Zeitschrift: Der Traktor und die Landmaschine : schweizerische landtechnische Zeitschrift

Herausgeber: Schweizerischer Verband für Landtechnik

Band: 29 (1967)

Heft: 1

Rubrik: IMA-Mitteilungen

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

IMA-MITTEILUNGEN 1-2 · 67

12. Jahrgang Januar-Februar 1967

Herausgegeben vom Schweiz. Institut für Landmaschinenwesen und Landarbeitstechnik in Brugg, Aargau

Verantwortliche Redaktion: J. Hefti und W. Siegfried

Beilage zu Nr. 1/67 von «DER TRAKTOR und die Landmaschine»

Traktor und Zugkraft

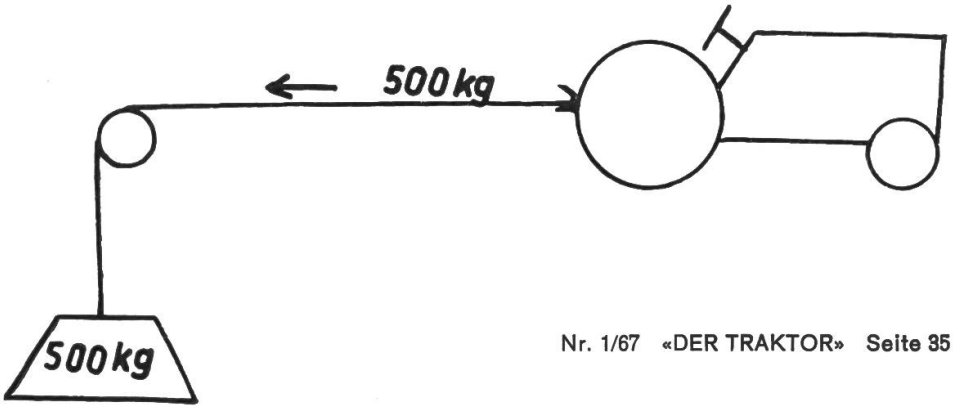
Erhöhung der Zugkraft durch bessere Bereifung, 4-Rad-Antrieb und Zugkraftverstärker

F. Bergmann, ing. agr.

Allgemeines

Die Traktoren sind in den letzten Jahren immer stärker geworden. Da das Traktorgewicht nicht im gleichen Verhältnis wie die Motorleistung zunahm, wird diese bei Zugarbeiten nur noch in seltenen Fällen (auf extrem schweren Böden) «auf den Boden gebracht». Es stellt sich daher die Frage: Wie kann bei einem gegebenen Gesamtgewicht des Traktors die Zugkraft gesteigert werden? Es ist nicht schwer, auf diese Frage eine Antwort zu geben. Alle im Titel angegebenen Massnahmen können die Zugkraft eines Traktors steigern helfen. Das Ziel dieses Berichtes ist, über das Ausmass der Zugkrafterhöhung durch die erwähnten Massnahmen einigermassen Klarheit zu schaffen. Wir stützen uns dabei neben der einschlägigen Literatur auf zahlreiche Vergleichsmessungen, die wir im Laufe des vergangenen Jahres selbst durchgeführt haben.

Wie wird nun die Zugkraft gemessen? Als Masseinheit dient das kg. Da es sich um eine Kraft und nicht um ein Gewicht handelt, wird neuerdings auch kp (Kilopond) geschrieben.



Vernachlässigen wir die Reibung der Umlenkrolle, so wissen wir, dass die Kraft am Zughaken des Traktors ebenfalls 500 kg (oder kp) beträgt. Heute wird die Zugkraft selbstverständlich nicht mehr mit Gewichtsteinen gemessen; man verwendet dazu Oelmanometer, die auch auf kleinste Schwankungen ansprechen.

