

# Bestimmung der optimalen Nennzugkraft von Traktoren

Prof. Dr. d. techn. Wiss. V. L. Stokov, Landwirtschaftliche Hochschule Wolgograd  
Dozent Dr.-Ing. K. Kietzer, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg

## 1. Einführung

Das Erforschen der Wechselwirkung zwischen Fahrwerk und Boden hat zunehmende Bedeutung erlangt. Teilweise besteht dabei die Zielstellung, einen Schlupfgrenzwert zu finden, der den optimalen Zusammenhang zwischen Traktormasse und Nennzugkraft angibt. Gewöhnlich ist das diejenige Zugkraft, bei der der maximale Fahrwerkwirkungsgrad erreicht wird. Es gibt aber auch Betrachtungsweisen, bei denen der Schlupfgrenzwert aus dem Grad der Zerstörung der Bodenstruktur durch das Fahrwerk festgelegt wird, wobei die Bewertung der Zerstörbarkeit der Oberflächenstruktur unterschiedlich ist. Vorgeschlagen wird deshalb, die Schadenswirkung aus der Befahrung als Zuwachs an abgescherten Bodenteilchen festzusetzen.

Wird berücksichtigt, daß jede Vergrößerung der Anzahl der abgescherten Bodenteilchen ein Vergrößern des Energiebedarfs bedingt, so ist dieser Zuwachs an Energie bei der Arbeit von mobilen Aggregaten eine charakteristische Größe. Bezogen auf die bisherigen Ausführungen wird als optimale Nennzugkraft eines Traktors jene Kraft bezeichnet, bei der der Energieaufwand zum Erfüllen der Nutzarbeit minimal ist.

## 2. Energiebedarf beim Befahren von Böden

Im Bild 1 ist der typische Verlauf des Energiebedarfs je Meter Fahrstrecke in kJ/m als Funktion der Zugkraft  $F_Z$  des Traktors MTS-50 dargestellt. Die Gesamtenergie je Meter ( $\Sigma E$ ) bei der Bewegung des Traktors setzt sich nach der Gleichung

$$\Sigma E = E_0 + F_Z + B F_Z^n \quad (1)$$

aus den Anteilen  $E_0$ ,  $E_1 = F_Z$  und  $E_2 = B F_Z^n$  zusammen [1] [2];  
 $F_Z$  Zugkraft  
 $E_0$  Energiebedarf bei der Eigenbewegung des Traktors je Meter Fahrweg ohne wirkende Zugkraft

$B$  Koeffizient, der die Erhöhung des Energiebedarfs durch eine Zugkraft charakterisiert (ist abhängig von Boden-zustand, Konstruktion des Protectors, Reifendruck u. a.)  
 $n$  Parameter, mit dem die Fahrwerkskonstruktion bewertet wird.

Aus Gl. (1) ergibt sich der Gesamtenergiebedarf je Meter Fahrweg und je Einheit der Nutzarbeit zu

$$e = \frac{\Sigma E}{F_Z} = 1 + \frac{E_0}{F_Z} + B F_Z^{n-1} \quad (2)$$

Die spezifische Energie soll ein Minimum sein, wofür die notwendige Bedingung

$$\frac{\partial e}{\partial F_Z} = 0$$

erfüllt sein muß. Ohne Zwischenschritte ergibt sich die Beziehung

$$\frac{E_0}{B F_Z^n} = n - 1 \quad (3)$$

Gl. (3) sagt aus, daß ein minimaler Energieaufwand bei der Arbeit eines Traktors erzielt wird, wenn der Energiebedarf aus der Eigenbewegung des Traktors zum Energiebedarf zur Überwindung der Zugkraft konstant ist. Mit der Beziehung  $E_2 = B F_Z^n$  und

$$R_\delta = \frac{1}{n-1}$$

wird aus Gl. (3)

$$E_2 = R_\delta E_0 \quad (4)$$

Experimentelle Untersuchungen haben ergeben, daß für verschiedene Radtraktoren der Parameter  $n$  im Bereich von 2,4 bis 2,6 liegt, so daß  $R_\delta$  den Wert von  $\frac{2}{3}$  hat. Die optimale Nennzugkraft liegt also vor, wenn  $E_2$  eine Größe von 65% von  $E_0$  hat. Aus Gl. (3) wird durch Umstellung nach  $F_Z$  die Beziehung

$$F_Z = \sqrt[n]{\frac{E_0}{B(n-1)}} \quad (5)$$

erhalten, aus der hervorgeht, daß mit Verkleinerung des Koeffizienten  $B$  der optimale

Wert der Nennzugkraft ansteigt. Über konstruktive Möglichkeiten der Beeinflussung des Koeffizienten  $B$  wurde bereits berichtet [3]. Gl. (5) ist von grundsätzlicher Bedeutung, da sie die Möglichkeit zum schnellen Festlegen der optimalen Arbeitsbedingungen bietet.

