

*mt. de. 151*

# Mehr Klarheit um den Luftreifen

Die „Untersuchungen über eine zweckmäßige Dimensionierung der Ackerschleppertriebradreifen“ von Ing. K.-H. SCHULTE [1] bedürfen, aus dem Blickwinkel des Bodens gesehen, in einigen Punkten unter Berücksichtigung der Gesetzmäßigkeiten des Luftreifens einer Ergänzung und teilweisen Richtigestellung.

Grundsätzlich ist der Versuch zu begrüßen, durch Normung vor den längst fälligen Neuentwicklungen solche Größen auszuwählen, die gestatten, mit einer möglichst kleinen Anzahl den gesamten Bedarf abzudecken. Dabei sollen im Interesse des Exportes und der Ersatzbeschaffung international bereits vorhandene Dimensionen berücksichtigt werden.

## Welche Forderungen sind zu beachten?

### a) im Interesse einer strukturschonenden Bodenbearbeitung

Bei der Motorisierung der Bearbeitung des Bodens muß man im Interesse der notwendigen Schonung seines Strukturgefüges versuchen, die spezifische Druckbelastung möglichst klein zu halten. Nachdem der bisher dafür besonders bevorzugte Kettenschlepper infolge unverhältnismäßig hoher Reparaturkosten die Bodenbearbeitung erheblich belastet, haben wir vorgeschlagen, den niedrigen Bodendruck und die höheren Leistungen des Kettenschleppers durch größere Bereifung eines allradangetriebenen Radschleppers wirtschaftlich zu erreichen [2]. Dabei ist die Reifengröße entsprechend ihrer Tragfähigkeit so auf das Schleppergewicht abzustimmen, daß bei statischer Radlast ohne Gefahr für den Reifenaufbau eine Luftdruckabsenkung bis auf 0,5 atü möglich ist.

### b) im Interesse des Schlepper- und Gerätebaues

Nachdem sich der Kraftheber allgemein durchgesetzt hat, wurden die Verbindungspunkte von Schlepper und Gerät in DIN 9674 genormt, damit jedes Gerät an jeden Schlepper ohne Änderung paßt. Um den dafür notwendigen gleichen Bodenabstand der Schlepperhinterachse zu gewährleisten, müssen die für denselben Schlepper vorgesehenen verschiedenen Reifen innerhalb einer zulässigen Toleranz ( $\pm 20$  mm = 40 mm) gleiche wirksame Radien haben.

Bei dieser Reifenauswahl müssen wir bestrebt sein, an die bisher an unseren Schleppern verwendeten Dimensionen größtmäßig Anschluß zu finden. Das wäre für die große Reihe der am „RS 30“ bisher benutzte Reifen 9,00—40 mit einem wirksamen Radius ( $w_r$ ) von 726 mm. Am „RS 08“ wurde bisher der für das Gewicht des Geräteträgers einschließlich Aufbaugeräte zu kleine Reifen 7—36 ( $w_r$  = etwa 595 mm) verwendet. Er müßte, unter Berücksichtigung der neuen Normvorschrift bezüglich Tragfähigkeit der Schlepperreifen mindestens durch den Reifen 8—36 ( $w_r$  = etwa 620 mm) ersetzt werden. Er

\*) Institut für landw. Versuchs- und Untersuchungswesen Jena der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin (Direktor: Professor F. KERTSCHER).

würde dann die Ausgangsgröße für die mittlere Reihe darstellen. Bei der kleinen Reihe wäre, vom alten Tiefbettreifen 8,00—20 ausgehend, die Verbindung mit dem neuen Breitfelgenreifen 8—24 herzustellen.

Je nach der Tragfähigkeit des Bodens sinkt ein Schlepper auf dem Acker mehr oder weniger tief ein, wobei auf lockeren Böden die obigen Toleranzwerte wesentlich überschritten werden (Bild 1).

In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß man in England anscheinend größere Unterschiede zwischen den verwendeten Reifengrößen zuläßt [3] (Tabelle 1). Sie schwanken je nach der Übergroße bzw. Spezialreifen für Sonderzwecke (Weinbau usw.) zwischen 46 und 102 mm.

Tabelle 1. Bodenabstandsunterschiede durch verschiedene Reifengrößen bei englischen Schleppern

	Reifen- größe	$w_r$ [mm]	Differenz [mm]	Gesamt [mm]
„Ferguson“	normal	10—28	558	87
	Übergroße	11—28	579	
	Weinbau	9—24	492	
„Fordson“	normal	11—36	681	102
	Übergroße	14—30	660	
	Weinbau	11—28	579	
„Massey-Harris 745“	normal	11—36	681	81
	Übergroße	12—38	726	
	Übergroße	13—30	645	
„Nuffield Universal“	normal	11—36	681	46
	Übergroße	14—30	660	
	Hackreifen	9—36	635	

## Tiefbett- oder Breitfelge

Die bisher dem Tiefbettreifen nachgesagte schlechtere Stand-sicherheit dürfte inzwischen der des Breitfelgenreifens angeglichen sein, nachdem auch bei uns an Stelle der alten schmalen 6,00S-Felge die breitere 8,00T für den 24"-Tiefbett-

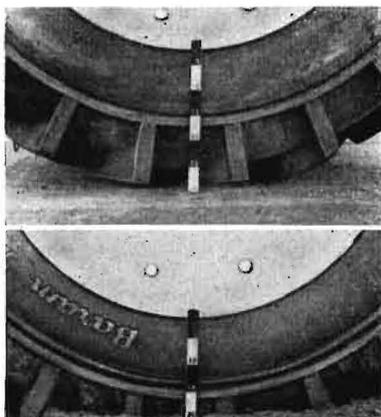


Bild 1. Ein Schlepper-rad auf fester Unterlage (oben) und auf frisch gelockertem Acker, etwa 10 cm tief eingesunken (unten)

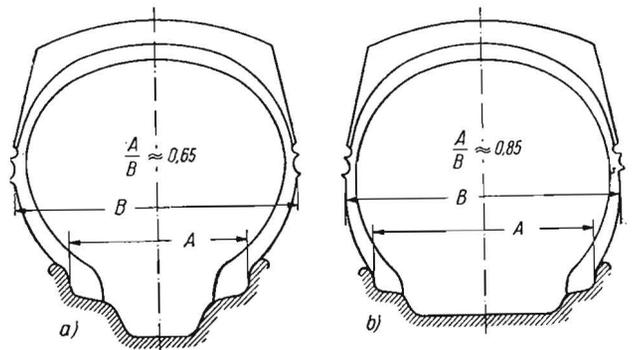


Bild 2. Durch Übergang von der schmalen 6,00 S- auf die breite 8,00 T-Felge erhält der alte Tiefbettreifen annähernd den Charakter eines Breitreifens (aus BOBETH, Zukünftige Ackerschlepperreifen. Selbstverlag Phoenix, Harburg)

reifen ausschließlich verwendet wird (Bild 2). Nur beim 9,00—40er Reifen haben sich anscheinend die Vorteile der Breitfelge noch nicht allgemein durchgesetzt, so daß dort noch beide Maulbreiten nebeneinander verwendet werden.

