

Bestimmung der Höhe des Schwerpunktes von Ackerschleppern

Bundes-Versuchs- und Prüfungsanstalt für landwirtschaftliche Maschinen und Geräte, Wieselburg/Erlauf (Österreich)

Die Zugeigenschaften eines Schleppers werden neben anderen Faktoren auch von der Lage des Schwerpunktes wesentlich beeinflusst. Bei der Bestimmung der Höhe des Schwerpunktes über der Fahrbahn nach der folgenden Methode wird der Schlepper zuerst auf einer waagrechten Fläche aufgestellt und dann sowohl der Vorderachsdruck als auch der Hinterachsdruck festgestellt (Abb. 1).

Das Gesamtgewicht des Schleppers ergibt sich aus dem Vorder- und Hinterachsdruck nach der Formel

$$G = V + H \quad (\text{kg}) \quad (1)$$

Der Vorderachsdruck V und der Hinterachsdruck H werden ebenfalls in kg eingesetzt.

Aus dem Vorderachsdruck und dem Gesamtgewicht kann der Abstand e des Schwerpunktes von der Hinterachse errechnet werden.

$$e = \frac{V a}{G} \quad (\text{mm}) \quad (2)$$

a wird in mm, V und G in kg eingesetzt.

Zur Ermittlung der Höhe des Schwerpunktes über der Fahrbahn muß der Schlepper vorn aufgebockt und in dieser Lage der Hinterachsdruck H' bestimmt werden (Abb. 2).

Nimmt man den Auflagepunkt der Hinterachse als Drehpunkt an, so ergibt die Momentengleichung

$$G l - V' l = 0 \quad (3)$$

$$V' = G - H' \quad (4)$$

Gl. 4 in Gl. 3 eingesetzt, ergibt

$$l = \frac{(G - H') l}{G} \quad (5)$$

Wie aus Abbildung 2 zu ersehen ist, kann die Höhe des Schwerpunktes über der Fahrbahn nach folgender Formel errechnet werden

$$s = \frac{e - l / \cos \alpha}{\text{tg } \alpha} + R \quad (6)$$

Setzt man Gl. 5 und 2 in Gl. 6 ein, so ist

$$s = \frac{V a - (G - H') l / \cos \alpha}{G \text{tg } \alpha} + R \quad (7)$$

$$\frac{l}{\cos \alpha} = a + (R - r) \text{tg } \alpha \quad (\text{siehe Abb. 2}) \quad (8)$$

Wird Gl. 8 in Gl. 7 eingesetzt, so ist die Schwerpunkthöhe

$$s = \frac{V a - (G - H') a}{G \text{tg } \alpha} - \frac{(G - H') (R - r)}{G} + R \quad (9)$$

Wie ebenfalls aus Abbildung 2 zu ersehen ist,

$$\sin \alpha = \frac{h}{a + (R - r) \text{tg } \frac{\alpha}{2}} \quad (10)$$

$\sin \alpha$ kann durch $\text{tg } \frac{\alpha}{2}$ ausgedrückt werden

$$\sin \alpha = \frac{2 \text{tg } \frac{\alpha}{2}}{1 + \text{tg}^2 \frac{\alpha}{2}} \quad (11)$$

Aus Gl. 10 und 11 kann $\text{tg } \frac{\alpha}{2}$ errechnet und somit der Winkel α und $\text{tg } \alpha$ bestimmt werden

$$\text{tg } \frac{\alpha}{2} = \frac{-2a \pm \sqrt{4a^2 + 4h[2(R-r) - h]}}{2[2(R-r) - h]} \quad (12)$$

