

- [10] SONNEN, F. J.: Diskussionsbeitrag zu Drucksache 32 (siehe [9]).
- [11] JANOSI, Z., und B. HANAMOTO: The Analytical Determination of Drawbar-pull as a Function of Slip for Tracked Vehicles in Deformable Soils. Vortrag, gehalten auf der I. Internationalen Konferenz über die Mechanik des Systems Boden — Fahrzeug in Turin vom 12. bis 16. Juni 1961, vorgelegt als Drucksache 41.
- [12] BEKKER, M. G.: Über die Wechselbeziehungen zwischen Fahrzeug und Boden bei Geländefahrt. ATZ 62 (1960), S. 181—183.
- [13] BAULY, P. H.: The Comparative Performance of Some Traction Aids. Journal of Agricultural Engineering Research, (1956), Vol. 1, S. 12—22.
- [14] WALTERS, F. C., und W. H. WORTHINGTON: Farm Tractors and their Tires. SAE Transactions 64 (1956), S. 394—405.

## Résumé

*Franz Josef Sonnen: "A Survey of Results obtained from Field Trials made with Driving Wheel Tyres of Agricultural Tractors."*

*Field trials extending over many years have shown that, although comparative trials can be carried out with their aid, a thorough explanation can only be effected with a great expenditure of time and energy. Trials made in furrows are suitable, since experimental requirements and conditions can be better maintained. However, the applicability of such results to practical operating conditions must be constantly checked.*

*The large number of results of trials enable problems concerning improvements in tractive effort to be solved by the use of mathematical explanations of curves showing tractive effort in relation to slip and the relations between available power at the motor and resistance to traction as obtained from the results of trials. Tractive effort can be increased under operating conditions pertaining in agricultural practice by the use of tyres of greater diameter and greater width. The most effective method is the use of lower tube pressures to suit prevailing soil conditions. It is possible to describe tractive effort and other curves by the use of an "e" function. The relation between power at the motor and resistance to traction can be limited to certain fields of values in accordance with soil types and conditions prevailing at the time.*

*Franz Josef Sonnen: «Un aperçu sur les résultats obtenus par les essais dans le champ avec les pneumatiques de roues motrices des tracteurs agricoles.»*

*Les essais dans le champ poursuivis pendant de nombreuses années ont montré que l'on peut faire des essais de comparaison en se basant sur leurs résultats, mais qu'un éclaircissement fondamental des*

*phénomènes n'est possible qu'avec de grosses dépenses. Des essais dans des rigoles permettent plus facilement de reproduire fidèlement les conditions d'essai et conviennent mieux à la condition que l'on contrôle continuellement la validité des résultats pour la pratique. Les nombreux résultats d'essai permettent de répondre aux questions visant l'amélioration de la capacité de traction, la possibilité de l'interprétation mathématique des courbes de l'effort de traction et du coefficient de traction en fonction du patinage, enregistrées pendant les essais, et la détermination du rapport entre le coefficient de traction et le coefficient de résistance à l'avancement. La capacité de traction sur les terres agricoles peut être améliorée par l'utilisation de pneumatiques dont le diamètre extérieur et la largeur sont très grand, et, en premier lieu, par la réduction de la pression intérieure des pneumatiques suivant les conditions du sol. La description des courbes de l'effort de traction et du coefficient de traction est possible au moyen d'une fonction e. On peut déterminer certaines zones limites pour le rapport entre le coefficient de traction et le coefficient de résistance à l'avancement en fonction de la structure et de l'état du sol.*

*Franz Josef Sonnen: «Ojenda a los resultados de ensayos hechos con neumáticos de las ruedas propulsoras de tractores, efectuados en el campo.»*

*Ensayos efectuados en el transcurso de años han demostrado que, si bien sirven para establecer comparaciones, sólo podrían dar resultados fundamentales, invirtiendo en ellos cantidades muy elevadas. Para tales ensayos se prestan en primer lugar pliegos de terreno, por la posibilidad de cumplir en ellos ciertas condiciones, siempre que se comprueben continuamente los resultados con miras a la práctica.*

*El elevado número de resultados conseguidos en estos ensayos permite contestar a las preguntas por la elevación del esfuerzo de tracción, por la posibilidad de la descripción matemática de las curvas de la fuerza de tracción y del coeficiente de potencia en dependencia del resbalamiento y de la coordinación de los coeficientes de la potencia de propulsión y de la resistencia a la rodadura. En terreno de explotación agrícola la tracción puede aumentar, empleando neumáticos de diámetro exterior más grande y de anchura más grande, pero todavía más, trabajando con presiones interiores reducidas, según las condiciones del terreno. La descripción de las curvas de los coeficientes del esfuerzo de tracción y del propulsión es posible con el empleo de una función «e». Para la coordinación de los coeficientes del esfuerzo de propulsión y de la resistencia a la rodadura, en dependencia de la condición y del estado del terreno, se pueden dar ciertos márgenes.*

## AUS DER KTL-ARBEIT

Friedrich Feldmann:

### Zahlenmäßige Festlegung von Schleppergrößenklassen

*Kuratorium für Technik in der Landwirtschaft, Frankfurt/Main*

Für die unterschiedlichen Betriebsgrößen und -systeme in der westdeutschen Landwirtschaft hat STEFFEN [1] vom landwirtschaftlichen Bedarf her einige notwendige Schleppergrößen und ihre grundsätzlichen Unterschiede ausgearbeitet. Daraus hat FRANKE [2] ein auf diese Bedürfnisse abgestimmtes Schlepperbauprogramm entwickelt. Weil die dort genannten Zahlen im einzelnen einer Erläuterung bedürfen, sollen im vorliegenden Beitrag genauere Definitionen und Zahlenwerte für die Einordnung der Schlepper in ein Größenklassensystem dargelegt werden.