Der entscheidende Grund, weshalb sich heute der Breitfelgenreifen international durchgesetzt hat, dürfte vor allem in der Fertigungstechnik und im einfacheren Reifenaufbau zu suchen sein, nachdem es möglich ist, bei etwa demselben Materialaufwand für die gleiche Tragfähigkeit (kg-Last) den Breitfelgenreifen bis zu 20% billiger herzustellen, wie in Tabelle 2 an zwei Breitfelgenreifen und dem dazugehörigen Tiefbettreifen zu ersehen ist.

Tabelle 2. Tragfähigkeits-, Preis- und Materialunterschiede zwischen Tiefbett- und Breitfelgenreifen

Reifen	Tragfähigkeit bei 0,8 atü [kg]	Reifenpreis [9—24 = 100]	Preis je kg Tragf. [9—24 = 100]	Reifengewicht [kg]	Tragkraft je kg Reifenmaterial (kg-Last) [kg]
9—24 Breitfelge	575	100	100	31,6	18,2
10—24 Breitfelge	625	112	104	38,2	16,4
9,00—24 Tiefbettfelge	650	140	125	38,6	16,8

Bemerkenswert ist, daß erst die 10—24-Breitfelgenreöße die bisherige 9,00—24 in ihrer Tragfähigkeit erreicht, während der neue 9—24 dagegen 75 kg weniger trägt.

Weiterhin ist wert festgehalten zu werden, daß wir heute nach über 20jähriger Fertigung für den Reifen 9,00—24 in den neueren Katalogen plötzlich stark voneinander abweichende Angaben über den wirksamen Radius bzw. Einsenkung finden (Tab. 3, Reihe 23a und b). So gibt Continental (1956) den wirksamen Radius mit 535 mm an, was einer Einsenkung von nur 27,5 mm entspricht, während im letzten „Deka“-Handbuch (1955) und anderen älteren Reifenkatalogen („Fulda“, „Phönix“) dafür die Werte 499 bzw. 62,5 mm genannt werden. Dadurch entstehen aber aus derselben Reifengröße für die Landwirtschaft zwei ganz verschiedene Reifencharaktere, besonders in bezug auf die zulässige Abplattung bzw. Auflagefläche. Zeichnet man nämlich die beiden Einsenkungswerte von 27,5 bzw. 62 mm als Sehnen in einen Kreis, der dem Reifendurchmesser entspricht (Bild 3), so errechnen sich die dazugehörigen Auflageellipsen zu 730 bzw. 1100 cm<sup>2</sup>, was einer spezifischen Auflagebelastung von 0,89 bzw. 0,59 atü entspricht (Tabelle 3, Spalte 14 und 15). Daß der letzte Reifenwert vom Boden her bevorzugt würde, braucht wohl nicht besonders betont zu werden.

Unter Berücksichtigung der alten Daten für Tiefbettreifen ist deren Auflagefläche und Reifenbreite gegenüber den neuen Breitfelgenreifen keinesfalls kleiner, wie ein Vergleich der Werte 9,00—24 und 9—24 zeigt. Offen bleibt allerdings die Frage, warum man jetzt plötzlich die bisher allgemein zugebilligte relativ hohe Einsenkung für den Tiefbettreifen reduziert hat. Vielleicht hat man dabei gegenüber früher den jetzt stärkeren Straßeneinsatz der Schlepper im Auge gehabt, wo die Gefahr der Reifenschäden durch Stollendurchbrüche in der Decke eher gegeben ist als auf dem Acker. Dort sinken im allgemeinen die Stollen so tief ein, daß auch die gesamte Reifenfläche zwischen ihnen mit zum Tragen kommt. Vom Boden her muß aber eine Klärung dieser Zusammenhänge angestrebt werden. Falls in der zulässigen Einsenkung noch „Reserven“ sein sollten, müssen diese zur Vergrößerung der Auflagefläche ausgenutzt werden, um so den Rollwiderstand und

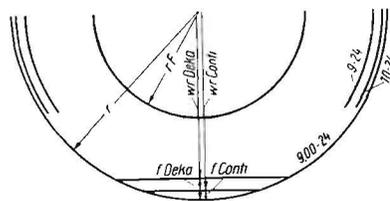


Bild 3. Schematische Darstellung zur rechnerischen Ermittlung der Auflagefläche (eine halbe Länge der Sehne  $\times$  eine halbe Reifenbreite  $\times$   $\pi$ )

Bodendruck weiter zu verringern. — Uns Landwirte tröstet es, daß bei Versuchen nicht nur der Boden ein mehr oder weniger „nachgiebiges“ Material sein kann, sondern daß auch ein beinahe 25 Jahre gefertigter Gummireifen sehr „dehnbare“ Werte liefern kann.

#### Durch was wird der wirksame Radius bestimmt?

In Bild 4 ist ein belasteter Luftreifen im Querschnitt schematisch gezeichnet. Durch die Belastung wird er an der Auflagefläche um ein bestimmtes Maß eingedrückt. Die zulässige Größe dieser „Einsenkung“ ( $f$ ) ist abhängig von der Reifenquerschnittshöhe ( $h$ ) und diese wiederum von der Reifenbreite ( $b$ ).

Nach DIN 70020 wird der wirksame Radius entweder statisch bestimmt durch Messung des Bodenabstandes der Radachsmittle, wobei der Reifen mit dem zulässig höchsten Luftdruck und seiner höchstzulässigen Tragfähigkeit belastet ist. Dynamisch wird er berechnet aus der Anzahl der Radumdrehungen

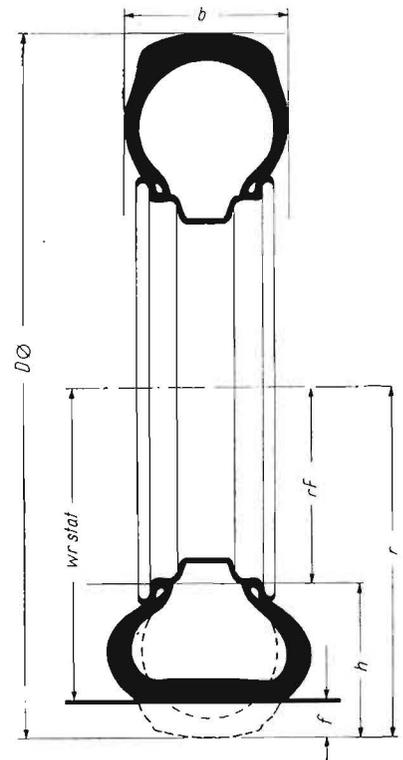


Bild 4.  $r$  = Radius,  $wr$  = wirksamer Radius,  $rF$  = Felgenreadius,  $h$  = Querschnittshöhe,  $f$  = Einsenkung,  $b$  = Reifenbreite,  $wr = r - f$ ,  $f = r - h$ ,  $h = r - rF$

(Abrollweg) auf einer Meßstrecke. Der dynamische Radius steht also in keiner Beziehung zu der dynamischen Radlast, wie man etwa annehmen könnte. Um solche Verwechslungen zu vermeiden, wäre es vielleicht zweckmäßiger, ihn besser mit „Rollhalbmesser“ zu bezeichnen.

