

am gebräuchlichsten. Die Berechnung erfolgt nach folgender Gleichung:

$$y = a + b \cdot x$$

$$a = \frac{\sum s}{n}, b = \frac{\sum x \cdot s}{\sum x^2} \quad (3)$$

Darin bedeuten:

- $y$  Trendwert
- $n$  Länge der bekannten Zeitreihe
- $x$  Zeitwert der Reihenglieder, d. h. die Ordnungszahlen der Zeiträume, wobei der mittlere Zeitraum gleich Null gesetzt wird
- $a$  arithmetisches Mittel im Zeitwert 0
- $b$  bestimmt den Neigungswinkel des Trends
- $s$  vorhandene Zahlenangaben der Vergangenheit

Ing. W. PFLUGER\*

## Zur Bestimmung der erforderlichen Hubkraft und der zulässigen Anbau- und Aufsattelmassen an Traktoren (II)<sup>†</sup>

### 3.2 „2. Methode“ zur Ermittlung der Hubkraft

Um — dem eigentlichen Charakter eines Standards entsprechend — zumindest für die Grundaufführung des Traktors (ohne Ballastmassen) größenmäßige Angaben über die erforderliche Hubkraft festlegen zu können, muß eine konstruktive Achslastverteilung der Traktoren in Grundaufführung unterstellt werden. Damit ergibt sich zwangsläufig eine getrennte Betrachtungsweise für Hinterrad- und allradgetriebene Traktoren.

3.2.1. Ermittlung der Hubkraft für hinterradgetriebene Traktoren (ohne und mit zusätzlichem Frontantrieb):

Als Ergebnis einer entsprechenden Analyse an neueren Traktorenkonstruktionen in- und ausländischer Hersteller kann angenommen werden, daß künftige Entwicklungen von Hinterradtraktoren mit einer statischen Vorderachslast von  $G_{Vstat} = 0,4 \cdot G_{Tr}$  konzipiert werden.

Analog zu Formel (10) ergibt sich damit

$$\Delta G_{Vzul} = 0,4 \cdot G_{Tr} + \frac{\sum_{i=1}^n (F_i \cdot a_i)}{R} - 0,25 \left( G_{Tr} + \sum_{i=1}^n B_i + G_{Ger} \right)$$

$$\Delta G_{Vzul} = 0,15 \cdot G_{Tr} + \frac{\sum_{i=1}^n (F_i \cdot a_i)}{R} - 0,25 \left( \sum_{i=1}^n B_i + G_{Ger} \right) \quad (18)$$

Entsprechend der Gl. (12) wird nunmehr:

$$G_{Tr} = 6,67 \left[ H_{HA} \cdot \frac{L}{R} - \frac{\sum_{i=1}^n (F_i \cdot a_i)}{R} \right] + 1,67 \left( \sum_{i=1}^n B_i + G_{Ger} \right) \quad (19)$$

In Tafel 2 sind die nach dieser Methode errechneten Trendwerte der bisherigen und künftigen Entwicklung ausgewiesen. Bild 1 zeigt den Verlauf der Trendgeraden in einer graphischen Darstellung.

### \* Literatur

- [1] Grundlagen und Anwendung der sozialistischen Wirtschaftsprognose. Informationsbericht I und II vom November 1966 der Zentralstelle für Organisation und Standardisierung des Maschinenbaues in Dresden
- [2] Thesen zum Symposium „Theoretische und methodologische Probleme der prognostischen Vorbereitung der Planung unter den Bedingungen der technischen Revolution“. Die Wirtschaftswissenschaft Nr. 8 vom August 1966
- [3] BOEHME, H.: Methoden der quantitativen Marktforschung. Landtechnische Forschung 16 (1966) H. 4, S. 148
- [4] Statistische Jahrbücher der DDR der Jahre 1963, 1965, 1967 und 1968. Staatsverlag der DDR (Teil II folgt im nächsten Heft)