Bei den landwirtschaftlichen Schleppern mit angetriebener Hinterachse bestehen Wechselbeziehungen zwischen Schleppergewicht, zulässigem Gesamtgewicht, Reifengröße und Motorleistung, die für die einzelnen Zahlenwerte nur einen geringen Spielraum übriglassen. Unter gleichzeitiger Berücksichtigung der landwirtschaftlichen Anforderungen und dieser Hauptkenndaten ist hier eine zahlenmäßige Abstufung von fünf Schleppergrößenklassen vorgenommen und in Tafel I niedergelegt worden. Diese Tafel stellt das Ergebnis von Überlegungen dar, deren Richtigkeit rückwirkend und im einzelnen bewiesen wird. Die verwendeten Begriffe und Zahlenwerte lehnen sich an die von SEIFERT [3] an.

#### Schleppergewicht

Das Schleppergewicht setzt sich zusammen erstens aus dem Leergewicht des betriebsfertigen Schleppers einschließlich Kraftheber

und Dreipunktgestänge (wie zum Beispiel in den Prospekten angegeben) und zweitens aus dem Gewicht des Fahrers, des Verdecks und der auch dann ständig am Schlepper verbleibenden Anbauteile für Mähwerk oder Frontlader, wenn diese Geräte selbst abgebaut sind. Beide Gewichte bilden das übliche Mindestbetriebsgewicht des Schleppers. Dieses kann noch durch Zusatzlasten vergrößert werden, die die Zugfähigkeit des Schleppers erhöhen. Als Zusatzlasten kommen in Frage: Mähwerk, Frontlader, Frontladergegengewicht, Ladepritsche, Ballastgewichte, Wasserfüllung der Reifen und ein Teil der Deichselstützlast von Einachsanhängern. Diese Stützlast ist im allgemeinen höher als die für die Zusatzlasten in Tafel I eingearbeiteten Werte. Diesem Umstand trägt der später behandelte Zuschlag für „Gerätetransport und Einachsanhängerbetrieb“ Rechnung.

Das auf Grund der später genannten Beziehungen angesetzte Leergewicht ist in Zeile I für jede Größenklasse mit einer gewissen Spanne angegeben (zum Beispiel in Größenklasse IIA mit  $G_L = 1250$  bis  $1600$  kp). Dabei ist berücksichtigt, daß die Schlepper der Größenklasse I und II als Bestellungs- und Pflegeschlepper gewisse Höchstgewichte nicht überschreiten sollen. Das in Zeile 2 angegebene übliche Mindestbetriebsgewicht ist um 200 bis 300 kp höher als das Leergewicht. Als Zusatzlasten sind in der Größenklasse II 400 kp und in Größenklasse III 500 kp angesetzt, während in den Größenklassen IV und V die verwendeten Reifen auch erheblich höhere Werte erlauben. Damit ergibt sich in Zeile 3

das „Gewicht des für schweren Zug vollbelasteten Schleppers“ (zum Beispiel Größenklasse II A mit  $G_h = 1900$  bis  $2300$  kp). Dieses Gewicht entspricht dem „zulässigen Gesamtgewicht des Schleppers“, das auf dem Typenschild für schweren Zug angegeben wird.

Nach SKALWEIT [4] entfallen vom Gesamtgewicht eines vollbelasteten Schleppers einschließlich Fahrer 70% auf die Hinterachse (vom Leergewicht 65%). Das ergibt die maximale statische Hinterachslast  $G_h = 0,7 G_b$ , die in Zeile 4 angegeben ist. (Für Größenklasse II A beträgt  $G_h = 1330$  bis  $1610$  kp.)

### Hinterradbereifung

Die gewählte Hinterradbereifung muß mit ihrer Tragfähigkeit dieser Last  $G_h$  entsprechen. Die Bereifung ist in Zeile 5 angegeben (bei Größenklasse II A 9—32 AS für Schlepper an der unteren Gewichtsgrenze, 10—28 AS für Schlepper an der oberen Gewichtsgrenze, dazwischen 9—36 AS). In Zeile 6 stehen unter der jeweiligen Bereifung die für ein Reifenpaar der darüberstehenden Größe bei schwerem Zug und  $1,0$  atü zulässigen statischen Belastungen laut Reifentabelle (in Größenklasse II A 1380—1450—1600 kp). Man sieht, daß die Bereifungen für das auf die Hinterachse entfallende Schleppergewicht  $G_h$  nach Zeile 4 in allen Größenklassen ausreichen. Tatsächlich wurden die in Zeile 3 angegebenen zulässigen Gesamtgewichte rückwärts aus dieser Bedingung festgelegt. Der Reifendruck von  $1,0$  atü wurde deshalb als Grundlage der Berechnung gewählt, weil er der Zulassungsstelle als Bemessungsgrundlage für den zulässigen Hinterachsdruk dient und in der Praxis am gebräuchlichsten ist. Da vom Hersteller für jeden Schlepper eine zulässige Hinterachslast für schweren Zug angegeben wird, stellt dieser Wert eine wichtige Kenngröße für die Einordnung eines Schleppers in eine Größenklasse dar. Die auf dem Typenschild und im Kraftfahrzeugbrief angegebene zulässige Hinterachslast für schweren Zug sollte daher mindestens den in Zeile 4 angegebenen Werten entsprechen.