Da alle Werte bisher nur mit voller Reifenauslastung und auf fester Fahrbahn ermittelt wurden, lassen sie sich auf die landwirtschaftlichen Einsatzbedingungen (nachgiebigen Ackerboden) nur bedingt übertragen. So befremdend diese Feststellung auch ist, bisher konnten die Unterschiede des wirksamen Radius zwischen den auf fester Fahrbahn ermittelten Werten und denjenigen auf nachgiebiger Fahrbahn (Acker) mangels geeigneter Methoden noch nicht einwandfrei festgestellt werden.

Nachdem die theoretischen Vorarbeiten im wesentlichen abgeschlossen sind, hoffen wir, in nächster Zeit den wirksamen Radius auch auf Ackerböden messen zu können, um dann daraus die Wechselbeziehungen zwischen Reifengröße, Luftdruck, Radlast und dem jeweiligen Bodenzustand besser zu erkennen.

Gewisse Schlußfolgerungen über die bestehenden Gesetzmäßigkeiten des Luftreifens lassen sich aber schon aus den

Tabelle 3. Zusammenstellung von techn. Daten einiger Schlepperreifen

Nr.	Firma	1 Reifen	2 r [mm]	3 wr [mm]	4 t [mm]	5 rF [mm]	6 h [mm]	7	8	9 b [mm]	10 h o	11 Tragfähigkeit bei 0,8 atü [kg]	12 Volumen [l]	13 Tragfähigk. Volumen (Literlast)	14 Auflagefläche bei 0,8 atü errechnet	15 Tragfähigk. kg Auflagefl. cm²
								$\frac{f}{n}$ % Cl	$\frac{f}{n}$ % Gr							
1	Deka	9,00-40	762,5	726	36,5	510,5	252	14,5 <sup>1)</sup>		270	0,93					
2a	Cl	9-42	750	721	29	535	215	13,5		242	0,89	700	135	5,2	890	0,79
2b	Gr	9-42	755	711	44	535	220		20,0	239	0,92					
3a	Cl	11-38	760	720	40	484	276	14,5		302	0,91	975	210	4,6	1290	0,77
3b	Gr	11-38	760	706	54	484	276		19,6	302	0,91					
4	Gr	12-36	760	700	60	459	301		19,9	336	0,90					
5	Gr	12-38	785	726	59	484	301		19,6	336	0,90					
6	Gr	13-36	787,5	721	66,5	459	328		20,4	371	0,89					
7	Gr	14-30	740	660	80	383	357		22,2	394	0,91					
8	Gr	14-32	765	685	80	408	357		22,2	381	0,94					
9	Gr	14-34	790	711	79	434	356		22,2	394	0,90					
10a	Cl	15-30	780	714	66	383	397	16,6		445	0,89	1750	425	4,1	2300	0,76
10b	Gr	15-30	780	698	82	383	397		20,6	445	0,89	1750	425	4,1	2450	0,71
11	Gr	15-32	806	723	83	408	398		21,0	445	0,89					
12	Gr	18-26	795	693	102	332	463		22,0	587	0,78					
13a	Cl	8-36	647,5	622	25,5	459	188,5	13,5		210	0,90					
13b	Gr	8-36	647,5	617	30,5	459	188,5		16,0	210	0,90					
14	Gr	9-32	625	584	41	408	214,5		19,1	239	0,90					
15a	Cl	11-28	632,5	596	36,5	357	275,5	13,2		302	0,91					
15b	Gr	11-28	627,5	579	48,5	357	270,5		17,9	302	0,90					
16	Gr	12-26	634,5	574	60,5	332	302,5		20,0	336	0,90					
17	Gr	12-28	657,5	599	58,5	357	300,5		19,5	336	0,89					
18	Gr	13-24	635	571	64	307	328		19,5	371	0,88					
19	Gr	13-26	660	594	66	332	328		20,1	371	0,88					
20	Gr	14-24	662,5	584	78,5	307	355,5		22,1	386	0,92					
21	Cl	9-24	520	492	28	307	213	13,1		242	0,88	575	90	6,4	675	0,85
22	Cl	10-24	550	506	44	307	243	18,1		272	0,89	625	110	5,7	920	0,68
23a	Cl	9,00-24	562,5	535	27,5	307	255,5	10,8		270	0,95	650	92	7,1	730	0,89
23b	Deka	9,00-24	561,5	499	62,5	307	254,5	24,1 <sup>1)</sup>		270	0,94	650	92	7,1	1100	0,59

Cl = Continental, Gr = Goodyear, <sup>1)</sup> = Deka

bisher ermittelten Werten ableiten. Die technischen Daten einiger gängiger Reifengrößen sind in Tabelle 3 z. T. doppelt aufgeführt, um die unterschiedlichen Angaben von zwei verschiedenen Firmen, die gleichzeitig typisch für zwei Länder (Continental für Bundesrepublik und Goodyear für USA) sind, vergleichen zu können.

Bei einer Gegenüberstellung der Daten beider Firmen fällt auf, daß die von Goodyear für den wirksamen Radius angegebenen Werte im Durchschnitt kleiner sind. Die prozentuale Einsenkung beträgt bei dieser Firma etwa 20% (Spalte 8), während sie bei Continental um 15% liegt (Spalte 7). Eine Erklärung für diese Unterschiede kann nicht gegeben werden, da nicht bekannt ist, wie die Amerikaner den wirksamen Radius bestimmen. Bei beiden Firmen ist der Außendurchmesser etwa gleich. Mit zunehmender Reifenbreite zeigt er eine Zunahme über den Nennwert. Dasselbe gilt auch im wesentlichen für die Querschnittshöhe (h in Spalte 6) beider Fabrikate, die jeweils mit der geringen Abweichung von ± 2% (Spalte 10) 90% der Reifenbreite (b in Spalte 9) beträgt.

Auf Grund dieser Tatsache erscheint es möglich, aus der Reifenbreite die jeweils zulässige Einsenkung und bei bekanntem Durchmesser daraus den wirksamen Radius zu errechnen.

