, so daß die Rechnung ohne ihre Berücksichtigung auf der sicheren Seite liegt, d. h. also, daß in der Praxis günstigere Werte auftreten können als in der Vorausberechnung.

Tabelle 1. Einsatz des Radschleppers RS 04/30 zum Pflügen (~ 85% Motor-Auslastung)

| | | Dimension | | | | | | Bemerkung | |
|--|-----------------------------------|------------|--------------|------------|---------------|-----------|--|-----------|--|
| a) Schlepper-Einsatz-Daten | | | | | | | | | |
| Gang | 1 | 2 | 3 | — | | | gemäß Regler „voll“ und Geschwindigkeit 4 bis 7 km/h | | |
| Umfangskraft U | 1450 | 1060 | 780 | kg | | | aus Fahrleistungsdiagramm | | |
| Umfangsgeschwindigkeit V_u | 4,2 | 5,6 | 7,6 | km/h | | | aus Fahrleistungsdiagramm | | |
| Kraftstoffverbrauch B_e | 5,4 | 5,6 | 5,4 | kg/h | | | aus Fahrleistungsdiagramm | | |
| Zugkraft $Z = U - R$ | 1180 | 790 | 510 | kg | | | $R = G \cdot f = 2670 \cdot 0,1 \sim 270$ kg | | |
| relative Zugkraft Z/G | 0,442 | 0,296 | 0,191 | — | | | berechnen | | |
| b) Einsatzdaten des Arbeitsgerätes (hier Pflug) | | | | | | | | | |
| Anzahl der Pflugschare i | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | — gewählt von Planung | | |
| Arbeitsbreite B | 52 | 78 | 52 | 78 | 52 | 78 | cm gemäß vorhandenem Gerät | | |
| spez. Pflugwiderstand k | 0,91 | 0,61 | 0,61 | 0,40 | 0,39 | 0,26 | kg/cm ² berechnet zum Vergleich mit Einsatzfall | | |
| c) Einsatz auf trockenem Boden (gute Kraftschlußbeiwerte) und $f = 10\%$ | | | | | | | | | |
| Schlupf φ | 12,0 | | 6,3 | | 4,1 | | % | | entsprechend Z/G aus Bild 3 |
| Fahrgeschwindigkeit $V = V_u (1 - \varphi)$ | 3,7 61,7 | | 5,25 87,5 | | 7,3 121,4 | | km/h m/min | | berechnet aus V_u u. φ |
| Grundzeit bei 1 m Arbeitsbreite für Einsatzfall | 352 | 183 235 | 258 | 134 172 | 190 | 99 127 | min | | Aus Normkatalog für VEG entsprechend Gerät (i) |
| Arbeitszeit für 1 ha bei 8% Verlustzeit | 380 | 254 | 279 | 186 | 205 | 137 | min | | |
| Lohnkosten/ha | 8,87 | 5,93 | 6,50 | 4,34 | 4,78 | 3,19 | DM | | Grundzeit: Die zur Bearbeitung von 1 ha Ackerland einer bestimmten Ackerform benötigte Zeit lt. Normkatalog bei 1 m Arbeitsbreite des Geräts |
| Betriebsstoffkosten/ha | 14,25 | 9,52 | 10,82 | 7,22 | 7,70 | 5,14 | DM | | |
| ha-Kosten [o] | 23,12 | 15,45 | 17,32 | 11,56 | 12,48 | 8,33 | DM | | |
| d) Einsatz auf oberflächlich feuchtem lehmigen Tonboden und $f = 10\%$ | | | | | | | | | |
| Schlupf φ | | | 24,8* | | 12,2 | | % | | entsprechend Z/G aus Bild 3 |
| Fahrgeschwindigkeit $V = V_u (1 - \varphi)$ | | | 4,21 70,2 | | 6,67 111,2 | | km/h m/min | | berechnet aus V_u und φ |
| Grundzeit: bei 1 m Arbeitsbreite für Einsatzfall | viel größer als 22% | | 164 | | 109 | | min | | Aus Normkatalog für VEG entsprechend Gerät (i) |
| Arbeitszeit für 1 ha bei 8% Verlustzeit | Einsatz nicht mehr wirtschaftlich | | 315 | 210 | 210 | 140 | min | | |
| Lohnkosten/ha | | | 340 | 227 | 226 | 151 | min | | |
| Lohnkosten/ha | | | 7,93 | 5,30 | 5,28 | 3,52 | DM | | Definition der Grundzeit wie unter c) |
| Betriebsstoffkosten/ha | | | 13,22 | 8,82 | 8,82 | 5,88 | DM | | |
| ha-Kosten [o] | | | 21,15 | 14,12 | 14,10 | 9,40 | DM | | |

* linear extrapoliert; [o] ohne Amortisation usw.