### Gerätetransport und Einachsanhängerbetrieb

Bei Gerätetransport und Einachsanhängerbetrieb dürfen die für schweren Zug zulässigen Reifenbelastungen überschritten werden, falls dieses höhere Gewicht nicht mehr zur Erhöhung der Zugkraft herangezogen wird. Diese höheren Werte sind in Zeile 7 für ein Reifenpaar der jeweiligen Größe laut Zeile 5 bei  $1,5$  atü angegeben (in Größenklasse II A 2100—2220—2400 kp). Die Differenz zwischen Zeile 4 (zulässige Hinterachslast bei schwerem Zug) und Zeile 7 (Tragfähigkeit eines Reifenpaares für Gerätetransport bei  $1,5$  atü) steht zur Verfügung, um die durch die Deichselstützlast des Einachsanhängers auf die Schlepperhinterachse entfallende Zusatzlast aufzunehmen (nach KLEFFORN [5] infolge der gleichzeitigen Entlastung der Vorderachse etwa 25% mehr als der Deichseldruck). Ein Einachsanhänger darf also auf einen durch Anbauteile und Zusatzgewichte schon voll ausgelasteten Schlepper nur aufgesattelt werden, wenn die Deichselstützlast eine bestimmte Grenze nicht übersteigt, die in Zeile 8 angegeben ist. Dabei sind die Zahlen in Zeile 8 entstanden aus der durch  $1,25$  dividierten Differenz zwischen Zeile 7 und Zeile 4. Da nach Angaben des Instituts für Schlepperforschung [6] ein Einachsanhänger eine Stützlast bis zu 20% seines Gesamtgewichtes ausübt, kann man aus Zeile 8 durch Division durch  $0,2$  in Zeile 9 das zulässige Gesamtgewicht eines Einachsanhängers für einen Schlepper berechnen, der für schweren Zug schon voll belastet ist.

Bei Betrachtung der Zeile 9 erkennt man, daß bei Berücksichtigung üblicher Eigengewichte von Einachsanhängern und bei Verwendung von für schweren Zug (zum Beispiel durch Frontlader und Mähwerk) schon voll ausgelasteten Schleppern die Nutzlasten auf Einachsanhängern in Größenklasse I nur noch etwa  $1600$  kp, in Größenklasse II etwa  $2400$  kp und in Größenklasse III etwa  $2800$  bis  $3600$  kp betragen dürfen. Diese sind um rund 20% geringer als die von STEFFEN [1] nach landwirtschaftlichen Bedürfnissen zugrunde gelegten Werte von  $2$  t für Größenklasse I;  $3$  t für Größenklasse II und  $4$  t für Größenklasse III. Diese Tatsache rührt her von der Höhe des in der Reifentabelle festgelegten Zuschlags an Tragfähigkeit bei Gerätetransport gegenüber schwerem Zug, die der Belastung durch die Deichselstützlast von Einachsanhängern nicht voll entspricht. Gangbare Auswege aus dieser Schwierigkeit bestehen darin, daß man entweder Zweifachswagen

verwendet oder den Schlepper vor Aufsatteln des Einachsanhängers nicht schon für schweren Zug voll auslastet oder daß man einen Schlepper wählt, der innerhalb seiner Größenklasse ein möglichst geringes Leergewicht, aber eine möglichst tragfähige Bereifung und eine hohe zulässige Hinterachslast besitzt.

### Leistungsgewicht

Bei der Festlegung der unteren Grenze des Leergewichtes  $G_e$  in Zeile 1 wurde außer von den Gewichten der Anbauteile und Zusatzlasten sowie der Reifentragfähigkeit auch davon ausgegangen, daß ein gewisses Leistungsgewicht des Schleppers vorhanden sein soll. In der Größenklasse I und II A sollten  $50$  kp/PS, in den Größenklassen III und darüber etwas höhere Werte vorliegen. Entsprechend der Charakteristik dieser Schlepper als schwere Zugschlepper sollte man  $55$  kp/PS als Mindestmaß ansehen und höhere Werte anstreben. Wählt man für die Größenklassen I—II A—III—IV und V die Werte  $15—25—35—45$  und  $60$  PS (Zeile 10) als etwaige Mindest-Motorleistungen, so erhält man für die Mindestleergewichte (Zeile 1) die in Zeile 11 angegebenen Leistungsgewichte  $50—50—54—56$  und  $58$  kp/PS, die der Voraussetzung entsprechen.

Im Zuge der Entwicklung nehmen die Motorleistungen bei nur geringfügig wachsendem Schleppergewicht laufend zu, wodurch die für Zapfwellenantrieb verfügbare Leistung wächst oder mit höheren Geschwindigkeiten gearbeitet werden kann. Um dieser begrüßenswerten Entwicklung Rechnung zu tragen, wurden die von FRANKE [2] für die Motorleistung genannten Richtzahlen in Zeile 10 durch den Zusatz „und mehr“ ergänzt.

Bei wachsenden Motorleistungen und gleichbleibendem Gewicht verringern sich aber die in Zeile 11 angegebenen unteren Leistungsgewichte, bei steigendem Gewicht und gleichbleibenden Motorleistungen erhöhen sie sich auf die in Zeile 11 angegebenen oberen Werte. Wachsen sowohl Motorleistung als auch Gewicht im gleichen Verhältnis, so bleibt das Leistungsgewicht unverändert. Wird das in Zeile 11 für jede Größenklasse angegebene untere Leistungsgewicht als ausreichend angesehen, so müßte für Schlepper an der angegebenen oberen Leergewichtsgrenze die Motorleistung in Größenklasse

I	mit 15 PS und mehr schon	$1000 : 50 = 20$ PS
II A	mit 25 PS und mehr schon	$1600 : 50 = 32$ PS
II B	mit etwa 35 PS schon	$1600 : 40 = 40$ PS
III	mit 35 PS und mehr schon	$2300 : 54 = 43$ PS
IV	mit 45 PS und mehr schon	$3200 : 56 = 57$ PS
V	mit 60 PS und mehr schon	$4500 : 58 = 77$ PS

betragen. Im Zuge der Entwicklung zeichnet sich jedoch sogar schon eine Verringerung der Leistungsgewichte unter  $50$  kp/PS ab, wodurch die Motorleistungen innerhalb der Größenklassen weiter steigen können.

Da die Motorleistung also nicht das entscheidende Kriterium für die Einordnung eines Schleppers in eine Größenklasse ist und die in Zeile 10 angegebenen Zahlen nur Richtwerte darstellen, bleibt dem Konstrukteur auch ausreichender Spielraum, um den von KIENE [7] gemachten Vorschlag für vernünftige Motorbauweisen unter Berücksichtigung von Zylinderzahl, Hubvolumen und Drehzahl zu verwirklichen oder auch noch zu variieren.