Nach den Reifendaten von Goodyear sind in Tabelle 4 die Soll- und Istbreite (Spalte 2), die Einsenkungswerte (Spalte 3) und die prozentuale Einsenkung (Spalte 4) von 6 bis 15" zusammengestellt. In Spalte 5 stehen die für eine 20% ige Einsenkung nach der Formel  $f = \frac{18 \cdot b}{100}$  errechneten Werte.

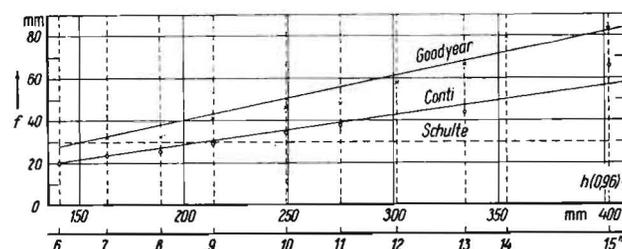


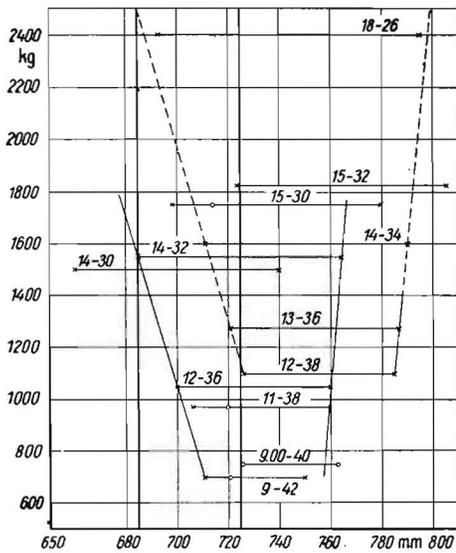
Bild 5. Zunahme der Einsenkung mit der Querschnittshöhe (Reifenbreite). Die Nennwerte der Reifenbreite stimmen mit dem Istwert nicht überein

Die f- (Ist-)Werte beider Firmen sind in Bild 5 über der Querschnittshöhe aufgetragen. Die Einsenkung nimmt mit zunehmender Reifenbreite geradlinig zu und beträgt bei 15" schon mehr als das Dreifache des Wertes von 6". Entsprechend nimmt der wirksame Radius ab. - Der von SCHULTE in seiner Tabelle 2 für den wirksamen Radius zugrunde gelegte Einsenkungswert von einheitlich 30 mm gilt bei Goodyear nur für die Reifenbreite 6 bis 8" und bei Conti etwa für 9". Für die anderen Reifenbreiten ist die Aufstellung nicht zutreffend. So schwanken die wirksamen Radien bei „Continental“ in der 20er Reihe um 63 mm (8-24 = 471 mm; 13-14 = 408 mm). Bei Goodyear beträgt der Unterschied im wirksamen Radius 33 mm in der 26er Reihe zwischen dem Reifen 8-36 (617 mm) und dem Reifen 14-24 (584 mm), bzw. in der 31er Reihe zwischen dem 11-40 (757 mm) und dem 18-26 (693 mm) sogar 64 mm.

Die gesetzmäßigen Beziehungen zwischen Reifenbreite, Einsenkung und ihre Einflüsse auf den wirksamen Radius sollen im folgenden noch einmal dargestellt werden. Zunächst ist in Bild 6 die Tragfähigkeit verschiedener Reifen bei 0,8 atü der 30er und auch der 31er Reihe über ihren Radius bzw. wirksamen Radius dargestellt. Nimmt man den wirksamen Radius des jetzigen Reifens 9,00-40 als obere Grenze, so würden nach DIN 9674 in diese große Reihe alle Reifen passen, deren wirksame Radien etwa zwischen 685 und 725 mm liegen. Aus der Darstellung ist zu entnehmen, daß schon ab 12" Breite infolge des mit breiter werdendem Reifen sich verkleinerndem wirksamen Radius auch die 31er Reihe in diesen Bereich hin-

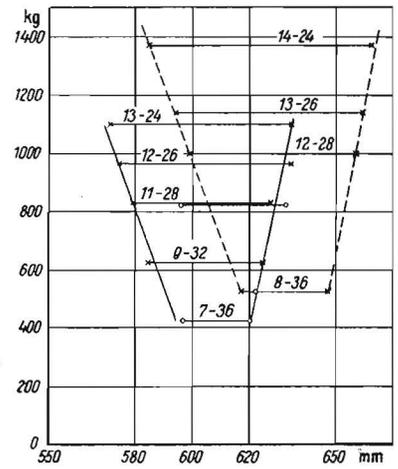
Tabelle 4

1 Reifenbreite Soll [mm]	2 Ist (Katalog) [mm]	3 f [mm]	4	5 f errechnet
			$\frac{f}{n}$ %	
6"	153	155	28	28
7"	178	181	32	33
8"	203	210	32	38
9"	229	238	41	43
10"	254	277	46	50
11"	280	306	48	55
12"	304	336	58	60
13"	330	371	66	67
14"	355	393	79	71
15"	381	447	83	81

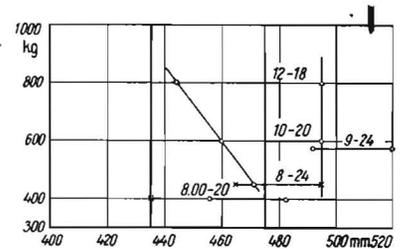


**Bild 6.** Tragfähigkeit der 30/31"-Reihe über  $r$  und  $w_r$ . Die Verbindungslinie von  $r$  und  $w_r$  stellt die mit zunehmender Reifenbreite größer werdende Einsenkung dar. Die Punkte von  $r$  und  $w_r$  einer Reihe liegen jeweils annähernd auf einer Linie. Nur die 15"-Reifen sind alle nach rechts verschoben

**Bild 7.** Wie Bild 6, nur für die 25/26er Reihe



**Bild 8.** Wie Bild 6, nur für die 20/21er Reihe



einwandert. – Im übrigen ist die 31er Reihe entgegen der Annahme von SCHULTE in ihrer 11" und 12"-Breite in den USA als Hackreifen auch für Schlepper unter 60 PS durchaus gebräuchlich. – Dieselben Verhältnisse finden wir bei der mittleren und kleinen Größe (Bild 7 und 8), wo ab 12"-Breite der Bereich des zulässigen wirksamen Radius ebenfalls schon in die nächsthöhere (26er bzw. 21er) Reihe überspringt.