A 7544

Mit  $\frac{L}{R} = K$  ergibt sich analog Formel (15):

$$H_{HA} = \frac{Z}{2,58 \cdot K + 1,035} + \frac{2,58 \sum_{i=1}^n (F_i \cdot a_i) - 1,035 \cdot R \cdot \sum_{i=1}^n B_i}{R (2,58 \cdot K + 1,035)} \quad (20)$$

Unter Berücksichtigung des bereits dargelegten Multiplikationsfaktors  $1200 \cdot 1,6 = 1920$  ergibt sich schließlich analog Formel (17):

$$H_{HA} = \frac{740 \cdot P_{nenn}}{K + 0,4} + \frac{\sum_{i=1}^n (F_i \cdot a_i)}{R (K + 0,4)} - \frac{0,4 \sum_{i=1}^n B_i}{K + 0,4} \text{ [kp]} \quad (21)$$

wobei

$H_{HA}$  Hubkraft für Traktoren mit Hinterradantrieb in kp bedeutet.

Der erste Summand stellt die erforderliche Hubkraft für die Grundaufführung des Traktors (ohne Ballastmassen) dar. Auf Grund der definierten Achslastverteilung ist für diesen Teil nunmehr eine konkrete Aussage über die erforderlichen Hubkräfte in Abhängigkeit von den jeweiligen Nennzugkräften möglich.

Der zweite Summand gibt die mögliche Erhöhung der Hubkraft durch Anbringung von Frontballastmassen an.

Der dritte Summand stellt die auf die Gesamtheit aller Ballastmassen bezogene erforderliche Reduzierung der Hubkraft zur Gewährleistung einer 25prozentigen Vorderachslastbelastung dar.

Die praktische Anwendung der Formel (21) am Beispiel des ZT 300 ergibt mit den bereits unter Pkt. 3.1. genannten technischen Daten folgendes Ergebnis:

$$K = \frac{L}{R} = \frac{1,15}{2,8} = 0,41$$

$$H_{HA} = \frac{740 \cdot 2,76}{0,41 + 0,4} + \frac{400 \cdot 3,4}{2,8 (0,41 \times 0,4)} - \frac{0,4 \cdot 1430}{0,41 + 0,4}$$

$$H_{HA} = 2520 + 600 - 706$$

$$H_{HA} = 2414 \text{ kp}$$

\* Institut für Landmaschinentechnik Leipzig (Direktor: Dr.-Ing. H. REICHEL)

† Teil I in H. 8/1969, S. 383

Einer besonderen Diskussion bedarf die durch den dritten Summanden bedingte Reduzierung der Hubkraft bzw. damit zusammenhängend der zulässigen Gerätemasse.

Im § 39 der StVZO wird eine auf die jeweilige Gesamtmasse bezogene Vorderachsbelastung von 25 % gefordert. Für den Traktor ohne Zusatzmassen einschließlich des zugehörigen Anbau- oder Aufsattelgerätes wird dieser Forderung durch den ersten Summanden der Hubkraftformel entsprochen. Der zweite und dritte Summand berücksichtigen ausschließlich den zusätzlichen Einfluß von Ballastmassen. Um den Forderungen des § 39 zu entsprechen, muß im dritten Summanden die Gesamtheit aller Ballastmassen eingesetzt werden. Diese formale Verfahrensweise widerspricht den praktischen Gegebenheiten insofern, als ja alle direkt im Hinterrad angeordneten Ballastmassen einschließlich der Wasserfüllung infolge des fehlenden Hebelarmes keinerlei Beeinträchtigung der Lenkfähigkeit mit sich bringen.