Ein Beispiel dafür, wie durch Erhöhung der Motorleistung bei fast unverändertem Gewicht einem landwirtschaftlichen Bedürfnis Rechnung getragen wird, stellt die Größenklasse II B dar. Bei dieser Variante der Größenklasse wurde davon ausgegangen, daß ein Schlepper der Größenklasse II A unter Beibehaltung seines Getriebes, seiner Reifen und im wesentlichen auch seines Gewichtes, das heißt also auch seiner Zugkraft und seiner Eignung als Pflegeschlepper, mit einem stärkeren Motor von etwa  $35$  PS ausgerüstet wird, der in Verbindung mit einer möglicherweise notwendigen Überlastsicherung allerdings eine geringe Gewichtserhöhung bringt. Damit scheidet die für den Schlepper der Größenklasse II A angegebene Mindestbereifung 9—32 AS aus, so daß nur die Bereifungen 9—36 AS und 10—28 AS verbleiben. Die höhere Motorleistung dieses Schleppers soll und kann nur an der Zapfwelle oder durch höhere Geschwindigkeit nutzbar gemacht werden, nicht aber durch höhere Zugkraft. Damit muß dieser Schlepper zwangsläufig die bisherigen Vorstellungen von einem

zweckmäßigen Leistungsgewicht durchbrechen. Dieses ergibt sich bei 35 PS und einem Mindest-Leergewicht von 1400 kp mit 40 kp/PS.

Zweifellos muß der Landwirt sich noch von der alten Vorstellung lösen, daß die Zugkraft im wesentlichen von der Motorleistung abhängt. Die große Masse der bäuerlichen Vollerwerbsbetriebe, die durch die Arbeitsmarktlage und durch die Notwendigkeit, höhere Arbeitseinkommen zu erwirtschaften, immer mehr gezwungen werden, mit nur einem als Schlepperfahrer geeigneten Mann auszukommen, wird jedoch schnell feststellen, daß ein solcher Schlepper ihren Bedürfnissen weitgehend entspricht. Er wäre für Bestellungs- und Pflegearbeiten leicht genug, hätte eine für Reihenkulturen noch geeignete Bereifung, hätte die Zugkraft eines üblichen 25-PS-Schleppers, brauchte auch nicht viel teurer zu sein als ein bisheriger 25-PS-Schlepper, hätte aber andererseits für Zapfwellenarbeiten mit beispielsweise Vollerntemaschinen oder Fräsen sowie für Zugarbeiten mit höheren Geschwindigkeiten eine Reserve an Motorleistung, die die Arbeitsproduktivität des Schlepperfahrers mit relativ geringem zusätzlichem Aufwand entscheidend verbessern würde. Die eventuell notwendige Sicherung gegen Überlastung von Getriebe und Achse müßte sich konstruktiv lösen lassen. Ansätze dazu sind vorhanden. Dies diene zur Erläuterung, warum der Schlepper der Größenklasse II B bezüglich Gewicht und Bereifung mit geringen Abweichungen der Größenklasse II A entspricht, mit seiner Motorleistung aus dem übrigen Schema jedoch bewußt herausfallen soll. In Größenklasse III sind bereits Schlepper auf dem Markt, deren Motorleistung für Zapfwellenarbeiten erheblich erhöht werden kann und die somit in eine analoge Größenklasse III B gehören würden.

### Bedeutung der Größenklassen

Man kann im Zweifel darüber sein, ob die Landwirtschaft in Zukunft noch einen Schlepper der Größenklasse I braucht. Für Vollerwerbsbetriebe, die über eine hohe Arbeitsproduktivität ein hohes Arbeitseinkommen je Arbeitskraft erzielen wollen, ist er zweifellos zu leicht und zu leistungsschwach. Nebenerwerbsbauern, die hauptberuflich außerhalb der Landwirtschaft arbeiten, streben ebenfalls eine hohe Arbeitsproduktivität an, um für den landwirtschaftlichen Nebenerwerbsbetrieb mit ihrer Freizeit auszukommen. Sie werden sich daher vielfach Gebrauchs Schlepper der Größenklasse II anschaffen. Es ist daher zu begrüßen, daß namhafte Schlepperfirmen keine Schlepper der Größenklasse I mehr herstellen. Hier wurde dieser kleine Schlepper der Vollständigkeit der Rechnung halber mit behandelt.

Sobald ein Schlepper der Größenklasse II B mit nur geringfügig erhöhtem Preis gegenüber Größenklasse II A auf dem Markt sein wird, kann auch die Existenzberechtigung der Größenklasse II A in Zweifel gezogen werden. Die Entwicklung geht ja jetzt schon eindeutig zu erhöhter Motorleistung bei gleichbleibendem Gewicht.

Auf die Größenklasse III wird angesichts der Betriebsgrößenstruktur in Westdeutschland vorläufig nicht zu verzichten sein. Ein solcher Schlepper mit „35 PS und mehr“ kann der Alleinschlepper von Grünlandbetrieben besonders im Gebirge sein und ist vor allem der starke Zugschlepper in Zwei-Schlepper-Betrieben. Mit einem solchen Schlepper der Größenklasse III und zusätzlich einem der Größenklasse II (A oder gar B) können Betriebe je nach Anbauverhältnis mit etwa 30 bis 80 ha auskommen. Der schwerere und damit teurere Schlepper der Größenklasse IV wäre für viele Betriebe zu teuer. Nach dem verwendeten Rechenschema ergibt sich außer der Größenklasse IV automatisch noch eine Größenklasse V, die von STEFFEN [1] und FRANKE [2] nicht erwähnt wird und in Westdeutschland auch vorläufig keine besondere Bedeutung für die Landwirtschaft haben kann.

