

Zeitschrift: Der Traktor und die Landmaschine : schweizerische landtechnische Zeitschrift

Herausgeber: Schweizerischer Verband für Landtechnik

Band: 29 (1967)

Heft: 15

Artikel: Durchflussmenge und Niederschlagsverteilung bei der Ausbringung von Flüssigmist

Autor: Zehetner / Hammerschmid

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1070020>

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: 26.12.2025

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

Durchflussmenge und Niederschlagsverteilung bei der Ausbringung von Flüssigmist

Dipl. Ing. Zehetner und Dipl. Ing. Hammerschmid, 3250 Wieselburg / E.



Die Verteilung von Jauche, Gülle, Flüssigmist u. ä. erfolgt in der Regel nach zwei verschiedenen Methoden und zwar entweder durch Gülleregner oder -werfer, welche durch Rohre oder Schläuche gespeist und nach einem bestimmten Schema vorgeschoben werden oder von einem fahrenden Vakuumfass bzw. einem Pumptankwagen aus durch einen Breitverteiler oder einen Seitenwerfer. Bei beiden Verfahren wird übereinstimmend die Forderung gestellt, dass die Arbeit störungsfrei durchgeführt wird, die Verteilung möglichst gleichmässig erfolgt und die Niederschlagsmenge auf eine bestimmte Höhe eingestellt werden kann.

Der üblicherweise verwendete Gülleregner ist ein Schwinghebelkreisregner, welcher mit einer Sektorenschaltung ausgerüstet ist. Dadurch ist es möglich, entweder einen vollen Kreis oder nur einen beliebig einstellbaren Kreisausschnitt zu beregnen. Die auswechselbare Düse ist aus Gummi hergestellt, wodurch sich die Düsenöffnung unter Druck weitet und Fremdkörper bis zum ungefähr doppelten Nenndurchmesser durchlässt. Die Drehbewegung und die Strahlauflösung werden durch den Schwinghebel bewirkt. Dieser taucht mit seinem vorderen Ende in den aus der Düse tretenden Flüssigkeitsstrahl ein und wird dadurch zur Seite abgelenkt. Dabei wird eine Feder gespannt, welche ihn anschliessend in seine Ausgangslage zurückzieht. Nun schlägt der Schwinghebel an das Strahlrohr an und bewegt dieses ein Stück zur Seite. Durch dieses ständige Hin- und Herschwingen wird der Flüssigkeitsstrahl zur Nahberegnung abgelenkt. Gleichzeitig dreht sich das Strahlrohr je nach der Schaltstellung entweder im vollen Kreis oder nur in einem bestimmten Ausschnitt um seine Achse. Die Sektorenschaltung selbst funktioniert so, dass der gewünschte Wurfwinkel mit Stellringen markiert wird und der Regner mit Hilfe eines Hebelmechanismus beim Anschlag an einen dieser Stellringe seine Drehrichtung ändert. Gleichzeitig ändert sich auch die Schlagzahl des Schwinghebels, was zur Folge hat, dass der Flüssigkeitsstrahl mehr oder weniger oft unterbrochen und dadurch die Fern- oder Nahberegnung verschieden stark betont wird.

Wurfweite, Niederschlagsmenge und Niederschlagsverteilung werden vom Düsendruck und vom Düsendurchmesser beeinflusst. Als Beispiel werden die Messergebnisse eines Regners in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Die in dieser Tabelle angegebene mittlere Wurfweite ist der Mittelwert aus acht Entfernungsmessungen, welche an verschiedenen Stellen des beregneten Kreises durchgeführt wurden. Aus diesem Wert lässt sich der Vorschub eines oder mehrerer Regner und die beregnete Fläche im Dreiecks- oder Quadratverband errechnen. Das Schema für die Aufstellung der Regner und die Formel für die Errechnung des Vorschubes und der beregneten