Zur Berechnung der Zugkraft, die wir von unseren Traktoren in der Praxis verlangen, können wir uns auf die Werte Gesamtgewicht und Rollwiderstand stützen. Für pneubereifte 2-Achs-Wagen gelten folgende Werte:

Bodenart:	Faktor für Rollwiderstand:
Beton, Asphalt	0,02 — 0,03
Feldweg	0,05 — 0,06
Ackerboden trocken	0,06 — 0,08
Ackerboden nass	0,1 — 0,15
loser Acker oder Sand	0,3 — 0,35

Zum Ziehen eines Wagens mit einem Gesamtgewicht von 3000 kg benötigen wir beispielsweise folgende Zugkräfte:

Auf Beton oder Asphalt	3000 x 0,025	=	75 kg
Auf einem Feldweg	3000 x 0,055	=	165 kg
Auf einem nassen Ackerboden	3000 x 0,15	=	450 kg
Auf einem losen Acker	3000 x 0,35	=	1050 kg

Mit zunehmendem Rollwiderstand der Anhänger oder Wagen nimmt die Adhäsion der Traktorpneus stark ab. Daher kann man sagen: wenn man wenig Zugkraft braucht, sind grosse Reserven vorhanden, benötigt man aber in einem nassen Acker viel Zugkraft, dann fehlt sie. Sind zudem Steigungen zu überwinden, so kommt bei einer Geschwindigkeit von 3,6 km/h (1 m/s) pro % Steigung 1 % des Anhängergewichtes dazu. Bei einer Steigung von 15 % und einem Gesamtgewicht des Wagens von 3000 kg brauchen wir also 3000 x 0,15 = 450 kg Zugkraft zusätzlich.

In Diskussionen hört man oft von der ausserordentlichen Zugkraft des einen oder anderen Traktors. Die Unterschiede können tatsächlich ziemlich gross sein. Ein objektiver Vergleichsmaßstab für das Zugvermögen eines Traktors ist die Zugkraft ausgedrückt in % des Gesamtgewichtes.

Zugleistungen von OCDE-geprüften Traktoren (auf Beton oder Tarmacadam-Strecke)

Traktor	Gewicht inkl. Fahrer	Hinterachslast		Max. Zugkraft	Schlupf	Zugkraft in % des Gesamtgewichts	Grösste Länge des Traktors
	kg	in kg	in %	in kg	in %		in cm
A	1660	1010	61	1275	12	77	304
B	2170	1380	63	1503	16	70	313
C	1983	1275	64	1990	19	100	332
D	2305	1496	65	2235	18	97	357
E	2720	1660	61	2325	18	85	388
F (Geräteträger)	1783	1361	76	1800	19	101	403

Diese Zusammenstellung zeigt, dass lange Traktoren im allgemeinen mehr ziehen als kurze. Die Länge muss aber im Verhältnis zum Traktorgewicht betrachtet werden. Der Traktor B zum Beispiel, mit 313 cm Gesamtlänge und einem Gewicht von 2170 kg, muss als verhältnismässig sehr kurz taxiert werden, während der Traktor H mit 304 cm Länge und nur 1660 kg Gesamtgewicht als mittellang bezeichnet werden kann. Das Musterbeispiel eines langen Traktors ist der Geräteträger mit 76 % des Gesamtgewichtes auf der Hinterachse. Da die Vorderachse weit entfernt ist, kann das Aufbäumen mit wenig Gewicht verhindert werden. Dass aber nicht jeder lange Traktor ein gutes Zugvermögen aufweist, zeigt uns das Beispiel E. Ein 388 cm langer und 2720 kg schwerer Traktor braucht nicht 39 % (1060 kg) des Gesamtgewichtes auf der Vorderachse zu haben, da nur ein Teil davon für die notwendige Lenksicherheit benötigt wird und der Rest für die Belastung der angetriebenen Achse verloren ist. Damit sind wir beim wichtigsten Punkt angelangt: Bei der Belastung der angetriebenen Achse(n). Dividieren wir die erhaltene Zugkraft durch die Betriebsachslast, so erhalten wir den Triebkraftbeiwert. Dieser ist nach folgender Formel definiert:

$$\text{Triebkraftbeiwert (oder Zugkraftbeiwert)} = \frac{\text{Triebkraft (Zugkraft)}}{\text{Betriebsachslast}} = \frac{T}{B}$$