Zur Einordnung eines Schleppers in eine Größenklasse sollte also

- a) sein Leergewicht (laut Prospekt) nicht geringer sein als der untere Wert in Zeile 1 (Tafel 1),
- b) in den Größenklassen I, II A und II B sein prospektmäßiges Leergewicht mit Rücksicht auf die Pflegearbeiten nicht höher sein als die oberen Werte in Zeile 1,
- c) sein zulässiges Gesamtgewicht (laut Typenschild) nicht geringer sein als der untere Wert in Zeile 3,

Tafel 1: Abstufung der fünf Schleppergrößenklassen

Zeile		Formelzeichen	Dimension
1	Leergewicht <sup>1)</sup> . . . . .	$G_e$	[kp]
2	Übliches Mindest-Betriebsgewicht <sup>2)</sup> . . . . .	$G_a$	[kp]
3	Gewicht des für schweren Zug voll <sup>3)</sup> belasteten Schleppers = zul. Ges. Gewicht . . . . .	$G_b$	[kp]
4	Statische Hinterachslast . . . . .	$G_h = 0,7 G_b$	[kp]
5	Reifengröße der Hinterräder . . . . .		
6	Tragfähigkeit von 2 Reifen bei 1,0 atü und schwerem Zug . . . . .		[kp]
7	desgl. bei 1,5 atü für Gerätetransport und Einachsanhängerbetrieb zuläss. Deichselstützlast des Einachsanhängers <sup>4)</sup> . . . . .		[kp]
8	zuläss. Gesamtgewicht des Einachsanhängers <sup>5)</sup> . . . . .		[kp]
9	Motorleistung . . . . .	$N_{mot}$	[PS]
10	Leistungsgewicht <sup>6)</sup> . . . . .	$\frac{G_a}{N_{mot}}$	$\left[ \frac{kp}{PS} \right]$
11	Zugkraft $Z = 1,05 G_b \cdot 0,45 \cdot 0,8$ . . . . .	$Z$	[kp]
12	Geschwindigkeit <sup>7)</sup> $v = \frac{N_{mot}}{Z} \cdot 270 \cdot 0,9 \cdot 0,8$ . . . . .	$v$	$\left[ \frac{km}{h} \right]$
13	spezifischer Bodenwiderstand <sup>8)</sup> $w$ bei $w = 1; P = 7 \text{ dm}^2$ . . . . .	$w = \frac{Z}{u \cdot P}$	$\left[ \frac{kp}{dm^2} \right]$
14	$w = 2; P = 6 \text{ dm}^2$ . . . . .		
	$w = 3; P = 6 \text{ dm}^2$ . . . . .		
	$w = 3; P = 7 \text{ dm}^2$ . . . . .		
	$w = 3; P = 8 \text{ dm}^2$ . . . . .		

<sup>1)</sup> Leergewicht ( $G_e$ ) = Gewicht des fahrbereiten Schleppers einschließlich Kraftheber und Dreipunktgestänge, aber ohne sonstige Anbauteile  
<sup>2)</sup> Übliches Mindest-Betriebsgewicht ( $G_a$ ) = Leergewicht ( $G_e$ ) + Fahrer + Verdeck + ständig am Schlepper verbleibende Anbauteile (zum Beispiel für Mähwerk, Frontlader, Zwischenachs-Hackgerät)  
<sup>3)</sup> Gewicht des für schweren Zug voll belasteten Schleppers ( $G_b$ ) = übliches Mindest-Betriebsgewicht ( $G_a$ ) + Zusatzgewichte (zum Beispiel Mähwerk, Frontlader, Frontladergegengewicht, Ladepritsche, Ballastgewichte, Wasserfüllung der Reifen)

- d) seine für schweren Zug zulässige Hinterachslast (laut Typenschild oder Kraftfahrzeugbrief) nicht geringer sein als der untere Wert in Zeile 4,
- e) seine für Gerätetransport und Einachsanhängerbetrieb zulässige Hinterachslast (laut Typenschild oder Kraftfahrzeugbrief) nicht geringer sein als der untere Wert in Zeile 7 und
- f) seine Motorleistung nicht geringer sein als etwa die Zahlenwerte in Zeile 10.

### Abstimmung auf landwirtschaftliche Bedürfnisse

Zum Nachweis, daß die gewählte, sich aus Reifengröße, Gewicht und Leistung ergebende Einteilung der Größenklassen tatsächlich den als Ausgangspunkt zugrunde liegenden landwirtschaftlichen Bedürfnissen entspricht, wurde weiterhin berechnet,

1. welche Zugkräfte erreicht werden können,
2. bei welcher Konstruktionsfahrgeschwindigkeit (infolge des Schlupfes ist die tatsächliche Geschwindigkeit um dessen Einfluß geringer) die Mindestmotorleistung nach Zeile 10 bei dem jeweiligen Gesamtgewicht in Zugkraft beim Pflügen umgesetzt werden kann und
3. wieviel Furchen mit welchem Querschnitt bei welchen Bodenwiderständen mit den Zugkräften nach (1.) bei der Geschwindigkeit nach (2.) gleichzeitig gepflügt werden können.

### Verfügbare Zugkraft

Die für die Pflugarbeit verfügbare Zugkraft ergibt sich aus der sich während der Arbeit einstellenden Betriebsachslast  $G'_h$  der treibenden Hinterachse des Schleppers durch Multiplikation mit dem Triebkraftbeiwert  $\alpha$ , wobei das Produkt die Triebkraft  $T = G'_h \cdot \alpha$  darstellt, die um den Fahrwiderstand des Schleppers selbst vermindert werden muß. Durch die bei Anbaupflügen übliche Möglichkeit der Achslasterhöhung durch Übernahme eines Teiles des Pfluggewichtes und der senkrechten Komponente der Widerstandskraft auf den Schlepper und die dabei und unter dem Einfluß der Zugkraft gleichzeitig eintretende Gewichtsverlagerung