Tabelle 1

| Versuch Nr. | Düsendurchmesser | Druck a.d. Düse | mittl. Wurfweite | beregnete Fläche | Vorschub | | | | mittl. stündl. Regenhöhe | | | ständlicher Wasserverbrauch |
|-------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|---|--------|---|--------|--------------------------|--|---|-----------------------------|
| | | | | |  | |  | | Kreisfläche | bei Vorschub im prakt. Δ -Verband | bei Vorschub im prakt. \square -Verband | |
| | | | | | theor. | prakt. | theor. | prakt. | | | | |
| | mm | atü | m | m ² | m | m | m | m | mm/h | mm/h | mm/h | m ³ /h |
| 1 | 12 | 1,5 | 17,2 | 930 | 29,8 | 30 | 24,3 | 24 | 8,60 | 10,26 | 13,89 | 8,0 |
| 2 | 12 | 3,0 | 23,0 | 1662 | 39,9 | 42 | 32,5 | 30 | 8,07 | 8,80 | 14,90 | 13,4 |
| 3 | 12 | 4,1 | 27,6 | 2395 | 47,8 | 48 | 39,1 | 36 | 7,86 | 9,44 | 14,51 | 18,8 |
| 4 | 15 | 1,5 | 18,6 | 1087 | 32,2 | 30 | 26,3 | 24 | 12,13 | 16,95 | 22,90 | 13,2 |
| 5 | 15 | 2,5 | 24,0 | 1810 | 41,6 | 42 | 33,9 | 36 | 12,27 | 14,58 | 17,12 | 22,2 |
| 6 | 15 | 3,5 | 28,6 | 2570 | 49,5 | 48 | 40,5 | 42 | 14,00 | 18,13 | 20,38 | 36,0 |

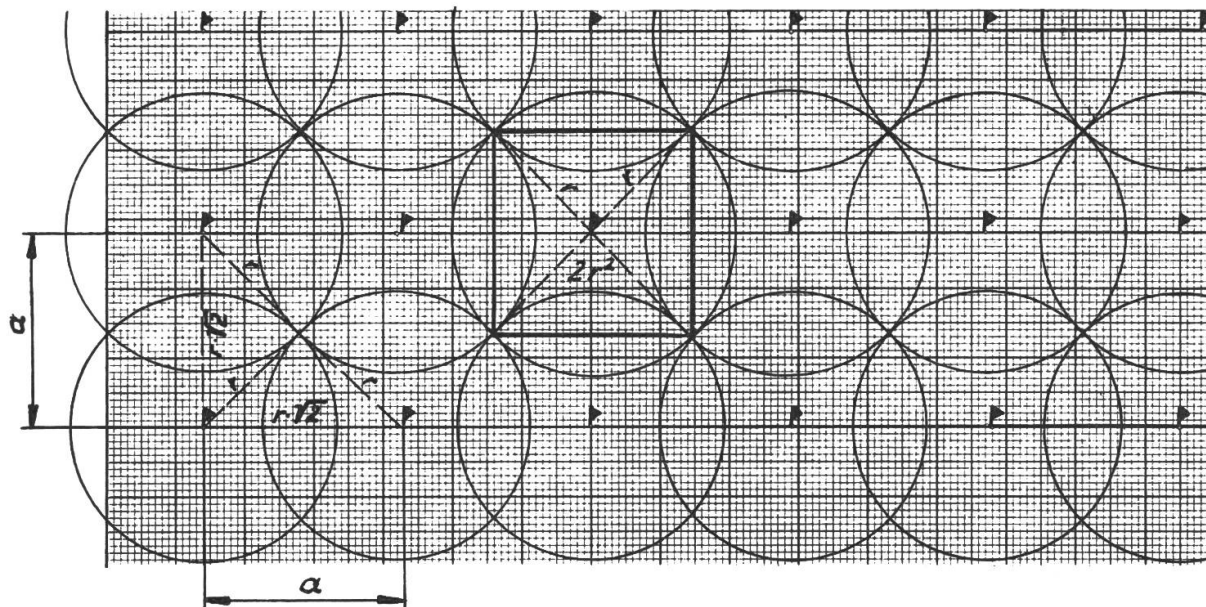
Fläche sind in Diagramm 1 dargestellt. Beim Quadratverband erfolgt die Aufstellung so, dass je 4 Regnerstandplätze die Eckpunkte eines Quadrates bilden. Beim Dreiecksverband bilden je drei Regnerstandplätze die Eckpunkte eines gleichseitigen Dreieckes. Um eine gleichmässige Niederschlagsverteilung zu erzielen, ist eine teilweise Ueberlappung der Niederschlagskreise erforderlich. Der Vorschub entspricht daher nicht der doppelten Wurfweite, sondern einem bestimmten Teil davon. Dieser in Diagramm 1 mit «a» bezeichnete Wert ist bei der Aufstellung im Quadratverband gleich der mittleren Wurfweite (r) mal der Quadratwurzel aus zwei, bei der Aufstellung im Dreiecksverband dagegen gleich der mittleren Wurfweite (r) mal der Quadratwurzel aus drei. Für die berechnete Fläche ergeben sich folgende Formeln: beim Quadratverband $F = a^2$ oder $2 r^2$; beim Dreiecksverband dagegen $F = 1,5 \times r^2 \times \sqrt{3}$ oder $0,5 \times a^2 \times \sqrt{3}$.