Allgemeine Einsatzdaten bei 25 cm Tiefpflügen und Zugpunkthöhe $\frac{h}{a} = 0,225$

Arbeitsfläche: 1 ha bei 30 m mittlerer ha-Breite Steigung 0%

Wendezeit: im Mittel 0,5 min (Beetpflügen)

Grundzeit = Arbeitszeit und Wendezeit

Betriebsstoffverbrauch: nach der Grundzeit berechnet B_e bei Arbeit und Wendung gleich gesetzt

Betriebskosten nach MTS-Normenkatalog:

a) Stundenlohn angesetzt mit DM 1,40

b) Kosten für Dieseldieselkraftstoff (einschl. Schmierstoffen) 0,45 DM/kg

Rollwiderstand: $R = G \cdot f$ [kg]

G = Schleppergewicht (2670 kg)

f = Rollwiderstandsbeiwert (für geschälten Acker bei festem Untergrund $\approx 0,1$)

Zugkraft zum Pflügen: $Z = B \cdot T \cdot K \cdot \xi$; $\xi = 1 + \zeta$ (Kombinationswirkung) ≈ 1

Die in Tabelle 1 zusammengestellten Daten beruhen auf folgendem Rechnungsgang. (Auch er wird an den Stellen, wo Werte der Einsatzplanung herangezogen werden müssen, mit den Zeichen „Agr“ versehen.) Die normale Arbeitsbreite des Pfluges beträgt je Schar 26 cm. Beim üblichen 25 cm Tiefpflügen ergibt sich demnach ein Pflugbalkenquerschnitt von $F_k = 650 \text{ [cm}^2\text{]}$. Der Pflugwiderstand des Einzelkörpers kann mit

$$W_k = k \cdot F_k \text{ [kg]} \quad (4)$$

berechnet werden, wobei k als spezifischer Pflugwiderstand [kg/cm^2] dem jeweiligen Einsatz entsprechend „Agr“ anzusetzen ist. Dem Schlepper obliegt die Überwindung der Summe aller horizontaler Kräfte, die aus dem Anhängengerät resultieren. Demnach ist die Zugkraft

$$Z = \Sigma W_k \text{ [kg]} \quad (5)$$

Unter Verwendung der Gleichung (4) kann die notwendige Zugkraft mit

$$Z = i \cdot k \cdot F_k \cdot \xi \text{ [kg]} \quad (6)$$

bestimmt werden. Hierbei bezeichnet ξ einen Kombinationsfaktor, der bei mehrscharigen Geräten stets größer, mindestens jedoch 1 ist, und durch die gegenseitige Beeinflussung mehrerer Arbeitswerkzeuge entstehen kann. Beim Pflug sind die Messungen des spezifischen Pflugwiderstandes zunächst so ungenau, (gewöhnlich ist beim Anhängerpflug der Fahrwiderstand im Werk k enthalten), daß dieser Faktor noch = 1 gesetzt werden kann.