In welchem Maße die strikte Einhaltung der Bestimmungen des § 39 im Widerspruch zur Einsatzpraxis der Traktoren steht, geht aus der Tatsache hervor, daß der dritte Summand einen größeren Wert als der zweite besitzt und sich somit die erforderliche Hubkraft bzw. zulässige Gerätemasse trotz der Anbringung von Frontballastmassen gegenüber der Grundausführung des Traktors verringert! Es ist ganz offensichtlich, daß dieser aus der mathematischen Behandlung der Problematik sichtbar gewordene Widerspruch zwischen Gesetzgebung und praktischen Gegebenheiten nicht ohne Diskussion mit allen in Frage kommenden Instanzen Grundlage für einen Standard sein kann.

Wenn im vorstehenden Berechnungsbeispiel die direkt in den Hinterrädern angebrachten Ballastmassen und die Wasserfüllung in den Hinterrädern (insgesamt 1030 kg) infolge ihres nicht vorhandenen Einflusses auf die Lenkfähigkeit nicht berücksichtigt, sondern nur die Frontballastmassen in Rechnung gestellt werden, verändert sich der Wert des dritten Summanden auf 198 kg. Damit erhöht sich die Hubkraft um 402 kp auf insgesamt 2922 kg und kommt damit dem tatsächlich am ZT 300 vorhandenen Wert näher.

### 3.2.2. Ermittlung der Hubkraft für allradgetriebene Traktoren

Für „echte“ Allradtraktoren kann angenommen werden, daß künftige Entwicklungen mit einer Achslastverteilung von  $\frac{G_{Vstat}}{G_{Hstat}} = \frac{0,6}{0,4}$  konzipiert werden, d. h.  $G_{Vstat} = 0,6 \cdot G_{Traktor}$  (z. B. Traktor D 4 K-B).

Mit dieser Unterstellung und aus der für Allradtraktoren analogen Beziehung zu (2):

$$Z \cong T = 0,55 \cdot \left( G_{Tr} + \sum_{i=1}^n B_i + G_{Ger} \right)$$

ergibt sich die Hubkraft in Analogie zu der Ableitung unter Pkt. 3.2.1. wie folgt:

$$H_{AR} = \frac{1230 \cdot P_{nenn}}{K + 0,6} + \frac{\sum_{i=1}^n (F_i \cdot a_i)}{R(K + 0,6)} - \frac{0,6 \sum_{i=1}^n B_i}{K + 0,6} \quad [kp] \quad (22)$$

wobei  $H_{AR}$  Hubkraft für Traktoren mit Allradantrieb in kp ist.

Die Auswertung einschlägiger Unterlagen ergab folgende praktisch vorkommende Grenzwerte für den Faktor  $K = \frac{L}{R}$ :

Für hinterradgetriebene Traktoren:  $K = 0,3$  bis  $0,45$   
 Für allradgetriebene Traktoren:  $K = 0,45$  bis  $0,6$

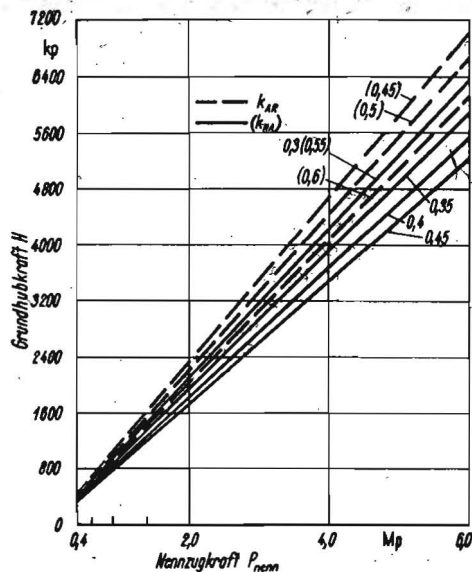


Bild 2. Grundhubkraft  $H$  in Abhängigkeit von der Nennzugkraft  $P_{nenn}$

In Bild 2 ist die den ersten Summanden der Formeln (21) und 22 entsprechende „Grundhubkraft“  $H$  in Abhängigkeit von der Nennzugkraft  $P_{nenn}$  mit den genannten  $K$ -Werten als Parameter dargestellt.