Die Zugfähigkeit eines Ackerreifens ist ganz allgemein gekennzeichnet durch den von verschiedenen Faktoren abhängigen Triebkraftbeiwert und den Schlupf. Zur Ermittlung des Triebkraftbeiwertes muss daher der Einfluss des Schlupfes eliminiert werden, indem immer im gleichen Schlupfbereich gemessen wird. Die Zugkraft nimmt nicht linear mit dem Schlupf zu. Während die Zunahme der Zugkraft bei 10—15 % Schlupf pro % z. B. ca. 30 kg beträgt, ist im Bereich von 25—30 % Schlupf nur noch mit einer Zunahme von ca. 10 kg/% zu rechnen. Messungen auf dem Felde sind daher

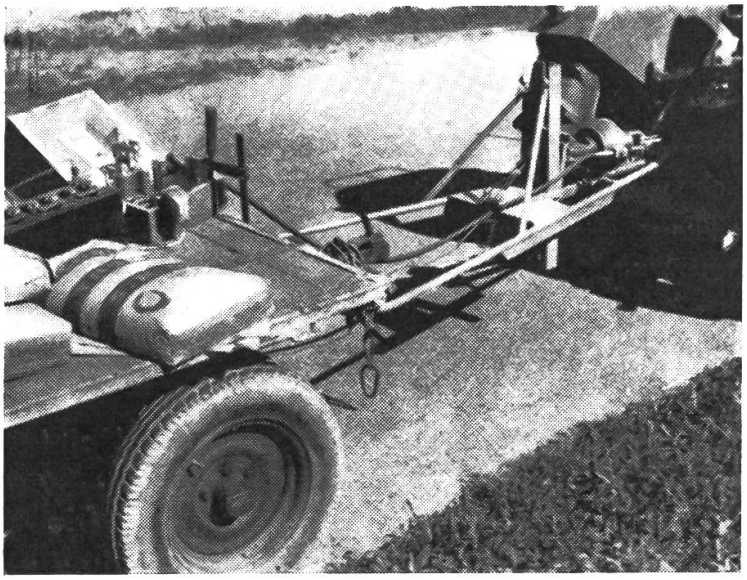


Abb. 2:
Die extra für Zugkraftmessungen konstruierte Deichsel kann an gewöhnliche 2-Achs-Wagen montiert werden. Der durch einen Schlauch auf das Messgerät übertragene Oeldruck wird auf der angetriebenen Papierrolle laufend festgehalten. Um die Bremswirkung des Wagens zu verbessern, wurde er mit Düngersäcken beladen.

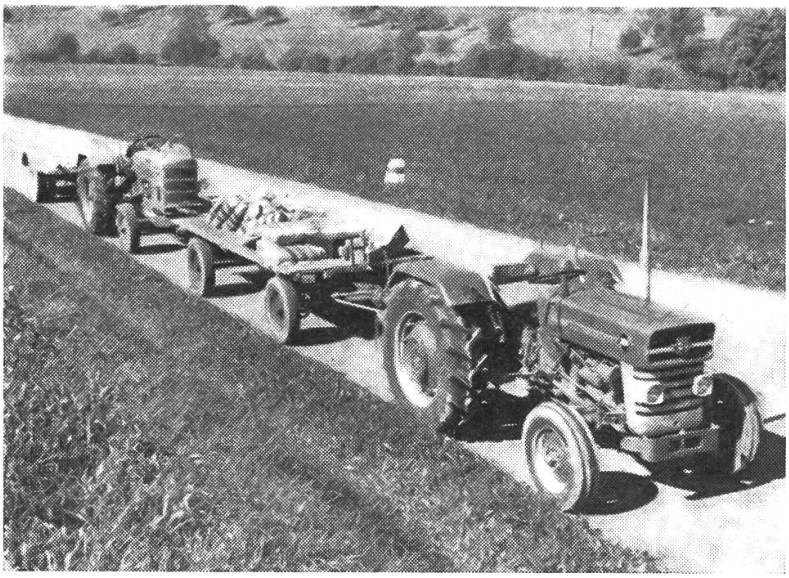


Abb. 3:
Für Messungen, die bei einem bestimmten Schlupf durchgeführt werden müssen, hat sich der «Bremstraktor» gut bewährt, da der Fahrer des hinteren Traktors die Bremsung sehr fein dosieren kann.
Der Tourenzahlmesser des Motors zeigt zudem an, ob wir die gewünschte Geschwindigkeit einhalten.