Bekanntlich wird der Einsatz eines Schleppers um so wirtschaftlicher, je stärker man ihn auslastet. Daher soll in diesem Beispiel eine von seiten des Motors gut tragbare Dauerauslastung von etwa 85% entsprechend der gestrichelten Fahrleistungslinie (Hyperbel) zugrunde gelegt werden. Von seiten des Motors kann die dieser Auslastung entsprechende Leistung von 25,5 PS beim Verstellregler, wie ihn der RS 04/30 besitzt, mit verschiedenen „Gas“-Hebelstellungen erreicht werden. Diese freie Wahl wird eingeschränkt durch die vom Leistungslohnsystem geförderten Gepflogenheiten der Schlepperfahrer, bei schweren Arbeiten wie Pflügen mit Vollfüllung zu fahren. Der Verstellregler arbeitet dann wie ein Endregler. Trotzdem braucht der Motor nicht überlastet zu werden, wenn das Arbeitsgerät auf die 85% Leistungsaufnahme ausgelegt ist. Unter dieser Voraussetzung ergeben sich die im Bild 4 des Testes für die Motorleistung angegebenen Werte, wobei sich bei 25,5 PS eine Drehzahl von 1621 U/min einstellt und die Leistungsreserve immer noch gegeben ist. Dieser Punkt liegt im Bild 3 – dem Motorkennlinienfeld – in der steil abfallenden Regelkurve und wird im Fahrleistungsdiagramm vom jeweiligen Gang abgebildet. Ein solches Verhalten der Traktoristen legt demnach die Fahrgeschwindigkeit auf ihren Größtwert fest, der im Fahrleistungsdiagramm durch den Schnittpunkt zwischen 85% Hyperbel und Reglerlinie im jeweiligen Gang gekennzeichnet ist. Dementsprechend ergeben sich die in der Tabelle 1a dargestellten Werte der Umfangsgeschwindigkeit ($V_u = 4,2$ bis $7,6 \text{ km/h}$) und Umfangskraft ($U = 1450$ bis 780 kg) im ersten bis zum dritten Acker gang. Die üblichen Pfluggeschwindigkeiten haben sich etwas nach oben verschoben, so daß unsere Betrachtung innerhalb des Spielraumes von 4 bis 7 km/h durchgeführt werden kann. Setzt man beim Einsatz angenähert Reibungsverhältnisse, d. h. trockenen Ackerboden bei krümeliger Oberfläche und festen Untergrund voraus, so können durch Absenkung des Luftdruckes auf $0,8 \text{ atü}$ bestenfalls die Testwerte erreicht werden „Agr“. Für die Beispielsrechnung werden sie daher, obwohl große Schlupfe zu erwarten sind, zunächst zugrunde gelegt. Unter solchen Fahrbedingungen kann der spezifische Fahrwiderstand $f = 10\%$ des Gewichtes angesetzt werden, wodurch er mit $R \approx 270 \text{ kg}$ festgelegt ist. Dementsprechend verringert sich die Zugkraft, die der Schlepper dem Pflug zur Verfügung stellen kann. Die Gleichung (3) würde nun gestatten, über den notwendigen Kraftschlußbeiwert den eintretenden Schlupf zu berechnen. Da jedoch im Bild 3 für den Schlepper und Einsatzfall bereits die reduzierte Zugkraft $\frac{Z}{G}$ dargestellt ist und in

der Praxis auch für jeden Einsatz sowie Schlepper leichter gemessen und angewendet werden kann, erübrigt sich die Rechnung, so daß aus Bild 3 (bei $f = 10\%$) die entsprechenden Schlupfe für die Werte $\frac{Z}{G}$ entnommen werden können. Die wirkliche Geschwindigkeit beim Pflügen beträgt daher $V = V_u - (1 - \varphi)$.

Die weitere Rechnung hängt nunmehr von der Größe und der Art der zu bearbeitenden Fläche ab „Agr“. Im Beispiel soll ein normaler Schlag von 7 bis 10 ha bei einer mittleren Schlagbreite des ha von 30 m gewählt werden. Unter dieser Voraussetzung ergibt sich gemäß dem Normenkatalog für Volkseigene Güter bei einer Wendezeit von je 0,5 min die Grundzeit, d. h. die zur Bearbeitung eines Hektars der gekennzeichneten Ackerform notwendige reine Arbeitszeit einschl. Wendezeiten bei 1 m Arbeitsbreite des Gerätes. Unter Berücksichtigung der tatsächlichen Arbeitsbreite des eingesetzten Gerätes sowie nochmals 8% Verlustzeiten ergibt sich rechnerisch die Arbeitszeit je ha. Setzt man den Stundenlohn des Schlepperfahrers mit DM 1,40 an und den Preis für Brennstoff- und Ölkosten mit 0,45 DM/kg DK, wie es z. B. Verhältnissen auf den MTS entspricht, dann ergeben sich die in Tabelle 1a bis d wiedergegebenen Zahlen. Im Teil d der Tabelle 1 wurde der Einsatz des Schleppers bei gleicher Ausrüstung und Ackerform geändert, so wie es z. B. nach einem mäßigen Regenfall eintreten kann. Die Rechnung zeigt, daß dann im ersten Gang, d. h. sofern der Acker größere spezifische Pflugwiderstände als $0,61 \text{ kg/cm}^2$ aufweist, der Einsatz dieses Maschinenaggregates unwirtschaftlich wird.