## 4. Diskussion der Ergebnisse

4.1. Im allgemeinen ist es üblich, in einem Standard konkrete quantitative Festlegungen über den jeweiligen Standardisierungsgegenstand zu treffen. Insofern wäre die bloße Angabe einer allgemeingültigen Formel entsprechend der „1. Methode“ — obwohl diese zweifelsohne die exaktesten Werte liefert — zumindestens ungewöhnlich. Es ist allerdings festzustellen, daß auch die diesbezügliche ISO-Empfehlung nur eine rechnerische Methode ist und keine konkreten Werte beinhaltet.

In Anbetracht der Unmöglichkeit, Größe und Lage von Ballastmassen für alle Traktoren genau zu definieren, ist die angestrebte Angabe konkreter Zahlenwerte auch nach der „2. Methode“ nur teilweise, d. h. nur für die Grundausführung des Traktors (ohne Ballastmassen) möglich.

Die unter Pkt. 3.2.1. durchgeführte Berechnung der Hubkraft für den ZT 300 zeigt jedoch, daß bei strikter Berücksichtigung der derzeitigen Formulierung des § 39 der StVZO durch zusätzliche Ballastmassen keine Erhöhung der „Grundhubkraft“ eintritt. Front- und Hinterradballastmassen heben sich in ihrer Wirkung auf die Hubkraft weitestgehend gegeneinander auf. Dasselbe Ergebnis liefert auch die allgemeingültige Formel (17) in der Anwendung auf den ZT 300:

Ohne Berücksichtigung von Ballastmassen gilt

$$H = \frac{4960 \cdot P_{nenn} (x_s - 0,25 R)}{L + x_s} \quad [kp] \quad (23)$$

$$H = \frac{4960 \cdot 2,76 (1,15 - 0,7)}{1,15 + 1,15}$$

$$H = 2680 \text{ kp}$$

Der sich hiermit gegenüber der bisherigen Methodik der ISO (s. unter 1) ergebende Vervielfältigungsfaktor von  $\frac{2680}{2340} \approx 1,15$ , entspricht am weitestgehenden der in Teil 1 zitierten Einschätzung in der ISO nach einer erforderlichen Erhöhung der bisherigen Werte um 15 bis 20 %.

Bei Berücksichtigung der Ballastmassen betrug die errechnete Hubkraft 2560 kp (s. 3.1.). Die sich ergebende Differenz von  $2560 - 2680 = -120$  kp entspricht rd. 4 % der „Grundhubkraft“.

Angesichts dieser Erkenntnisse ergibt sich die Frage, ob die Berücksichtigung von Ballastmassen auf Grund ihres bei der derzeitigen Auslegung des § 39 der StVZO relativ geringen, im konkreten Fall des ZT 300 sogar negativen Einflusses auf die Hubkraft sinnvoll erscheint. Bei Verzicht auf die Berücksichtigung der Ballastmassen wäre — gegebenenfalls bei einer etwa 5 bis 10prozentigen Erhöhung des dargelegten Sicherheitszuschlages — bei Anwendung der „2. Methode“ die konkrete Angabe von Hubkräften in Abhängigkeit von den jeweiligen Nennzugkräften der Traktoren möglich.

Die angeführten Rechenbeispiele zeigen weiterhin, daß die aus den beiden Methoden am Beispiel des ZT 300 gewonnenen Ergebnisse nur um rd. 6 % voneinander abweichen. Die Differenz wird um so größer, je weiter die konkreten Achslasten der jeweiligen Traktoren von den unterstellten Bedingungen abweichen. Es muß nunmehr Aufgabe der Traktorenhersteller sein, anhand ihrer konkreten Ergebnisse die Anwendungsmöglichkeit der „2. Methode“ zu überprüfen.