Da die üblich verwendeten Rohrstangen eine Länge von 6 m haben, ist es nun erforderlich, den errechneten (theoretischen) Vorschub durch Auf- oder Abrunden auf das nächst grössere oder kleinere Vielfache von 6 m anzupassen. Dieser Wert ist unter der Bezeichnung «praktischer Vorschub» in der Tabelle 1 zu finden.

Die Niederschlagsverteilung über die ganze Fläche wird umso gleichmässiger, je ausgeglichener das Spritzbild der verwendeten Regner ist. Die nachfolgenden Diagramme 2—4 zeigen einige Beispiele für die Nieder-

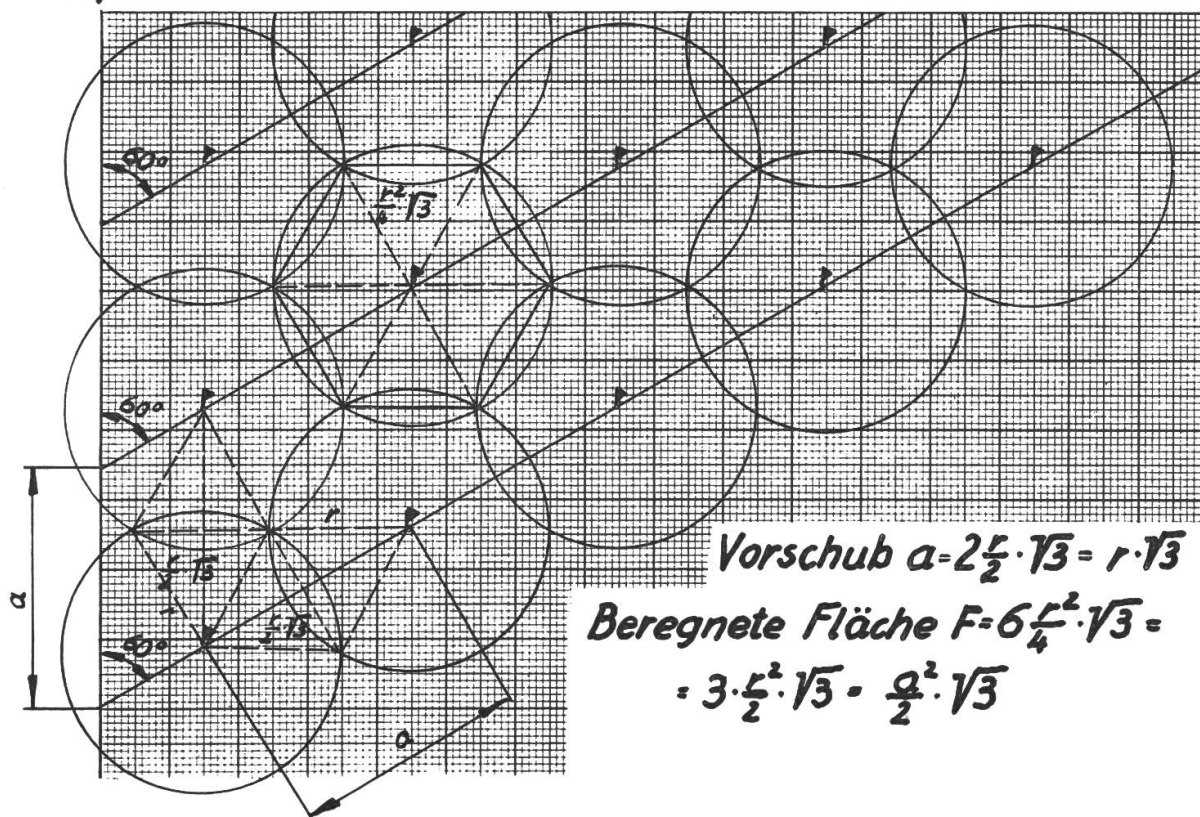
Beiblatt zu Tabelle 1 Aufstellung der Regner

a.) im Quadratverband



Vorschub $a = r \cdot \sqrt{2}$; Berechnete Fläche $F = a^2 = 2r^2$

b.) im Dreiecksverband



Vorschub $a = 2 \frac{r}{\sqrt{3}} = r \cdot \sqrt{3}$

Berechnete Fläche $F = 6 \frac{r^2}{4} \cdot \sqrt{3} =$
 $= 3 \cdot \frac{r^2}{2} \cdot \sqrt{3} = \frac{3}{2} \cdot r^2 \cdot \sqrt{3}$