## 3. Ergebnisse der Untersuchungen

Im Bild 1 ist der Gesamtenergiebedarf des Traktors MTS-50 bei der Arbeit auf einem zur Aussaat vorbereiteten Acker dargestellt. Unter diesen Bedingungen betragen  $B = 0,007$  und  $n = 2,5$ , so daß bei  $F_Z = 10$  kN die Energieanteile

$$E_0 = 3,32 \text{ kJ/m und}$$

$$E_2 = 2,21 \text{ kJ/m}$$

ergeben.

Durch Einschaltung von elastischen Zwischengliedern [3] kann der Koeffizient  $B$  auf 0,004 gesenkt werden, so daß sich aufgrund des Zusammenhangs nach Gl. (5) die optimale Nennzugkraft  $F_Z$  auf 12,5 kN erhöht.

Zur Ausnutzung der dargelegten Erkenntnisse sind folgende Schritte durchzuführen:

- Bestimmung des Energiebedarfs der Eigenbewegung  $E_0$
- Festlegen der Aggregatierung, bei der sich der Gesamtenergiebedarf um 65% von  $E_0$  erhöht, wenn vom Standpunkt der geringsten Zerstörung der Bodenstruktur optimale Arbeitsbedingungen vorliegen sollen.

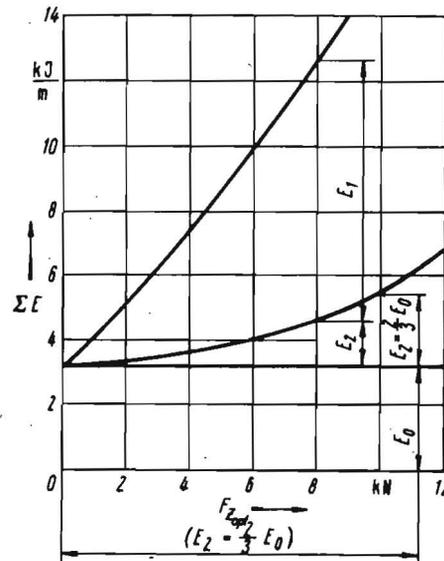
## 4. Zusammenfassung

Im vorliegenden Beitrag wurden durch die Gln. (3) und (5) Formeln zum Festlegen optimaler Aggregatierungsbedingungen von Traktoren hergeleitet. Bei Kenntnis des Energiebedarfs der Eigenbewegung des Traktors ergibt sich die optimale Nennzugkraft durch das Erreichen der geringsten Zerstörung der Bodenstruktur.

## Literatur

- [1] Stokov, V. L.: Issledovanie energetiki chodovoj sistemy kolesnogo traktora (Erforschung des Fahrwerks von Radtraktoren). Izvesti TSCChA (1963) Nr. 5.
- [2] Stokov, V. L.: Kak pravil'no sagregatirovat' traktor? (Wie wird der Traktor richtig aggregiert?). Sel'skochozajstvennoe proizvodstvo Povolž'ja (1966) Nr. 4.
- [3] Stokov, V. L.; Delitz, M.: Untersuchung konstruktiver Mittel zur Erhöhung der Effektivität des Traktoreinsatzes. agrartechnik 27 (1977) H. 12, S. 551—552. A 2017

Bild 1. Energiebilanz des MTS-50



Folgende Fachzeitschriften des Maschinenbaus erscheinen im VEB Verlag Technik:

agrartechnik; Die Eisenbahntechnik; die Technik; Feingerätetechnik;  
Fertigungstechnik und Betrieb; Hebezeuge und Fördermittel; Kraftfahrzeugtechnik;  
Luft- und Kältetechnik; Maschinenbautechnik; Metallverarbeitung; Schmierungstechnik;  
Schweißtechnik; Seewirtschaft