Durch die von SCHULTE in seiner Tabelle 1 vorgenommene Rechnungsvereinfachung zur Bestimmung des wirksamen Radius können die für die Verringerung des Bodendruckes mit der Breite zunehmenden wertvollen Eigenschaften des Reifens, die sich vor allem in einer größeren Einsenkung und damit Auflagefläche ausdrücken, nicht in Erscheinung treten. Seine Darstellung in Bild 1 und die daraus abgeleiteten Tabellen entsprechen deshalb nicht den tatsächlichen gesetzmäßigen Eigenschaften des Luftreifens und führen zumindest in bezug auf den wirksamen Radius zu falschen Schlußfolgerungen. Nach unserer Meinung wird darin lediglich die Tragkraft verschiedener Reifen über den um 30 mm verringerten Nennhalbmesser  $r$  gezeigt, wie es in ähnlicher Weise von anderer Seite auf der Basis des Durchmessers bereits vorher gemacht worden ist. *Um in der Praxis die Funktion der Dreipunktanlenkung zu gewährleisten, ist aber für die Auswahl geeigneter Reifennormgrößen die Kenntnis des tatsächlichen wirksamen Radius eine unbedingte Voraussetzung.*

Nachdem jeweils zwei benachbarte Dimensionsreihen, und zwar die 30/31" bzw. 25/26" und 20/21" in den zulässigen Normbereich hineinpassen, kann also die Fragestellung nicht lauten, ob 30, 25 und 20" oder 29, 24 und 19" richtig sein können. Eine starre Abstufung der drei Dimensionsreihen um jeweils 5" läßt sich deshalb nicht aufrechterhalten, vor allem, wenn man an bisher benutzte Reifengrößen anknüpfen will.

Im Vergleich mit den Werten von SCHULTE bieten sich nach Bild 6 bis 8 die in der Tabelle 5 aufgeführten wirksamen Radien als Normungsvorschlag an.

### Wieviele Reifen werden benötigt?

Zunächst muß bei dieser Betrachtung eine Einschränkung der Gewichte vorgenommen werden. Standardschlepper mit mehr als 3000 kg Eigengewicht werden bei der Landwirtschaft kaum noch Interesse finden. Entscheidend wird es aber in der Zukunft darauf ankommen, durch zweckmäßige Bereifung die Rollwiderstands-Verlustleistung möglichst niedrig zu halten, um dadurch den Anteil der Motorleistung an produktiver Nutzarbeit zu erhöhen. Wir glauben, daß dabei auch der Allradantrieb bei Schleppern mit mehr als 60 PS Motorleistung zu gegebener Zeit im-

stande sein wird, diese Forderung mit realisieren zu helfen. Um diese Frage besser beantworten zu können, seien für einige Reifen der hohen und mittleren Durchmessergrößen der notwendige Luftdruck über der Tragfähigkeit aufgetragen (Bild 9 und 10). Zugrunde gelegt sind die Katalogwerte bei 0,8 atü. Nach unseren bisherigen Erfahrungen kann angenommen werden, daß diese graphisch ermittelten Werte den tatsächlichen Verhältnissen bis etwa 0,4 atü entsprechen. Firmenangaben über diesen Bereich sind uns leider bis heute noch nicht bekannt.

Wenn man das Volumen eines Reifens und seine Tragfähigkeit bei 0,8 atü kennt, kann man auch die mögliche Luftdruckabsenkung bei verringerter Radlast nach der Formel berechnen:

$$\frac{\text{Radlast}}{\text{Volumen} \cdot \text{atü}} = k \text{ (Konstante)}.$$

Setzt man die Zahlen für den Reifen 11–38 ein, so erhält man  $\frac{975 \text{ kg}}{210 \text{ l} \cdot 0,8 \text{ atü}} = 5,5$  (ein für jede Reifendimension anderer

Wert, der deshalb für jede Größe gesondert bestimmt werden muß).

Bei einer Radlast von nur 600 kg errechnet sich daraus ein Luftdruck von  $\frac{600}{210 \cdot 5,5} = 0,52 \text{ atü}$ . Dieser Reifen 11–38

würde also vom landwirtschaftlichen Standpunkt nach unseren heutigen Erkenntnissen für einen Schlepper mit einem Hinterradsgewicht von etwa 1200 kg ausreichend sein, während für Hackarbeiten nach wie vor der 9–42 bzw. der bisherige 9,00–40 vorläufig beibehalten werden muß.

In der CSR laufen aber bereits Versuche, um durch „Lichtschächte“ in den Hackfruchtkulturen auch an Pflegeschleppern breitere Reifen verwenden zu können, ohne dabei die spurnachbarten Pflanzenreihen zu schädigen.

**Tabelle 5.** Wirksame Radien für 3 Reifenschlepper

Reihe	Halbmesser	$r$ Vorschlag Schulte [mm]	Differenz [mm]	$w_r$ Richtwert [mm]	Differenz [mm]	Bereich von bis [mm]
groß	30/31"	762		705		685... 725
mittel	25/26"	635	127	600	105	580... 620
klein	20/21"	508	127	455	145	435... 475

Für schwere Schlepper, wie „Pionier“, stand bisher nur der Reifen 12,75—28 zur Verfügung. Die von SCHULTE vorgeschlagene neue Normgröße von 11—38 bzw. 12—36 als Übergröße müssen vom Boden her als unzureichend abgelehnt werden, da sie nach ihren Kenndaten noch schlechter sind als der alte bereits vollkommen unzureichende 12,75—28. Auch die zweite Übergröße 13—34 bringt noch keine genügende Zunahme an Tragfähigkeit, um den Luftdruck bis auf 0,5 atü sicher absenken zu können. Um beim „Pionier“ die gewünschte Luftdruckabsenkung zu ermöglichen, müßte nach Bild 9 mindestens ein Reifen von 14" Breite verwendet werden.

In Bild 11 sind einige Reifen der großen Gruppe im Vergleich zum bisherigen „Pionier“-Reifen in ihren Größenverhältnissen schematisch gezeichnet. Deutlich kommt mit zunehmender Reifenbreite wieder die größere Einsenkung und Auflagefläche zum Ausdruck. Die Übergröße 18—26 könnte selbst den „Pionier“ „moorfähig“ machen.

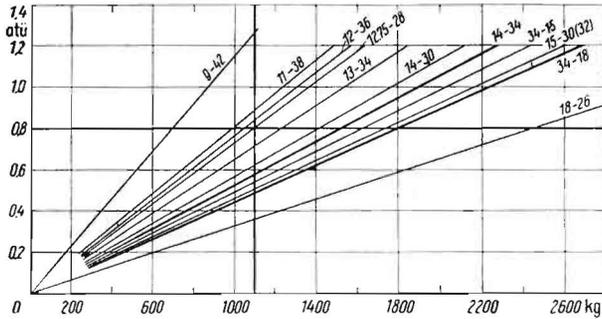


Bild 9. Zeichnerische Ermittlung der zulässigen Luftdruckabsenkung bei Verringerung der Radlast für die 30/31er Reihe

Etwas schwieriger wird die Entscheidung über den richtigen Durchmesser für den „Pionier“-Austauschreifen. Die für ihn in Frage kommende Größe aus dem Normvorschlag wäre 14—34. Durch ihn wird aber der Schwerpunkt des Schleppers um etwa 80 mm erhöht. Wenn man auch die dadurch evtl. mögliche größere Kippgefahr durch eine entsprechende Spurverbreiterung um etwa 100 mm ausgleichen kann, so müssen hier doch Ingenieure entscheiden, ob die Funktion der neu entwickelten Dreipunktanlenkung durch diese relativ große Veränderung des Bodenabstandes beeinträchtigt werden könnte. Bei der Zwischengröße 14—30 (nur 31 mm höherer Bodenabstand) haben wir jedoch keine Schwierigkeiten beobachtet (Bild 12).