Die Rechnung wurde lediglich dazu durchgeführt, um die praktische Verwertbarkeit zu kennzeichnen. Im übrigen sollen in dieser Abhandlung ihre Ergebnisse nicht diskutiert werden, jedoch zeigt sie, daß es möglich ist, sowohl Kosten als auch Auslegung des Anhängengerätes, Betriebszustand des Motors mit der angegebenen Rechnungsmethode und dem Fahrleistungsdiagramm wenigstens in erster Näherung genau zu ermitteln. Es muß der Forschung überlassen bleiben, den Genauigkeitsgrad Schritt für Schritt zu verbessern, jedoch erscheint es ungerechtfertigt, dem Verbraucher die Nutzung des Fahrleistungsdiagramms vorzuenthalten, zumal bei seiner Anwendung, auch wenn in den Vergleichsrechnungen zunächst Fehler zweiten Grades vorhanden sind, ein Vergleich der einzelnen Schlepper auf einer praktisch verwertbaren Basis möglich ist. Es ist nunmehr auch ersichtlich, daß eine Beurteilung von Schleppern zwischen sogenannter „technischer Prüfung“ (Test) und „landwirtschaftlicher Eignungsprüfung“ unterscheiden muß, da im Rechnungsgang zahlreiche, nur vom landwirtschaftlichen Einsatz „Agr“ herrührende Varianten geändert werden, während in der technischen Prüfung nur die vom Schlepper selbst beeinflussbaren Größen enthalten sein können.

Auf einen Punkt soll in diesem Zusammenhang noch hingewiesen werden, nämlich, daß dem Fahrleistungsdiagramm zunächst ein konstanter Wirkungsgrad des Schleppergetriebes, im Bericht 86%, zugrunde gelegt wird. Dieser ist aus den Fahrleistungsmessungen als Mittelwert berechnet worden. Es ist bekannt, daß er sich vom Betriebszustand abhängig ändert. Die Änderungen sind jedoch wesentlich kleiner als die Fehler, die in der derzeitigen Rechnung noch enthalten sind. Die Änderung des Wirkungsgrades liegt oft sogar unter 2%, daher innerhalb der Meßgenauigkeit der Zugkraftmessung. Es besteht daher keine Veranlassung, aus diesem Grunde auf die Verwendung des Fahrleistungsdiagramms zu verzichten, obwohl zugegeben wird, daß eine Verbesserung bzw. genauere Bestimmung der jeweils vorhandenen Getriebewirkungsgrade als Aufgabe angesehen werden muß und in die technische Prüfmethode einzuführen ist.

Zum Schluß soll noch darauf hingewiesen werden, daß die Werte der Tabelle 1 bei oberflächlicher Betrachtung zu Trugschlüssen bez. der Wirtschaftlichkeit beim schnelleren Pflügen Veranlassung geben könnten. Die geringeren Kosten bei höheren Pfluggeschwindigkeiten und derselben Scharzahl i des Pfluges sind im Beispiel durch geringere spezifische Pflugwiderstände be-

Der Fachverband Land- und Forsttechnik der KdT berichtet

Popularisierung der neuen Technik für die Land- und Forstwirtschaft während der Landwirtschaftsausstellung 1956 in Leipzig-Markkleeberg

Nicht nur in der Land- und Forstwirtschaft, sondern auch in der Industrie ist die Frage der Einführung der neuen Technik in den Betrieben oft mit einem ungenügenden Überblick über den heutigen Stand der Technik verbunden. Gerade in der Planwirtschaft ist es aber besonders dringend notwendig, unsere Betriebe ständig über den neuesten Stand zu unterrichten, damit sie ihn bei der Planung der Investitionen entsprechend berücksichtigen können. Auf der anderen Seite ist es aber auch wichtig, unsere Werktätigen mit den Entwicklungstendenzen auf allen Gebieten unserer Wirtschaft bekannt zu machen, damit eine allseitig richtige Orientierung bei der Perspektivplanung der Betriebe erreicht wird.