genauer, wenn wir bei viel Schlupf messen. Zudem kommen wir der möglichen maximalen Zugkraft näher. Für unsere Versuche stand ein abgeerntetes Weizenfeld mit schwerem Boden zur Verfügung. Damit unter verschiedenen Bedingungen gemessen werden konnte, wurde ein Teil des Feldes mit einer Motorhacke ca. 10 cm tief gehackt. Dadurch wurde eine sehr lockere Oberschicht geschaffen.

Der Einfluss der Bereifung auf die Zugkraft

Tabelle 1:
Einfluss der Doppelbereifung auf die Zugkraft (Messung Herbst 1966)

Ausrüstung des Traktors	schwerer Ackerboden, fest Zugkraft in kg		Schlupf in %	schwerer Ackerboden mit lockerer Oberschicht Zugkraft in kg		Schlupf in %
Traktor mit Doppelbereifung	1230	(100 %)	30	1280	(100 %)	28
gleicher Traktor, einfach bereift	1070	(87 %)	30	980	(76 %)	28

Einfluss der Pneudimension auf die Zugkraft (Messung Herbst 1966)

Ausrüstung des Traktors (Pneudruck bei allen Dimensionen 0,8 atü)	schwerer Ackerboden, fest Zugkraft in kg		Schlupf in %	schwerer Ackerboden mit lockerer Oberschicht Zugkraft in kg		Schlupf in %
Traktor: Gewicht inkl. Fahrer 2150 kg, Bereifung 11–28	990	(84 %)	28	1075	(93 %)	29
gleicher Traktor, jedoch Bereifung 10–28	910	(77 %)	28	1010	(88 %)	29
gleicher Traktor, Bereifung 9–36	1180	(100 %)	28	1150	(100 %)	29
gleicher Traktor, Bereifung 12–28	1170	(100 %)	28	1090	(95 %)	29

Der Einfluss der Bereifung auf die Zugkraft ist aus Tabelle 1 ersichtlich. Dass die Doppelbereifung auf lockerem Boden den grösseren Einfluss hat als auf festem, konnte man erwarten. Die Ergebnisse mit verschiedenen Pneudimensionen stimmen mit denjenigen von Kliefoth (KTL) überein. Es

hat sich also einmal mehr bestätigt, dass die Zugkraft mit zunehmender Pneubreite nur wenig gesteigert werden kann.

Abb. 4:
Wenn in der Schichtenlinie gearbeitet werden muss, bietet die Doppelbereifung gewaltige Vorteile.

Tabelle 2:
Triebkraftbeiwerte verschiedener Pneudimensionen (nach einem Diagramm von Kliefoth)

Pneudimension	Triebkraftbeiwert bei 28 % Schlupf	Pneudimension	Triebkraftbeiwert bei 28 % Schlupf
8 – 32	0,53	9 – 36	0,58
9 – 30	0,54	11 – 32	0,59
10 – 28	0,54	13 – 30	0,61
9 – 32	0,55	11 – 36	0,62
11 – 28	0,56	15 – 30	0,64
13 – 28	0,57		

Anwendungsbeispiele:

Leichter Traktor mit Hinterachsbelastung von 1000 kg

mit Bereifung	8–32:	Die Zugkraft beträgt	1000 kg	× 0,53	=	530 kg
mit Bereifung	11–28:	Die Zugkraft beträgt	1000 kg	× 0,56	=	560 kg
mit Bereifung	9–36:	Die Zugkraft beträgt	1000 kg	× 0,58	=	580 kg

