

# Zahlenmäßige Festlegung von Schleppergrößen

(Eine Erweiterung zum gleichnamigen Beitrag in Heft 5/1961 der „Landtechnischen Forschung“)

Diese an sich begrüßenswerte Verdeutlichung des Schlepperbauprogramms von Dr. F. FELDMANN enthält einige Punkte, deren Klarstellung erforderlich erscheint. Da auch verschiedene Veröffentlichungen anderer Autoren der letzten Zeit erkennen lassen, daß über gewisse Begriffe der Fahrmechanik, die in den letzten Jahren herausgearbeitet worden sind, Unklarheit besteht, soll hier der Versuch einer Klärung unternommen werden<sup>1)</sup>. Bei der Berechnung der von Schleppern aufzubringenden Zugkraft treten häufig Schwierigkeiten dadurch auf, daß gleiche Kennbuchstaben mit verschiedenen Bedeutungen benutzt werden. Im nachstehenden soll zusammengefaßt werden, was hierüber bereits von G. BOCK [1], H. MEYER [2; 3], H. HEYDE [4], H. SKALWEIT [5] und F. J. SONNEN [6] ausgeführt wurde. Der formelmäßige Zusammenhang ist in dem in diesem Heft abgedruckten Beitrag „Zur Frage des Allradantriebes von Ackerschleppern“ [7] im wesentlichen gegeben, eine nähere Erklärung scheint jedoch nach dem Vorhergesagten noch sinnvoll.

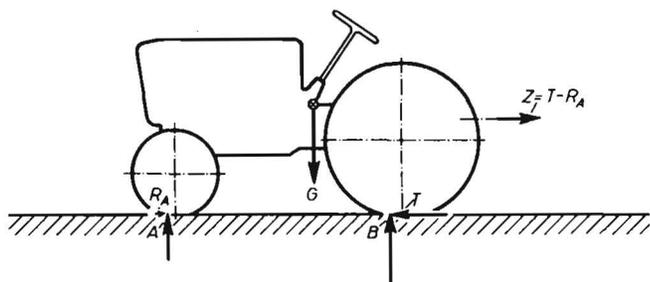


Bild 1: Kräfte am ziehenden Schlepper

An in der Ebene mit gleichförmiger Geschwindigkeit fahrenden Schlepper treten in horizontaler Richtung die Zugkraft  $Z$ , der Rollwiderstand der Vorderräder  $R_A$  und die Triebkraft  $T$  auf (Bild 1). Die Triebkraft  $T$  ist die resultierende Vortriebskraft in der Aufstandsfläche der Triebäder. Dementsprechend ist für die oben angegebenen Bedingungen

$$T = Z + R_A \quad (1)$$

Der Rollwiderstand der Vorderräder wirkt auf die Triebachse wie eine äußere Horizontalkraft, der Rollwiderstand der Triebäder selbst erscheint nur als Moment, jedoch nicht als äußere Kraft. Zur Abstützung dieses Momentes wird die Bodenhaftung in Anspruch genommen, daher kann schon bei seiner Überwindung Schlupf am Rad entstehen. Man kann aus dem Rollwiderstandsmoment der Triebäder unter der Annahme eines wirksamen Hebelarmes von der Größe des Rollhalbmessers eine Kraft  $R_B$  ermitteln; man erhält dann eine Umfangskraft  $U$ , die sich ergibt zu

$$U = T + R_B = Z + R_A + R_B = Z + R_S \quad (2)$$

wenn  $R_S$  der Rollwiderstand des ganzen Schleppers ist. Der Kraftschlußbeiwert  $K$  ist definiert als

$$K = \frac{T}{B} \quad (3)$$

In dieser Gleichung bedeutet  $B$  die Betriebsachslast der Triebachse, früher  $G_h$  bezeichnet. Der Ausdruck „Kraftschlußbeiwert“ wird als Oberbegriff verwendet, während bei eindeutigen Triebkräften oder Bremskräften die Bezeichnungen „Triebkraftbeiwert“ oder „Bremskraftbeiwert“ benutzt werden, da diese nach vorliegenden Ergebnissen bei gleichen Bedingungen unterschiedlich sein können.

Diese Festlegung des Triebkraftbeiwertes wurde deswegen gewählt, weil nicht die Umfangskraft  $U$ , sondern die Triebkraft  $T$  die am Triebad angreifenden horizontalen äußeren Kräfte erfaßt und sowohl die Zugkraft  $Z$  als auch der Rollwiderstand  $R_A$  der Vorderräder einwandfrei gemessen werden können. Der Trieb-

<sup>1)</sup> Die Bedeutung der in der Straßenverkehrszulassungsordnung (StVZO) definierten Begriffe Leergewicht, zulässige Achslast und zulässiges Gesamtgewicht, die verschiedentlich nicht gemäß ihrer Begriffsbestimmung benutzt werden, soll in einer der nächsten Ausgaben der „Landtechnik“ erläutert werden; daher erübrigt sich hier ein Eingehen auf diese Fragen.