**4.2.** Um den praktischen Einsatzverhältnissen zu entsprechen, wobei ja bekanntlich Frontballastmassen ausdrücklich zu dem Zweck einer möglichen Erhöhung der Masse der Anbaugeräte angebracht werden (woraus sich zwangsläufig die Notwendigkeit einer entsprechend großen Hubkraft ergibt), müßte vom Gesetzgeber eine Präzisierung des § 39 der StVZO erwirkt werden. Diese Präzisierung bestünde in der Aussage, daß direkt an der Hinterachsmittle von Traktoren wirkende Ballastmassen — einschließlich Wasserfüllung in den Reifen — nicht in die Basis zur Berechnung der 25prozentigen Vorderachsbelastung einbezogen werden, da ja hierdurch tatsächlich infolge des fehlenden Hebelarms keine Beeinträchtigung der Lenkfähigkeit eintritt.

Mit dieser Festlegung würde die Hubkraft der Traktoren und damit ihr Gebrauchswert beträchtlich erhöht (am Beispiel des ZT 300 um 402 kp).

Die Gerätehersteller müssen dann in jeder Bedienungsanleitung angeben, ob überhaupt bzw. welche Ballastmassen an den jeweiligen Traktoren vorn und hinten zur Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen anzubringen sind.

In diesem Zusammenhang sei daran erinnert, daß die in großen Stückzahlen in Einsatz befindlichen Ferguson-Traktoren durch die hydraulische Zusatzeinrichtung „Multi-power“ in der Lage sind, einen großen Teil der Masse von Anbaugeräten unter gleichzeitiger Vorderachsentlastung auf die Hinterachse zu verlagern. Dabei und insbesondere in Verbindung mit einer weiteren Zusatzeinrichtung „Multi-pull“, mit deren Hilfe die Deichsel gezogener Anhänger oder Maschinen hydraulisch angehoben und damit eine zusätzliche Hinterachsbelastung erreicht werden kann, nimmt die Vorderachslast der Ferguson-Traktoren Größenordnungen an, die weit unter 25 % der jeweiligen Gesamtmasse liegen. Es sind sogar Lösungen bekannt, bei denen die Vorderachsbelastung völlig aufgehoben wird und nur noch mit den Hinterrädern des Traktors mit Hilfe der Lenkbremse gelenkt wird.

Mit dieser Feststellung soll keineswegs eine gesetzlich vorgeschriebene Vorderachsbelastung opponiert werden — Tatsache ist jedoch, daß die Erhöhung des Gebrauchswertes der Traktoren durch die genannten Zusatzeinrichtungen von der Praxis allgemein geschätzt und ausgenutzt wird und daß unter diesem Gesichtspunkt zumindest die geforderte Präzisierung des § 39 der StVZO notwendig erscheint.

**4.3.** Die Verknüpfung der Hubkraftformel mit der nach TGL 33-50002 zu ermittelnden Nennzugkraft ist unzumutbar, da hierbei lediglich die Tragfähigkeit der Triebrollen als Grundlage dient. Bekanntlich sind jedoch z. B.

mit der Bereifung 15-30 AS Traktoren mit Motorleistungen von etwa 60 PS bis 100 PS ausgerüstet, die nach der bisherigen Methodik alle mit der gleichen Hubkraft ausgelegt werden müßten, was offensichtlich im Widerspruch zu den praktischen Gegebenheiten steht. (In der ISO wird offenbar nicht zuletzt aus diesem Grunde die erforderliche Hubkraft mit der Zugleistung des Traktors verknüpft).

Es erscheint deshalb richtiger, anstelle der Nennzugkraft die tatsächliche, beim Test des Traktors ermittelte Zugkraft bei Bodenverhältnissen, die in Verbindung mit der jeweiligen Triebachsbelastung einen  $\mu_K$ -Wert von 0,65 entsprechen, einzusetzen.

Dieser Vorschlag hat zumindest Gültigkeit bis zum Inkrafttreten einer überarbeiteten, die Motorleistung der Traktoren berücksichtigenden Zugkraftmethodik, deren Notwendigkeit auch in diesem Zusammenhang wieder sichtbar geworden ist.