Noch Tafel 1

I	Größenklasse										IV	V
	II A			II B		III						
750 bis 1000	1250	1400	1600	1400	1600	1900	2000	2200	2300		2500 bis 3200	3500 bis 4500
950 bis 1250	1500	1600	1900	1600	1900	2200	2300	2500	2600		(2800) bis (3400)	(3800) bis (4800)
1200 bis 1400 840 bis 980	1900	2000	2300	2000	2300	2700	2800	3000	3100		3400 bis 3800 2240 bis 2650	4400 bis 5600 3010 bis 3920
8—28	9—32	9—36	10—28	9—36	10—28	11—28	11—32	11—36	11—38		13—30	15—30
1030	1380	1450	1600	1450	1600	1900	2000	2140	2200		2700	3950
1550	2100	2220	2400	2220	2400	2800	3000	3240	3300		4150	6000
450	620	660	630	660	630	730	830	910	900		(1250)	(1670)
2250	3100	3300	3150	3300	3150	3650	4150	4550	4500		(6250)	(8350)
15 PS u. mehr	25 PS u. mehr			etwa 35 PS		35 PS und mehr					45 PS und mehr	60 PS und mehr
50 67	50	56	64	40	46	54	57	63	66		56 71	58 75
454 529	718	756	870	756	870	1020	1058	1133	1171		1285 1436	1662 2118
6,4 5,5	6,8	6,4	5,6	9,0	7,8	6,7	6,5	6,0	5,8		6,8 6,1	7,0 5,5
65 76	60	63	73	63	73	73	76	81	84		71 80	79 100
		54	62	54	62	58	59	63	65		61 68	69 88

<sup>4)</sup> Zulässige Deichselstützlast des Einachsanhängers, wenn die zusätzliche Hinterachsbelastung das 1,25 fache der Deichselstützlast beträgt und der Schlepper für schweren Zug schon voll belastet ist, das heißt (Zeile 7 abzüglich Zeile 4): 1,25

<sup>5)</sup> Zulässiges Gesamtgewicht des Einachsanhängers, wenn der Schlepper für schweren Zug schon voll belastet ist und die Deichselstützlast 20% des Gesamtgewichtes des Einachsanhängers beträgt, das heißt Zeile 8 : 0,2

<sup>6)</sup> Leistungsgewicht = Leergewicht nach Zeile 1 dividiert durch die in Zeile 10 angegebene Zahl für die Mindest-Motorleistung

<sup>7)</sup> Geschwindigkeit bei der die Triebbradnabenleistung von 0,9  $N_{mot}$  noch in Zugkraft umgesetzt werden kann, wenn 20% davon für die eigene Vortriebsleistung des Schleppers benötigt werden

<sup>8)</sup> Spezifischer Bodenwiderstand, der auftreten darf, wenn mit der Zugkraft  $Z$  u Furchen mit dem Bearbeitungsquerschnitt  $F$  gepflügt werden sollen

kann nach SKALWEIT [8] die während der Arbeit auftretende Betriebsachslast  $G_h'$  um 50% und mehr höher sein als die statische Hinterachslast  $G_h$  nach Zeile 4. Das Gleiche ergibt eine einfache Überschlagsrechnung mit üblichen Pfluggewichten. Da  $G_h = 0,7 G_b$  ist, folgt  $G_h' = 1,05 G_b$ . Der Triebkraftbeiwert liegt unter vernünftigen, nicht zu günstigen Bedingungen und bei erträglichem Schlupf bei 0,45. Es wird angenommen, daß zur Überwindung des Fahrwiderstandes des Schleppers 20% der Triebkraft erforderlich sind (unter den genannten Annahmen entspricht dies einem Rollwiderstandsbeiwert von etwa 0,10). Für die Pflugarbeit steht dann zur Verfügung die in Zeile 12 angegebene Zugkraft  $Z = 1,05 \cdot G_b \cdot 0,45 \cdot 0,80$  (zum Beispiel bei Größenklasse II A an der unteren Gewichtsgrenze  $Z = 718$  kp).

#### Effektiv- und Konstruktionsgeschwindigkeit

Die Geschwindigkeit, mit der eine Triebkraft  $T$  bei gegebener Leistung ausgebaut werden kann, ergibt sich nach der Formel

$$V \text{ [km/h]} = \frac{270 \cdot N \text{ [PS]}}{T \text{ [kp]}}$$

Die zur Verfügung stehende maximale Triebbradnabenleistung ist durch den Getriebewirkungsgrad gegenüber der maximalen Motorleistung  $N_{mot}$  verringert auf  $N = 0,9 N_{mot}$ . Außer der Zugkraft  $Z$  (für die Pflugarbeit) ist auch die für den Schlepper selbst erforderliche Vortriebskraft mit  $0,2 T$  zu berücksichtigen. Damit ist

$T = \frac{Z}{0,80}$ . Somit heißt die Formel jetzt

$$V \text{ [km/h]} = \frac{270 \cdot N_{mot} \text{ [PS]} \cdot 0,9 \cdot 0,80}{Z \text{ [kp]}}$$

Die nach dieser Formel in Zeile 13 angegebenen Geschwindigkeiten  $V$  sind die Geschwindigkeiten, bei denen die in Zeile 10 angegebenen Mindest-Motorleistungen gerade noch in Zugkraft umgesetzt werden können, falls ein entsprechender Gang vorhanden ist. Die effektive Geschwindigkeit erreicht also nur die Höhe der nächstniedrigeren vorhandenen Konstruktionsfahrgeschwindigkeit und ist dann außerdem noch um den Einfluß des Schlupfes geringer.

Betragen der Schlupf beispielsweise 20%, der Getriebewirkungsgrad 0,9 und der eigene Fahrwiderstand des Schleppers 0,2  $T$ ,

so errechnet sich der Schlepperwirkungsgrad mit  $\eta = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 0,8 = 0,58$ . Diese Zahl stellt einen normalen Wert bei Ackerarbeiten dar und bestätigt die Richtigkeit der vorgenommenen Unterstellungen. Für höhere als die nach der Formel in Zeile 13 errechneten Geschwindigkeiten reicht die Motorleistung nicht aus. Wird ein kleinerer Gang eingeschaltet als notwendig, so kann die Zugkraft trotzdem nicht mehr zunehmen, da sie durch das Schleppergewicht begrenzt wird. Für die Größenklassen I, II A, III, IV und V ergeben sich mit der jeweiligen Mindest-Motorleistung in Zeile 13 einheitliche Werte um 6 km/h (zwischen 5,5 und 7,0 km/h), die als vernünftig anzusehen sind und den üblichen Gangabstufungen entsprechen. Für die Größenklasse II B liegt — wie beachtetigt — die (schlupflose) zur Ausnutzung der Motorleistung notwendige Geschwindigkeit bei gleicher Zugkraft höher (7,8 bis 9,0 km/h). Dasselbe würde auch in den anderen Größenklassen eintreten, wenn höhere als die angegebenen Mindest-Motorleistungen vorliegen.