Ausgehend von der für den „RS 08“ notwendigen Größe 8—36 ergibt sich bei der 25/26er Reihe die Übergröße 11—28. Diese ist auch für mittlere allradangetriebene Schlepper geeignet, während für schwere Bedingungen (Radlast über 600 kg) die Größe 14—24 zur Verfügung steht. Diese letzte Dimension ist außerdem noch deshalb empfehlenswert, weil sie auch mit verstärkter Karkasse (Typ Grader), z. B. für den Mähdrescher, in Frage käme und als „Niederradreifen“ für Spezialschlepper auf Straße, Bau oder Forsteinsatz verwendet werden kann. Versuche mit dieser Größe sind in nächster Zeit vorgesehen. Inwieweit aus dieser Gruppe auch noch die Bedürfnisse anderer Vollerntemaschinen usw. befriedigt werden können, müßte noch überprüft werden.

In der kleinen Reihe finden wir die notwendigen Reifen sowohl für vierradangetriebene Schlepper mit niedrigen Gewichten als auch für Standardschlepper mit Fronttriebachse. Daneben werden für Triebachshänger mit ihren meist sehr hohen Einsatzgewichten möglichst großvolumige Reifen benötigt, die bisher ebenfalls noch fehlten.

Danach werden vorläufig folgende Reifengrößen bereitgestellt werden müssen (Tabelle 6).

Gegenüber dem Vorschlag von SCHULTE mit etwa 15 Größen könnte nach obiger Aufstellung unser derzeitiger Bedarf mit sechs für Schlepper und unter Einbeziehung der Triebachse mit insgesamt neun Größen abgedeckt werden.

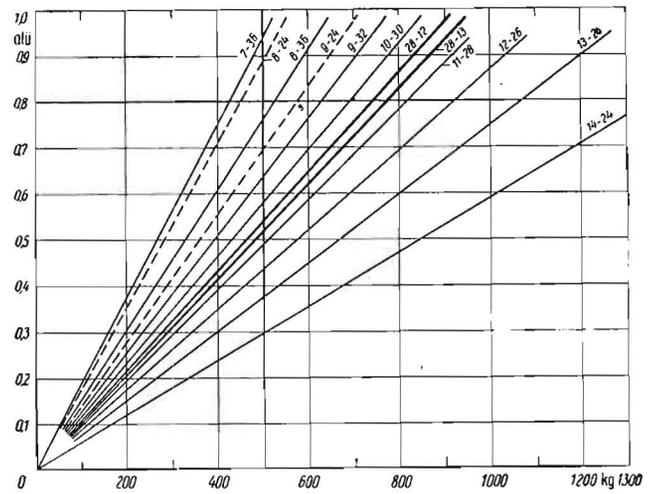


Bild 10. Wie Bild 9, nur für die 25/26er Reihe

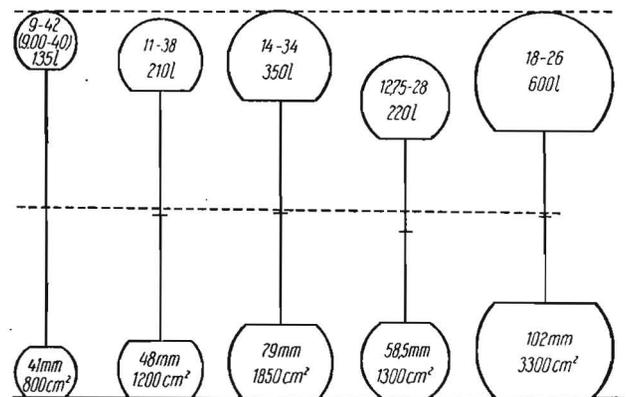


Bild 11. Darstellung der Größenverhältnisse einiger Reifen der großen Reihe

Tabelle 6

Verwendungszweck	Reihenkultur	normal	Übergröße	
„Pionier“		14—30 (14—34)		
„RS 30“	9—42	11—38	14—34	hoch
„Maulwurf“		8—36	11—28	mittel
Mähdrescher usw.		14—24		
Triebachse usw.	8—24	(10—20)	12—18	klein

### Auch die Hängerbereifung muß vergrößert werden ...

Als kleinste Gruppe ist dann noch eine Überprüfung der Hängerbereifung notwendig, die heute ebenfalls genau dieselben Reifen wie vor 25 Jahren enthält. Um das Reifenvolumen unter Beibehaltung seines bisherigen Durchmessers (bei gleichbleibender Ladehöhe) vergrößern zu können, muß die Felge entsprechend kleiner werden, was aber zu keinen Schwierigkeiten mit der Bremstrommel führen darf.

Vergleichsversuche sind mit der Übergröße 13,00—14 gegenüber der bisherigen Standardgröße 190—20 geplant (Bild 13). Vielleicht läßt sich auch eine Verbindung zu dem Reifen 12—18 der dritten Gruppe finden. Wegen der geringeren Spurtiefe als Folge der größeren Auflageellipse wird vor allem der Rollwiderstand auf wenig tragfähigen Böden wesentlich herabgemindert [4].

...auch im Interesse der wenig befestigten Landwege

Reifenuntersuchungen dieser Art haben nicht nur für den Acker, sondern auch zur Schonung unserer vielfach nur wenig befestigten Landwege Bedeutung. Rechnerisch kann z. B. durch die vorerwähnte Übergröße am Ackerwagen die spezifische Oberflächenbelastung der Wege um etwa 63% gesenkt werden.

## Außer der Reifengröße ist beim Treibradreifen auch das Profil leistungsentscheidend

Bei diesen Neuentwicklungen muß zur Verbesserung der Zugleistung auf dem Acker ein dem internationalen Stand entsprechendes Profil vorgesehen werden. Das bisher für den 12,75—28er Reifen gelieferte war auf schweren Böden unbefriedigend. Umgekehrt ist es technisch kaum zu verantworten, wenn ein Schlepper mit „Stöckelabsätzen“, d. h. mit Hochstollenprofil AS, im Großstadtverkehr auf nur fester Fahrbahn Transportarbeiten verrichtet. Dafür ist ein „Graderprofil“, wie es unsere Industrie schon wahlweise liefert (was leider noch zu wenig bekannt ist), vorteilhafter und zugkräftiger (Bild 14).