Die bisher in regelmäßigen Abständen veranstalteten Landwirtschaftsausstellungen in Markkleeberg dienen diesem Ziel für die Landwirtschaft, den Gartenbau und für die Forstwirtschaft.

In diesem Jahr, dem ersten des 2. Fünfjahrplanes, wird die große Landwirtschaftsausstellung mehr als bisher die Perspektive der Land- und Forstwirtschaft unserer Republik hervorheben. Sie wird damit in immer größerem Umlange zu einer für ganz Deutschland einzig dastehenden Lehrstätte dieses Wirtschaftszweiges. Entsprechend ihrer großen Bedeutung für die weitere schnelle Entwicklung der Landwirtschaft wird die Technik auf der Ausstellung einen erheblichen Raum einnehmen.

Veranstaltungen zu Ehren des zehnjährigen Bestehens der KdT

Bei den bisherigen Ausstellungen wurde immer wieder der Wunsch geäußert, nähere technische und wirtschaftliche Einzelheiten über bestimmte technische Anlagen, Maschinen und Geräte zu hören, die im Rahmen der Forschung, der Entwicklung und beim Einsatz gesammelt wurden.

Der Fachverband „LAND- UND FORSTTECHNIK“ der KdT trägt diesem Wunsch durch ein umfangreiches Veranstaltungsprogramm Rechnung, das in der Zeit vom 2. bis 8. Juli 1956 in Markkleeberg durchgeführt wird und in dem namhafte Fachleute aus Wissenschaft und Praxis über ihre Erfahrungen berichten.

Am 2. Juli, dem Geburtstag der KdT, findet die Jahrestagung des Fachverbandes statt, auf der die Delegierten der KdT das Programm des Fachverbandes für die nächsten drei Jahre beraten.

(Fortsetzung von S. 286)

dingt, so daß ein Rückschluß auf die Berechtigung des schnellen Pflügens bei gleichen Pflugwiderständen nicht statthaft ist. Wir verweisen auf die in diesem Punkt zahlreiche Literatur, die eindeutig nachweist, daß die Steigerung der Pfluggeschwindigkeit unter gleichen Arbeitsbedingungen (vor allem $k = \text{konstant}$) höhere Hektarkosten verursacht. Dies sagt auch die Tabelle 1 aus, wenn die ha-Kosten bei dreischarigem Pflügen eines Ganges mit zweischarigem des nächstfolgenden verglichen werden. Dieser Vergleich ist stichhaltig, da der spezifische Pflugwiderstand dabei nahezu gleich berechnet werden konnte ($k = 0,61$ oder $k \approx 0,40 \text{ kg/cm}^2$).

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Aufnahme des Motoren-Kennlinienfeldes zur Beurteilung des Schleppers bei sonst gleichen Prüfregeln für die technische Prüfung (Test) Vorteile bringt. Die Aufnahme des Fahrleistungsdiagrammes bietet darüber hinaus auch dem Praktiker bzw. Einsatzplaner die Möglichkeit, bei genauer Kenntnis seiner Einsatzbedingungen eine richtige Auslastung des Schleppers vorzusehen. Für die endgültige Ausnutzung in diesem Sinne sind weitere Fortschritte in der Forschung nötig, wobei durch die Aufnahme der beiden Darstellungen in die technische Prüfung auch bezweckt wird, entsprechende Arbeiten einzuleiten oder schon vorliegende Ergebnisse der Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen.

Literatur

- [10] JANTE, A.: Arbeitsdiagramme für Ackerschlepper. Die Technik, Bd. 5 (Nr. 3 und 5).
[11] BOCK, G.: Feldversuche über die Zugfähigkeit von Ackerschleppern. Grundlagen der Landtechnik, H. 3, S. 88 bis 100. A 2400

Die öffentlichen Veranstaltungen beginnen am 3. Juli, 9.00 Uhr, mit einer Tagung des Fachausschusses „FORSTTECHNIK“ zum Thema „Die Komplexbrigade und ihr Maschinensystem in der Holzwerbung“ mit folgenden Referaten:

1. Die Aufgaben bei der Mechanisierung in der Forstwirtschaft im 2. Fünfjahrplan.
2. Die Komplexbrigade und ihre Arbeitsorganisation.
3. Die Maschinensysteme in der Holzwerbung.