kraftbeiwert  $K$  beinhaltet den Rollwiderstand der Triebachse. Er gibt an, welche horizontale Triebkraft  $T$  bei der vertikalen Triebachslast  $B$  nach Überwindung des Rollwiderstandes  $R_B$  ausgeübt werden kann. Die Zugkraft  $Z$  läßt sich daher errechnen aus

$$Z = K \cdot B - \varrho_A A = T - R_A \quad (4)$$

Hierin ist  $\varrho_A$  der Rollwiderstandsbeiwert der Vorderräder. Daher ergibt sich mit den von FELDMANN benutzten Werten und einer Restvorderachslast von 0,15 des Gesamtgewichtes  $G_b$  die Gleichung

$$Z = 0,45 \cdot 1,05 \cdot G_b - 0,1 \cdot 0,15 \cdot G_b = 0,458 G_b \quad (5)$$

Wird der Schlepper beschleunigt, oder fährt er bergauf, so müssen der Steigungs- und Beschleunigungswiderstand ebenfalls von der Triebkraft aufgebracht werden.

Während also infolge der Definition des Triebkraftbeiwertes  $K$  der Rollwiderstand der Triebäder für die Errechnung der erzielbaren Zugkraft nicht berücksichtigt werden darf, muß er im Gegensatz hierzu bei der Leistungsbilanz unbedingt eingeführt werden, da das zu seiner Überwindung erforderliche Moment ebenfalls vom Motor aufgebracht werden muß. Die Umfangskraft  $U$  läßt sich ermitteln aus

$$U = (K + \varrho_B) \cdot B \quad (6)$$

wenn man mit  $\varrho_B$  den Rollwiderstandsbeiwert der Hinterräder bezeichnet.

Die erforderliche Leistung kann errechnet werden nach der Formel

$$N = \frac{U \cdot V_0}{270 \cdot \eta_g} = \frac{(K + \varrho_B) \cdot B \cdot V_0}{270 \cdot \eta_g} \quad (7)$$

In ihr bedeuten  $N$  die erforderliche Motorleistung,  $V_0$  die sich aus der Konstruktion ergebende Fahrgeschwindigkeit in km/h und  $\eta_g$  der Wirkungsgrad des Schleppergetriebes.

Es darf aber nicht damit gerechnet werden, daß ein Verbrennungsmotor bei den landwirtschaftlichen Arbeiten mit ihren wechselnden Arbeitswiderständen bei konstanter Fahrgeschwindigkeit stets voll belastet werden kann. Deshalb muß, wie von MEYER [3] ausgeführt, das als Motorbelastung  $\lambda$  bezeichnete Verhältnis Leistungsbedarf zu Höchstleistung des Motors im Dauerbetrieb kleiner als 1 sein; sein Betrag kann für Schaltgetriebe nur selten größere Werte als  $\lambda = 0,83$  annehmen. Unter dieser Voraussetzung errechnet sich die erforderliche Motor-Höchstleistung  $N_M$  zu

$$N_M = \frac{N}{\lambda} = \frac{U \cdot V_0}{270 \cdot \eta_g \cdot \lambda} \quad (8)$$

Löst man diese Gleichung nach  $V_0$  auf und setzt nach Gl. (2)  $U = Z + R_S$ , so erhält man

$$V_0 = \frac{N_M \cdot 270 \cdot \eta_g \cdot \lambda}{Z + R_S} = \frac{N_M \cdot 270 \cdot \eta_g \cdot \lambda}{(K + \varrho_B) \cdot B} \quad (9)$$

Berücksichtigt man den Einfluß der Motorbelastung  $\lambda$  nicht, so ergeben sich bei der Berechnung der erforderlichen Motorleistung zu geringe Motornennleistungen oder bei der Berechnung von Zugkraft oder erzielbarer Fahrgeschwindigkeit zu große Werte. Diese wirken sich auch bei der Berechnung des überwindbaren spezifischen Bodenwiderstandes aus.

## Schrifttum

- BOCK, G.: Feldversuche über die Zugfähigkeit von Ackerschlepperreifen. In: 10. Konstrukteurheft, VDI-Verlag Düsseldorf 1953 (Grundlagen der Landtechnik, Heft 3) S. 88—100
- MEYER, H.: Probleme der Schlepperentwicklung. In: 14. Konstrukteurheft, VDI-Verlag Düsseldorf 1957 (Grundlagen der Landtechnik, Heft 9) S. 10—19
- MEYER, H.: Stufenlose Getriebe für Ackerschlepper. In: 16. Konstrukteurheft, VDI-Verlag Düsseldorf 1959 (Grundlagen der Landtechnik, Heft 11) S. 5—12
- HEYDE, H.: Mechanik des Schleppers. Deutsche Agrartechnik 7 (1957) S. 2—7, 82—86
- SKALWEIT, H.: Über die gegenseitige Abhängigkeit von Schleppergewicht und Pflugfurchen. Landtechnische Forschung 10 (1960) S. 10—15
- SONNEN, F. J.: Ein Überblick über Ergebnisse von Feldversuchen mit Triebadbreiten von Ackerschleppern. Landtechnische Forschung 11 (1961) S. 117—122
- SONNEN, F. J.: Zur Frage des Allradantriebes von Ackerschleppern. Landtechnische Forschung 12 (1962) S. 1—6

F. J. Sonnen