Bild 12. Ein „Pionier“ mit 14—30“-Reifen und Dreischaranbaupflug im Versuchseinsatz



## Brauchen wir Niederradreifen?

Nicht einverstanden können wir sein mit dem Vorschlag, die Kippsicherheit eines „Hochradschleppers“ beim Hangeinsatz mit einem „Niederreifen“ verbessern zu wollen. Nicht nur, weil dadurch die Zugkraftverhältnisse schlechter werden, sondern weil der Effekt dieser Maßnahme mit einer Verringerung der Schwerpunktshöhe von nur 100 bis 110 mm für den gedachten Zweck vollkommen ungenügend ist und in keiner Weise die Entwicklung von Spezialreifen rechtfertigt. Die durch den Niederreifen verringerte Kippgefahr ist allein schon durch Spurverbreiterung zu erreichen (Bild 15). Diese am Hang notwendige niedrige Schwerpunktlage kann also nicht über den Reifen, sondern muß von der Schlepperkonstruktion gelöst werden, indem man zur Erhöhung der Fahrsicherheit am Hang eine Schwenkmöglichkeit des Hinterachsvorgeleges vorsieht. Vorbildlich ist diese Art der Verstellung bei den sowjetischen Hackschleppern „DT-24“, „DT-14“ und „ChTS-7“ sowie neuerdings beim „RS 09“ gegeben, um die Bodfreiheit je nach den Einsatzbedingungen in den verschiedenen Kulturen (hoch bei Mais, oder niedrig unter Obstbäumen) optimal anpassen zu können. Beim „ChTS-7“ kann der Schwerpunkt durch 90° Schwenkung des Vorgeleges allein schon um 207 mm nach oben oder unten verändert werden [5]. Neuerdings ist auch die Möglichkeit einer hydraulischen Verstellung der Achsvorgelege mit dem Ziel, am Hang eine stets senkrechte Lage des Schlepperschwerpunktes zu erreichen, in einem Prinzipversuch nachgewiesen worden [6].

## Und die Preisfrage?

Nach SCHULTE war es bisher die Landwirtschaft, die aus preislichen Gründen einen möglichst kleinen Reifen verlangt hat. Auf diese Behauptung darf die Landwirtschaft der DDR die Gegenfrage stellen, wann ihr von seiten der Hersteller überhaupt schon einmal größere Reifen angeboten wurden, trotzdem seit mindestens drei Jahren von uns der dringende Wunsch nach Übergrößen, und zwar nach denselben wie heute (8—36 und 11—36) geäußert wurde. Bis vor kurzem konnten wir uns gegen das Vorurteil der Techniker („ungenügende Auslastung des Reifens“) noch nicht durchsetzen. Inzwischen

Bild 13. Eine mögliche Übergröße für Hängerreifen (13,00—14) neben der Standardgröße (190—20)



wurde die Richtigkeit unserer damaligen Forderung u. a. dadurch bestätigt, daß heute der Export z. T. die Schlepper mit obigen Größen bereifen muß, weil es der Abnehmer auf Grund seiner längeren Erfahrung oder besserer Aufklärung verlangt. In den nordischen Ländern, z. B. Dänemark oder Schweden, würde kein Bauer einen Schlepper mit „Fahrradreifen“ kaufen [7].

Diese Tatsache wird sich in immer stärkerem Maße durchsetzen, wie man feststellt, daß der relativ geringe Mehrpreis für die Übergröße sich bald durch höhere Arbeitsleistung bei geringerem Schlupfverlust (= geringerem Treibstoffverbrauch) selbst amortisiert, wobei die besonderen Vorteile des geringeren Schlepperraddruckes noch gar nicht berücksichtigt sind.

Die jetzt von einigen Schlepperfirmen noch verwendeten zu kleinen Reifen lassen sich nur aus dem Blickpunkt ihrer Preispolitik begründen. Sie werden sich mit der Zeit von allein verbieten, und zwar mit der weiteren Zunahme der An- und Aufbaugeräte, wenn der Schlepper erst in Verbindung mit einem Gerät zu einer vollwertigen Arbeitsmaschine wird. Während einige Firmen vorerst großvolumigere Bereifung gegen Aufpreis empfehlen, werden sie von anderen schon als Standardausrüstung geliefert, wodurch dem Bauer am meisten ge- dient ist.

Weil sich dieser richtige Gedanke noch nicht allgemein durchgesetzt hat, sah sich die westdeutsche Reifenindustrie im vorigen Jahre gezwungen, im neuen DIN-Vorschlag 7807 in



Bild 14. Gegenüberstellung eines modernen Hochstollenprofils (Conti „Farmer“) für Acker und eines „Grader“-Profils mit besonderer Eignung für Straße, Forst und Bauwirtschaft

Form einer „Luftdruckerhöhung“ gegen Überlastungsschäden der Reifen zu schützen (Bild 16). Danach dürfen bei einer Luftdruckerhöhung bis 1,5 atü die Reifen im Arbeitseinsatz (Verlängerung der bisherigen Werte von 0,8 über 1,0 atü hinaus) und beim Transport (Verlängerung der Linie vom Nullpunkt über 1,0 atü hinaus) entsprechend zusätzlich belastet werden. Da sich ein solcher Reifen auf losem Acker dann wie ein unelastisches Vollgummirad verhält, bleibt dieser Vorschlag aus dem Blickwinkel einer strukturschonenden Bodenbearbeitung für die Landwirtschaft uninteressant und hat sicherlich nur vorübergehende Bedeutung.

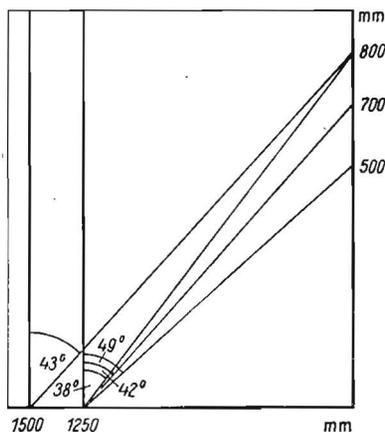


Bild 15. Zeichnerische Ermittlung der Beeinflussung des Kippwinkels durch Spurverbreiterung bzw. Tieferlegung des Schwerpunktes

Nach unserer Meinung ist der Mehrpreis einer Übergröße im Verhältnis zum Gesamtpreis des Schleppers nur geringfügig. Zum Beispiel kosten

2 kompl. Bereifungen	12,75—28	= 100
2 kompl. Bereifungen	15—30	= 140
2 kompl. Bereifungen	9—42	= 100
2 kompl. Bereifungen	11—38	= 125
4 kompl. Bereifungen	190—20 AW	= 100
4 kompl. Bereifungen	13,00—14 AM	= 140

Danach dürfte der Mehrpreis für eine Übergröße kaum 5% des Schlepperpreises ausmachen, eine Summe, die sicher jeder auf seinen Boden bedachte Landwirt gern zu zahlen bereit ist.