Dieser Entwicklung im Schlepperbau trägt die Konstruktion von Pflugkörpern für höhere Geschwindigkeiten Rechnung, über die SÖRNÉ [9] berichtet hat. Dabei ist zu beachten, daß die Pfluggeschwindigkeit um den Einfluß des Schlupfes geringer ist als die Konstruktionsfahrgeschwindigkeit. Bei 20% Schlupf liegen die tatsächlichen Pfluggeschwindigkeiten auch bei Größenklasse II B höchstens erst bei 6,2 bis 7,2 km/h und — da nicht immer ein passender Gang vorhanden sein kann — noch um ein weiteres Maß niedriger. Also selbst Schlepper der Größenklasse II B stellen noch keine übertrieben hohen Anforderungen an die Schneltpflügfähigkeit der Pflugkörper, wenn man bei diesen hauptsächlich für Zapfwellenarbeiten gedachten Schleppern nicht überhaupt darauf verzichten kann, auch beim Pflügen die volle Motorleistung auszunutzen.

#### Zugkraft beim Pflügen

Die beim Pflügen verfügbare Zugkraft  $Z$  (Zeile 12) erlaubt es,  $n$  Furchen mit dem Furchenquerschnitt  $F$  [dm<sup>2</sup>] bei einem spezifischen Bodenwiderstand  $w$  [kp/dm<sup>2</sup>] zu pflügen. Also ist  $Z = n \cdot F \cdot w$  oder  $w = \frac{n \cdot F}{Z}$ . Einige so errechnete Werte für  $w$  sind in Zeile 14 ff. eingetragen, doch sind auch noch andere Kombinationen

möglich. Für Größenklasse I kommt auch nach STEFFEN [1] nur eine Furche in Frage (also  $n = 1$ ); ein üblicher Furchenquerschnitt ist  $F = 7 \text{ dm}^2$  (zum Beispiel 25 cm tief und 28 cm breit). Dann darf der spezifische Bodenwiderstand 65 bis 76  $\text{kp}/\text{dm}^2$  betragen, der nach SEIFERT [3] schon zur höchsten Stufe „schwer bis sehr schwer“ gehört. Sollte er noch höher sein, kann auf einen Furchenquerschnitt von  $6 \text{ dm}^2$  (zum Beispiel 22 cm tief und 27 cm breit) zurückgegangen werden, womit sich der noch überwindbare spezifische Bodenwiderstand auf 76 bis 88  $\text{kp}/\text{dm}^2$  erhöht.

Für die Größenklasse II A und II B darf der spezifische Bodenwiderstand bei 2 Furchen mit je  $7 \text{ dm}^2$  nach der gleichen Rechnung 54 bis 62  $\text{kp}/\text{dm}^2$ , bei 2 Furchen mit je  $6 \text{ dm}^2$  60 bis 73  $\text{kp}/\text{dm}^2$  erreichen. Sollte er noch höher sein, muß auf einen Furchenquerschnitt von  $5 \text{ dm}^2$  ausgewichen oder einfurchig gepflügt werden. In Größenklasse III wird bei sehr schweren Verhältnissen (73 bis 84  $\text{kp}/\text{dm}^2$ ) zweifurchig gepflügt, normalerweise (58 bis 65  $\text{kp}/\text{dm}^2$ ) dreifurchig.

## NACHRICHTEN

### Ölhydraulische Geräte und Anlagen

Die VDI/AWF-Fachgruppe Getriebetechnik und die Fachgemeinschaft Ölhydraulik und Pneumatik im Verein Deutscher Maschinenbau-Anstalten (VDMA) veranstaltet am 17. und 18. Oktober 1961 in Stuttgart, Liederhalle, eine Fachtagung unter dem Thema „Ölhydraulische Geräte und Anlagen“. Neben Berichten über die letzten Entwicklungen in Berechnung und Konstruktion werden Erfahrungen aus der Anwendung vermittelt. Unter anderem wird Ober-Ing. B. FLERLAGE, Gottmadingen, über das Thema „Ölhydraulik in Landmaschinen — Kraftheber, Steuerungen der Kraftheber, ölhydraulische Getriebe im Ackerschlepper“ referieren.

Nähere Einzelheiten über Programm und Teilnehmergebühren sind bei der VDI/AWF-Fachgruppe Getriebetechnik, Düsseldorf, Prinz-Georg-Str. 77/79, zu erfahren.

### Fragen der Veredlungswirtschaft

Das Kuratorium für Technik in der Landwirtschaft (KTL) veranstaltet gemeinsam mit der Arbeitsgemeinschaft Landwirtschaftliches Bauwesen (ALB) am 28. und 29. November 1961 in Essen, Städtischer Saalbau, eine Vortragstagung. Die Referate dieser Tagung stehen unter dem Thema „Landtechnische und bauliche Fragen der Veredlungswirtschaft“. Im einzelnen sollen folgende Vorträge gehalten werden:

Dienstag, 28. November

- „Arbeitsverfahren in der Rindviehhaltung“  
Füttern und Ausmistern bei Milch- und Mastvieh  
(Dr. HAMMER, Bad Kreuznach)
- Melken bei Stall- und Weidehaltung  
(Landw.-Rat Dr. HESSELBARTI, Echem, Kr. Lüneburg)
- Funktionsgerechte Gebäude für Milch- und Mastvieh  
(Ob.-Baurat REISCH, Frankfurt/Main)
- „Arbeitsverfahren in der Schweinehaltung“  
Betriebs eigene Futteranfertigung und Fütterung  
(Dr. STUTTERHEIM, Bonn)
- Funktionsgerechte Gebäude für Zucht und Mast  
(Ob.-Baurat FÖRSTER, Bonn)