Abb. 1

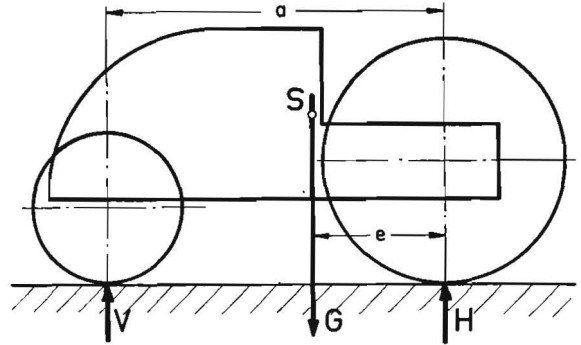


Abb. 2

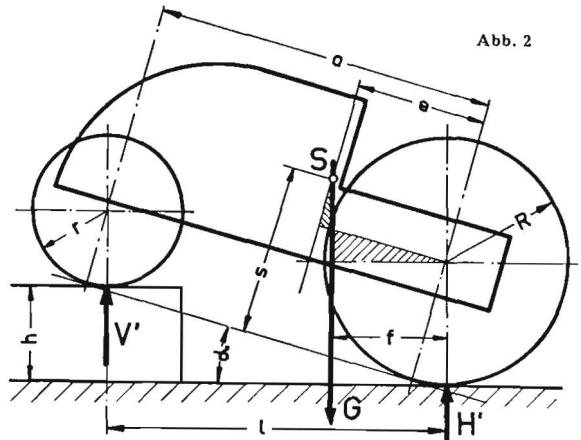
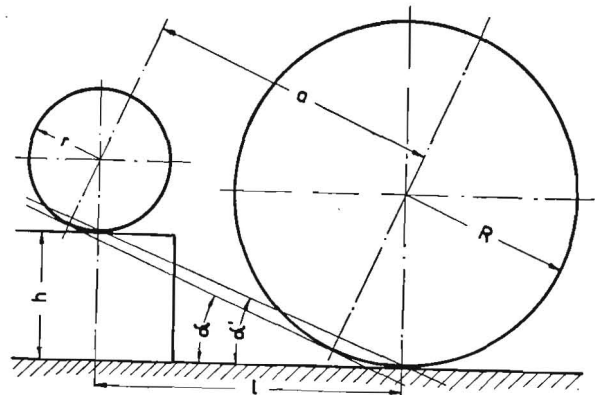


Abb. 3



Die Bestimmung des Winkels α ist mit einer Winkellibelle leicht möglich. Steht eine solche nicht zur Verfügung, so ist die Errechnung des Winkels α nach Gl. 10 etwas umständlich. Es soll daher im Folgenden gezeigt werden, wie der Winkel α näherungsweise auf eine einfache Art bestimmt werden kann.

Wie aus Abbildung 3 ersichtlich, ist

$$\operatorname{tg} \alpha' = \frac{h}{l} \quad (13)$$

Aus Abbildung 3 kann weiter ersehen werden, daß der Winkel α sich vom Winkel α' nicht viel unterscheidet. Dieser Unterschied der beiden Winkel ist bei den üblichen Schlepperausführungen meist wesentlich kleiner als in Abbildung 3. Es kann daher Gl. 13 in Gl. 9 eingesetzt werden. Man erhält dann die näherungsweise bestimmte Schwerpunkthöhe s' .

$$s' = \frac{(V + H' - G) a l}{G h} - \frac{(G - H')(R - r)}{G} + R \quad (14)$$

Die Länge l kann entweder beim Versuch abgemessen oder nach folgender Formel errechnet werden

$$l = \sqrt{a^2 + (R - r)^2 - [(R - r) - h]^2} \quad (15)$$

$$l = \sqrt{a^2 + 2 h \cdot (R - r) - h^2} \quad (16)$$

Durch Einsetzen von Gl. 16 in Gl. 14 erhalten wir

$$s' = \frac{(V + H' - G) a}{G h} \sqrt{a^2 + 2 h \cdot (R - r) - h^2} - \frac{(G - H')(R - r)}{G} + R \quad (17)$$

Für die Abschätzung des bei dieser einfacheren Bestimmung des Winkels α' statt α entstehenden Fehlers, soll dieser für eine Annahme, welche die in der Praxis voraussichtlich auftretenden ungünstigen Bedingungen übertrifft, errechnet werden. Für Ackerschlepper der üblichen Ausführung kann als untere Grenze für den Achsabstand $a = 1000$ mm angenommen werden. Der kleinste, laut Reifentabelle für die Vorderräder in Frage kommende Reifen hat einen wirkamen Radius von 229 mm. Der wirksame Radius für den größten Schlepper-Hinterreifen beträgt 615 mm. Wenn wir noch die Aufbockhöhe h mit 400 mm wählen (300—400 mm ist praktisch für die Versuche ausreichend), können wir den Fehler für die ungünstigsten Bedingungen errechnen. Der wirkliche Fehler wird meist wesentlich kleiner sein.