### Oversize-(Flachquerschnitt)-Reifen

In letzter Zeit ist auch dieser neue von verschiedenen Firmen in den USA entwickelte Reifentyp bekanntgeworden [8]. Um bei größerem Volumen den Reifen- und Felgendurchmesser konstant halten zu können, mußten bei der Konstruktion andere Einschränkungen, z. B. bei der zulässigen Traglast, gemacht werden. Das heißt, der neue Reifentyp C hat als Übergröße eine geringere Tragfähigkeit als der bisher übliche Typ B. Sie ist sogar bei den Übergrößen 28—12 und 28—13 kleiner als bei der Standardgröße 11—28 (Bild 10). Außerdem ist u. a. noch, soweit man aus den wenigen bisher bekanntgewordenen Daten schon Schlüsse ziehen darf, eine gesteigerte Empfindlichkeit bezüglich der Einhaltung des vorgeschriebenen Luftdruckes wegen des kleineren Biegewinkels wahrscheinlich. Da zu jeder Reifengröße nach wie vor eine besondere Felge gehört, würde bei der Verwendung des neuen Reifentyps nur die Blechscheibe der Radschlüssel wegfallen können. Ob diese relativ kleine Einsparung die anderen von der Landwirtschaft zunächst befürchteten Nachteile überwiegt, muß bezweifelt werden.

### Zusammenfassung

Es wurde gezeigt, daß entgegen der Annahme SCHULTES die Einsenkung nicht konstant, sondern von der Reifenbreite abhängig ist. Aus diesem Grunde läßt sich der starre Rahmen seines Normvorschlages, der sich im wesentlichen nur auf den halben Durchmesser stützt, nicht aufrechterhalten. In Anlehnung an die bisherigen Größen und unter Berücksichtigung

der im DIN-Vorschlag 9674 zugelassenen Toleranz wurden auf der Grundlage des wirksamen Radius für unsere z. Z. vorhandene Schleppertypen sechs und unter Einbeziehung der Triebachsdimensionen neun Reifengrößen vorgeschlagen, die allen Forderungen entsprechen könnten. Weiterhin wurde nachgewiesen, daß der Mehrpreis für eine überdimensionierte Bereifung im Verhältnis zum Gesamtpreis des Schleppers oder Hängers unter Berücksichtigung der Vorteile kaum ins Gewicht fallen dürfte.

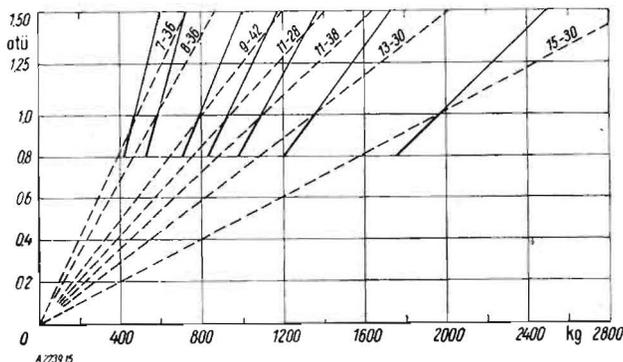


Bild 16. Erhöhung der zulässigen Reifenbelastung durch gesteigerten Luftdruck

### Literatur

- [1] SCHULTE, K. H.: Untersuchungen über eine zweckmäßige Dimensionierung von Ackerschlepper-Triebadireifen. Deutsche Agrartechnik (1957) H. 2, S. 74 bis 81.
- [2] DOMSCH, M.: Forderungen des Ackerbodens an Schleppergewichte und Schlepperreifen. Deutsche Agrartechnik (1954) H. 12, S. 345 bis 351.
- [3] Farm Mechanization Directory 1956/57. Bowling Green Lane, London, S. 143 bis 152.
- [4] SEGLER — von PUTTKAMMER: Rübenabfuhr in nassen Jahren. Landtechnik (1955) H. 16.
- [5] Der Universaltraktor ChTS-7. Deutscher Bauernverlag 1953.
- [6] MEYER: Ein Stufenschlepper für Reifenversuche am Hang. Landtechnische Forschung (1956) H. 5, S. 139 bis 142.
- [7] DOMSCH, M.: Neuere Ergebnisse von Bodendruckuntersuchungen beim Schlepper- und Maschineneinsatz. Deutsche Agrartechnik (1956) H. 9, S. 385 bis 390.
- [8] Low Section Height Tires, Agricultural Engineering Oktober 1956, Heft 10/1956, S. 665 bis 669.

A 2739

### Die maschinentechnische Berechnung von Schwemmentmigungsanlagen

Zu diesem Aufsatz von Dipl.-Ing. S. NEULING in unserem Heft 7 (1957) sind folgende Berichtigungen bzw. Änderungen notwendig:

S. 322, 13. Zeile links unten, im Beispiel 1, 2. Zeile, S. 325, 5. Zeile links oben, und S. 326, 24. Zeile links unten, ist die Gewichtseinheit kg in kp zu ändern.

S. 323, 5. Zeile links unten heißt die Formel:  $\frac{\eta \cdot g}{v}$ .

S. 323, 8. Zeile rechts unten beginnt „Während die Bestimmung der Reibungszahl  $\lambda$  bei ...“

S. 324, Formel (12) wird berichtigt in:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -21g \frac{2,51}{\text{Re} \sqrt{\lambda}} + \frac{K}{3,71 d}$$

Die untere Zeichnung in Bild 4 muß um 180° gedreht werden. Die beiden darüberstehenden Zeichnungen sind gegeneinander auszutauschen.

Bei Bild 3 fehlt an der linken Ordinate  $\frac{1}{\sqrt{\lambda}}$ .

17. Zeile rechts unten:

$$F = \frac{Q}{w} = \frac{0,045}{4,5} = \dots$$

S. 325. Die Bildlegenden der Bilder 5 und 6 sind gegenseitig auszuwechseln, bei 6 ist „e Schwimmdecke“ nachzutragen.

S. 326, 7. Zeile rechts oben: statt 799 ist 7,99 zu lesen. Im Bild 7, linke Ordinate:  $H_{ma}$  ist in  $H_{man}$  zu berichtigen.

S. 327. Literatur [2] „Deutsche Agrartechnik“ (1955)

Literatur [4] STRADTMANN.

### Berichtigung

Das in Heft 6 (1957) rezensierte Buch „Anwendung der Leichtbautechnik“ ist nicht in B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, sondern im Fachbuchverlag Leipzig verlegt worden. AZ 2840 Die Redaktion