Mittwoch, 29. November

- „Arbeitsverfahren und Gebäude für die Geflügelhaltung“  
(Min.-Rat Dr. SCHLÜTTER, Düsseldorf)
- Die betriebswirtschaftliche Einordnung der verschiedenen Verfahren  
(Priv.-Doz. Dr. STEFFEN, Frankfurt/Main)

### Europäische Universität

Laut Mitteilung des Verbindungsbüros Bonn der Europäischen Gemeinschaften haben die Regierungs-Chefs der Länder der europäischen Sechser-Gemeinschaften nach ihren Bonner Gesprächen unter anderem erklärt, daß „Italien eine europäische Universität in Florenz errichten wird und daß die Regierungen der sechs Mitgliedstaaten das geistige Leben dieser Universität fördern und sich an ihrer Finanzierung beteiligen werden“. Ein Interimsausschuß hat inzwischen Einzelheiten für das Zustandekommen dieser Universität festgelegt. Im Herbst 1962 soll die europäische Universität bereits eröffnet werden.

Die Zahlen in Zeile 14 ff. zeigen, daß die gewählten Größenklassen sinnvolle Abstufungen auch bezüglich der Pflugarbeit darstellen und für alle Verhältnisse ausreichen müßten, zumal kurzzeitig auch höhere Schlupfwerte zulässig sind, die dann noch höhere Zugkräfte ergeben können. Außerdem liegen in der mit 50% angesetzten Höhe der Achslasterhöhung ebenfalls noch realisierbare Reserven. Betriebe, in denen nur geringere als hier zugrunde gelegte spezifische Bodenwiderstände vorkommen, können Pflüge mit größeren Arbeitsbreiten verwenden.

### Zusammenfassung

Für die nach landwirtschaftlichen Gesichtspunkten schon früher vorgeschlagene Abstufung von Schleppergrößenklassen werden hier genaue Zahlenwerte für Leergewichte, zulässige Gesamtgewichte und Hinterachslasten (sowohl für schweren Zug als auch für Gerätetransport und Einachsanhängerbetrieb) und für Reifengrößen und Motorleistungen vorgeschlagen. Es wird nachgewiesen, daß diese Vorschläge eine sinnvolle Abstufung für die Pflugarbeit und praxisnahe Werte für die Geschwindigkeit ergeben, bei der die verfügbare Leistung noch in Zugkraft umgesetzt werden kann.

### Schrifttum

- [1] STEFFEN, G.: Betrachtungen zur landtechnischen Entwicklung. Landtechnische Forschung 9 (1959), S. 29—34
- [2] FRANKE, R.: Ein Schlepperbauprogramm. Landtechnische Forschung 9 (1959), S. 57—62
- [3] SEIFERT, A.: Ackerschlepper. In: Hütte, 28. Auflage, Band Maschinenbau, Teil B, S. 77—156
- [4] SKALWEIT, H.: Über die gegenseitige Abhängigkeit von Schleppergewicht und Pflugfurchen. Landtechnische Forschung 10 (1960), S. 10—15
- [5] KLEFOTH, FR.: Unveröffentlichtes Manuskript des KTL-Schlepperprüffeldes, Darmstadt 1961
- [6] Abnahmeweisung für die amtlich-anerkannten Sachverständigen bzw. Prüfer der technischen Überwachungsvereine bzw. der Überwachungsämter
- [7] KIENE, W.: Gedanken über ein zukünftiges Bauprogramm von Schleppermotoren. Landtechnische Forschung 9 (1959), S. 117—119
- [8] SKALWEIT, H.: Reifenbelastung bei Schleppern durch Heckanbaugeräte und Sattelwagen. Landtechnik 14 (1959), S. 154—157
- [9] SÖHNE, W.: Neue Möglichkeiten beim Pflügen. Landtechnik 15 (1960), S. 828—829

### Résumé

*Friedrich Feldmann: "The Numerical Determination of Tractor Sizes and Types."*

*Accurate numerical values for factors such as tyre weight, maximum permissible loaded weight and loads on rear axles (for heavy trailing loads as well as for movement of equipment and powered single-axle trailers) are suggested for the various sizes and types of tractors as already proposed by agricultural societies and circles. Tyre sizes and engine powers are also suggested. It is shown that these suggestions form a significant gradation for ploughing operations and give values for speeds which approach very closely the results obtained in actual practice, at which the power available can still be transformed into tractive effort.*

*Friedrich Feldmann: «Etablissement de chiffres en vue du classement des catégories de puissance des tracteurs.»*

*En vue de la gradation des catégories de puissance des tracteurs, suivant des considérations agricoles, proposée déjà récemment, l'auteur donne dans l'article présent des chiffres précis pour les poids à vide, les poids totaux et les charges sur le pont arrière admis (aussi bien pour la traction lourde que pour le transport d'outils et la traction de remorques à un essieu) et pour les dimensions des pneumatiques et les puissances du moteur. Il montre que l'on obtient ainsi une gradation rationnelle des puissances pour le labour et des valeurs approchant de la pratique pour la vitesse qui permet encore de transformer la puissance disponible en effort de traction.*

*Friedrich Feldmann: «Clasificación por orden numérico de los tamaños de tractores.»*

*Para la clasificación de tractores por su tamaño, propuesto ya con anterioridad desde el punto de vista de la agricultura, se proponen valores numéricos para el peso en vacío, peso total permitido, carga máxima sobre el eje trasero (lo mismo para la tracción pesada, como también para el transporte de dispositivos de labranza y para el remolque mono eje), para las dimensiones de los neumáticos y para la potencia de los motores. Se prueba que estas proposiciones darían por resultado una clasificación razonable para el trabajo de arado y velocidades que se acercan a las que requiere el servicio práctico, en los que la potencia que quede disponible pueda aprovecharse como esfuerzo de tracción.*