Für obige Annahme ist $\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$ nach Gl. 12

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = 0,193 \quad \left(\frac{\alpha}{2} = 10^\circ 55' \right)$$

$$\alpha = 21^\circ 50' \quad \text{und} \quad \operatorname{tg} \alpha = 0,40065$$

Résumé:

Dipl.-Ing. J. Zehetner:

„Bestimmung der Höhe des Schwerpunktes von Ackerschleppern.“

Der Verfasser entwickelt eine Methode zur Bestimmung der Höhe des Schwerpunktes eines Ackerschleppers, die ja, neben anderen Faktoren, auch dessen Zugeigenschaften beeinflusst. Er entwickelt eine Näherungsformel dafür und weist nach, daß der dadurch entstehende Fehler kleiner als 1,5 % ist. Diese Genauigkeit ist im allgemeinen ausreichend; es werden aber auch die Formeln für eine genaue Errechnung der Schwerpunkthöhe abgeleitet.

Dipl. Ing. J. Zehetner:

“Determination of the Height of the Centre of Gravity of Agricultural Tractors”

The writer has developed a method for the determination of the height of the centre of gravity of agricultural tractors. This is one of the factors that exert a considerable influence on the tractive capabilities of the machine. The writer has developed an approximate formula for the determination of the centre of gravity and further proves that the results obtained when this formula is used are accurate to within 1.5 % or less. Such a standard of accuracy is generally sufficient for all practical purposes; nevertheless, the formulae for the precise determination of the height of the centre of gravity of a tractor are included in the article.

Dipl.-Ing. J. Zehetner:

«Détermination de la hauteur du centre de gravité de tracteurs agricoles.»

L'auteur étudie une méthode destinée à déterminer la hauteur du centre de gravité d'un tracteur agricole, car cette hauteur a une influence sur la capacité de traction ainsi que sur d'autres facteurs. L'auteur a établi une formule approximative et montre que les erreurs qui en résultent sont inférieures à 1,5 %. Cette précision suffit en général. L'auteur déduit en outre de cette équation les formules qui permettent le calcul précis de la hauteur du centre de gravité.

Ing. dipl. J. Zehetner:

«Determinación de la altura del centro de gravedad en tractores agrícolas.»

El autor desarrolla un método para determinar la altura del centro de gravedad en tractores agrícolas, ya que éste influye, con otros factores más, en las condiciones de tracción. Establece una fórmula aproximativa y demuestra que las faltas que resulten, son inferiores al 1,5 %. Esta precisión suele ser suficiente, pero se deducen también fórmulas para el cálculo exacto de la altura del centro de gravedad.

Mitgliederversammlungen

Die Mitgliederversammlung der Max-Eyth-Gesellschaft (MEG) findet am 27. November 1958, die des Kuratoriums für Technik in der Landwirtschaft (KTL) am 28. November 1958, beide in Warendorf/Westf., statt. Am Abend des 27. November werden in einer gemeinsamen Feierstunde zwei Max-Eyth-Gedenkmünzen verliehen; anschließend folgt ein allgemein interessierender Vortrag und der übliche MEG-Auspracheabend. Am 28. November ist Gelegenheit, die neuerrichtete DEULA-Schule in Warendorf zu besichtigen.

Aus Gl. 13 ergibt sich $\operatorname{tg} \alpha' = 0,3735$ und $\alpha' = 20^\circ 29'$. Aus Gl. 9 und 17 kann der Fehler, welcher durch Anwendung der Näherungsformel gemacht wird, errechnet werden.

$$\begin{aligned} s - s' &= \frac{(V + H' - G) a}{G} \times \\ &\times \left(\frac{l}{\operatorname{tg} \alpha} - \sqrt{\frac{a^2 + 2 h (R - r) - h^2}{h^2}} \right) = \\ &= \frac{(V + H' - G) a}{G} (2,500 - 2,680) = \\ &= -50 \cdot 0,180 = -9 \text{ mm.} \end{aligned}$$

Auf Grund praktischer Erfahrungen kann angenommen werden, daß

$$\frac{(V + H' - G) a}{G} \leq 50 \text{ mm ist.}$$

Da der Schwerpunktabstand von der Fahrbahn bei Ackerschleppern in der Größenordnung von 600 mm liegt, ist der Fehler, welcher durch Anwendung der Näherungsformel (14 und 17) entsteht, kleiner als 1,5 %. Diese Genauigkeit ist im allgemeinen ausreichend.

Ist es erforderlich, die Schwerpunkthöhe sehr genau zu errechnen, so muß diese nach der genauen Formel (9) errechnet und der Winkel α mit Hilfe von Gl. 12 bestimmt werden.