Außerdem werden Referenten aus der Sowjetunion und der ČSR über ihre Erfahrungen berichten.

Das Ziel dieser Tagung ist es, in der Frage der Maschinensysteme und der Arbeitsorganisation der Komplexbrigade zu einem gemeinsamen Ergebnis zu gelangen, damit auch bei der Holznutzung die Arbeitsproduktivität gesteigert werden kann und die schwere körperliche Arbeit durch eine moderne Technik erleichtert wird. Zum Abschluß der Tagung ist eine Maschinenvorführung auf dem Ausstellungsgelände geplant.

Der Fachausschuß „LANDTECHNIK“ beginnt mit den Vortragsveranstaltungen am 4. Juli.

Zum Thema „Schlepper und Boden“ werden von 10.00 bis 12.30 Uhr zwei Referate gehalten:

1. Neuere Ergebnisse von Bodendruckuntersuchungen beim Schlepper- und Maschineneinsatz.
2. Prüfungs- und Einsatzergebnisse eines modernen Raunenlaufwerkes (dargestellt am Schlepper KS 30).

Nicht zufällig hat der Fachausschuß diese Themen an den Anfang seiner Vortragsreihe gestellt. Die Erhaltung und Mehrung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit muß bei allen landwirtschaftlichen Nutzungsmaßnahmen zur Steigerung der Erträge bestimmend sein. Die Maschinen und den Maschineneinsatz dieser wichtigen Forderung anzupassen, soll in den genannten Referaten zum Ausdruck kommen.

Von 14.00 bis 17.30 Uhr wird die „Mechanisierung des Maisanbaues“ in drei Referaten behandelt:

1. Anbau und Sortenfragen beim Maisbau.
2. Mechanisierung der Maisernte in der DDR.
3. Mechanisierung des Maisbaues in der Volksrepublik Ungarn.

Wohl kaum eine andere Kulturpflanze steht z. Z. so im Mittelpunkt des Interesses, wie gerade der Mais. Die Vorträge sollen zeigen, welche speziellen Anbaumaßnahmen zu beachten sind, und die derzeitigen und künftigen Möglichkeiten der Mechanisierung erläutern.

Der 5. Juli ist der „Mechanisierung der Innenwirtschaft“ gewidmet. In allen Ländern ist die Mechanisierung der Arbeiten in Haus, Hof und Stall gegenüber der Mechanisierung der Feldwirtschaft zurückgeblieben und damit zu einem ernstem Problem bei der komplexen Mechanisierung aller landwirtschaftlichen Arbeiten geworden. Bedenkt man, daß etwa 60% der Arbeiten auf die Innenwirtschaft entfallen, so können geeignete Mechanisierungsmaßnahmen zu erheblichen Arbeiterleichterungen und Einsparungen führen.

Von 10.00 bis 12.30 Uhr werden in drei Referaten

1. Schwemmentmistung, derzeitiger Stand und Perspektive,
2. Entmistung im Rinderstall mittels Schubstange und Schleppschaufel,
3. Mechanisierung in der Milchwirtschaft

die Entwicklungsrichtungen behandelt, wie sie von unseren Instituten und dem Landmaschinenbau bereits in Versuchsausführungen und in Typenbauten praktisch verwirklicht sind.

Von 14.00 bis 17.30 Uhr werden über

1. Mechanisierte Futterküche,
 2. Erfahrungen bei der Mechanisierung der Innenwirtschaft der LPG (dargestellt an Beispielen aus der Praxis)
- Referate gehalten.

Im ersten Referat werden Möglichkeiten einer Automatisierung der Futterzubereitung erläutert, die bereits in diesem Jahr zur Verwirklichung gelangen können.

Das zweite Referat wird für unsere Genossenschaftsbauern besonders deshalb interessant und lehrreich sein, weil darin derzeitige Möglichkeiten der Mechanisierung in bestehenden Wirtschaftsgebäuden be-