Traktor mit Hinterachsbelastung von 2000 kg

mit Bereifung	11–28:	Die Zugkraft beträgt	2000 kg	× 0,56	=	1120 kg
mit Bereifung	13–28:	Die Zugkraft beträgt	2000 kg	× 0,57	=	1140 kg
mit Bereifung	11–32:	Die Zugkraft beträgt	2000 kg	× 0,59	=	1180 kg
mit Bereifung	13–30:	Die Zugkraft beträgt	2000 kg	× 0,61	=	1220 kg
mit Bereifung	11–36:	Die Zugkraft beträgt	2000 kg	× 0,62	=	1240 kg
mit Bereifung	15–30:	Die Zugkraft beträgt	2000 kg	× 0,64	=	1280 kg

Bei Messungen sind die Unterschiede etwas grösser, da eine erhöhte Zugkraft zwangsläufig auch eine erhöhte Hinterachslast hervorruft (Entlastung der Vorderachse).

Wie aus Tabelle 2 entnommen werden kann, beträgt der Triebkraftbeiwert für den 11-28-Pneu 0,56, für den 9-32-Pneu (mit genau gleichem Durchmesser) 0,55. Das Verhältnis dieser Triebkraftbeiwerte stimmt für

tragfähige Böden, während auf schlecht tragfähigen Moorböden der Triebkraftbeiwert durch Reduzieren des spezifischen Bodendruckes, also durch breite Pneus verbessert werden kann.

Damit kommen wir zu einem sehr wichtigen Wert, dem spezifischen Bodendruck. Oft hört man, dass schwere Traktoren Bodenverdichtungen erzeugen müssen, da diese mit einem viel grösseren Gewicht pro cm² Auflagefläche auf den Boden drücken als leichte Traktoren. Wenn wir diese Angelegenheit etwas unter die Lupe nehmen, sehen wir, dass man sich für technische Belange nicht auf das «Gefühl» verlassen darf.

Tabelle 3:

Auflageflächen von Traktorreifen bei der maximal zulässigen Belastung

11,2 / 10–28 AS	ca.	565 cm²
12,4 / 11–28 AS	ca.	765 cm²
9,5 / 9–32 AS	ca.	495 cm²
12,4 / 11–36 AS	ca.	1000 cm²
12,4 / 11–38 AS	ca.	1020 cm²
14,9 / 13–30 AS	ca.	1150 cm²
16,9 / 14–30 AS	ca.	1480 cm²

Beispiele: Spez. Bodendruck bei Traktoren

Traktor-Gewicht kg	Hinterachs-last ca. kg	Bereifung	Spez. Bodendruck ca. g/cm²	Spez. Bodendruck mit angehängtem Ladewagen (zusätzliche Achsbelastung 900 kg) ca. g/cm²
1500	900	9–32	910	1820
1500	900	10–28	795	1590
1750	1080	10–28	955	1750
1750	1080	11–28	705	1300
2000	1250	11–28	816	1400
2000	1250	11–36	625	1075
2000	1250	13–30	545	935
2400	1550	11–36	775	1225
2400	1550	13–30	675	1065
2700	1700	11–38	830	1274
2700	1700	14–30	575	880

Aus Tabelle 3 geht deutlich hervor, dass in der Praxis die leichten Traktoren einen viel grösseren spezifischen Druck haben als vernünftig bereifte, mittelschwere bis schwere. Es ist sicher nicht wichtig, ob ein Feld mit einem Traktor, der 1180 oder 1250 g/cm² spez. Bodendruck aufweist, befahren wird. Die Zahlen der Tabelle 3, welche nur die Tendenz aufzeigen sollen, lassen erkennen, dass wir immer das Gesamte im Auge behalten müssen und unsere (Vor)Urteile nicht nur auf eine Grösse (in unserem Fall das Gewicht) stützen dürfen. Wenn es aber zu Bodenverdichtungen kommt, ist zur Hauptsache der Schlupf der Traktorräder dafür verantwortlich. In dieser Beziehung schneiden leichte Traktoren besonders schlecht ab. **(Fortsetzung folgt)**