**4.4.** Nach den vorgeschlagenen Methoden errechnet sich die Hubkraft zu einem Teil aus mathematisch begründeten Beziehungen und zum anderen Teil aus einem nicht mathematisch belegten Sicherheitszuschlag von 60 %. Weitere Unterstellungen bestehen im Zugrundelegen der Beziehung  $Z_{eff} \approx 1,2 \cdot P_{nenn}$ ,  $\mu_K = 0,65$  und  $f_r = 0,1$ . Bei einer Diskussion über die vorgeschlagenen Methoden ist besonders die Akzeptierbarkeit dieser Annahmen zu prüfen. So erfolgt z. B. das Ausheben von Anbaugeräten in praktischen Einsatz in der Mehrzahl der Fälle kurz vor dem Wendemanöver des Traktors am Feldende, d. h. also bei bereits gedrosselter Motordrehzahl. Es ist deshalb auf der Grundlage der funktionalen Abhängigkeit zwischen Antriebsdrehzahl und volumetrischem Wirkungsgrad von Hydraulikpumpen noch zu überprüfen, ob der eingerechnete Sicherheitszuschlag groß genug ist, um auch z. B. bei halber Nennzahl des Motors noch ein einwandfreies Ausheben zu gewährleisten.

Eine weitere Beeinflussung des Sicherheitszuschlages wäre u. U. aus den unter Pkt. 4.1. genannten Überlegungen hinsichtlich der Nichtberücksichtigung von Ballastmassen denkbar.

Es ist ein Anliegen dieser Veröffentlichung, eine möglichst breite Meinungsäußerung aller interessierten Institutionen zu dem angeschnittenen Themenkomplex auszulösen, wobei vor allem auch eine Entscheidung für die „1. oder 2. Methode“ offensteht.

(Fortsetzung im nächsten Heft)

A 7534/II

## Sowjetische Landmaschinen für Bulgarien

Die bulgarische Landwirtschaft erhält im Zeitraum von 1966 bis 1970 insgesamt mehr als 70 000 Traktoren und 50 000 Lastkraftwagen aus der Sowjetunion, ein erheblicher Teil dieser Traktoren und Fahrzeuge bewährt sich bereits in der bulgarischen Landwirtschaft.

Beinahe sämtliche Mähdrescher und über 73 Prozent der Lastkraftwagen, die von der bulgarischen Landwirtschaft genutzt werden, sind aus der UdSSR eingeführt. Im Maschinenpark der bulgarischen Landwirtschaft befinden sich mehr als 50 000 Traktoren, 13 000 Mähdrescher, 15 000 Traktor-Pflüge, 10 000 Drillmaschinen und 5000 Grubber sowjetischer Herkunft. Das Sortiment sowjetischer Landmaschinen in der bulgarischen Landwirtschaft enthält gegenwärtig über 100 verschiedene Arten.

In den letzten Jahren hat die sowjetisch-bulgarische Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Landmaschinentechnik einen neuen Entwicklungsabschnitt erreicht. Die UdSSR unterstützt dabei die bulgarischen Wissenschaftler und Konstrukteure in der Entwicklung und Verbesserung des bulgarischen Landmaschinenbaues. In den Traktorenwerken Karlovo begann man jetzt mit der Montage des Traktors T-54-V nach einer sowjetischen Lizenz. Dieser neue Traktor ist leistungsfähiger und besitzt einen wesentlich größeren Geschwindigkeitsbereich als der bisher gebaute Weinbergtraktor „Bolgar“. Der neue T-54-V wurde auf der Internationalen Landwirtschaftsausstellung in Moskau mit einer Goldmedaille ausgezeichnet.

(Aus „Wirtschaftsnachrichten aus Bulgarien“, Organ der bulgarischen Handelskammer, Sofia 1969, Nr. 5)

A 7721