Diagramm 1: Aufstellung der Gülleregner im Quadrat- oder Dreieckverband

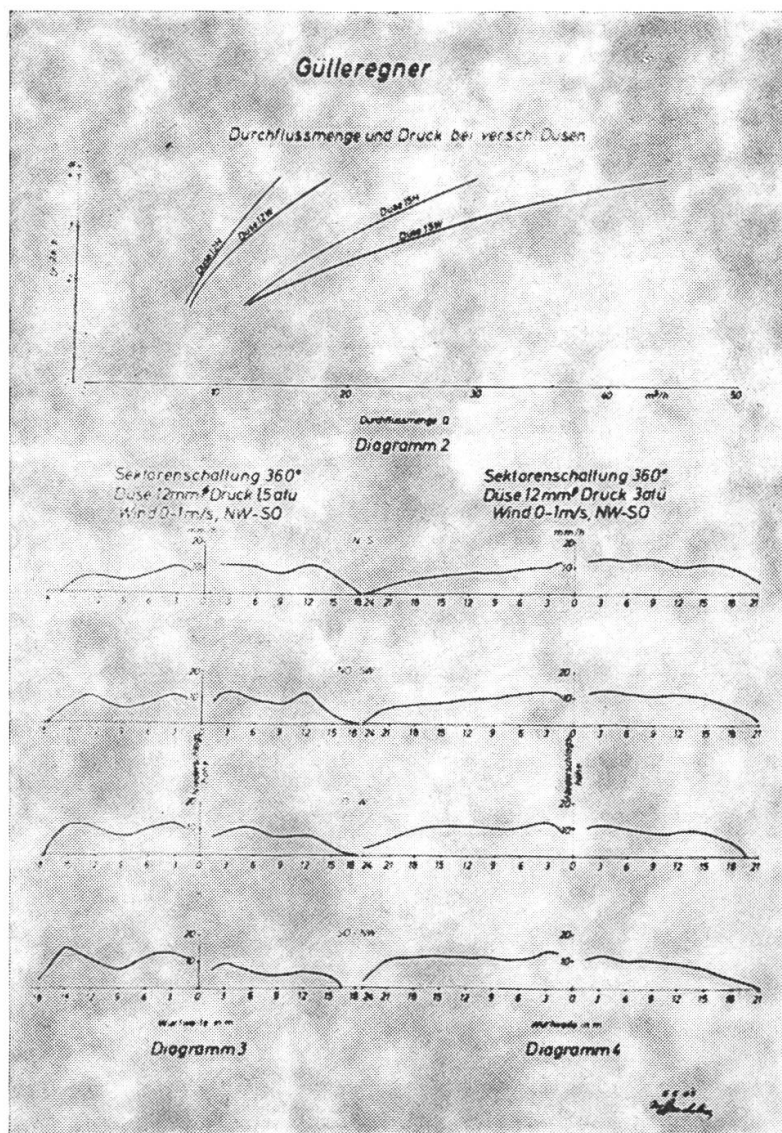


Diagramm 2:
Durchflussmenge und
Düsendruck bei
verschiedenen
Düsendurchmessern

schlagsverteilung, welche vom Regner aus in acht Richtungen und zwar immer im Abstand von je 45° gemessen wurde. Durch den Einfluss des Windes wird dieses Verteilungsbild verschoben, so dass gegen den Wind die Wurfweite verkürzt und die Niederschlagsmenge erhöht wird, während mit dem Wind die Flüssigkeit weit abgetragen wird, so dass eine Vergrößerung der Wurfweite, dafür aber eine geringere Niederschlagsdichte bewirkt. Eine weitere Voraussetzung für die gleichmässige Verteilung ist auch die konstante Einhaltung des geforderten Druckes und der Regnerschlagzahl bei der Weit- und Nahberegnung. Der Mindestdruck eines Regners liegt bei ca. 1,5–2 atü. Störungen am Regner sind selten. Störungsursachen sind hauptsächlich Verstopfungen der Düse durch Holzplättchen oder Halme, die sich quer vor die Düsenöffnung legen oder ein ausgeleierter Schaltmechanismus, der nicht mehr exakt umschaltet. Bei kaltem Wetter kann auch das steifgewordene Schmierfett im Regner dazu führen, dass dieser nicht einwandfrei arbeitet. Fett an den Anschlagringen der Sektorenschaltung kann auch dazu führen, dass diese während der Arbeit verrutschen, wodurch sich der eingestellte Sektorenwinkel verstellen kann.

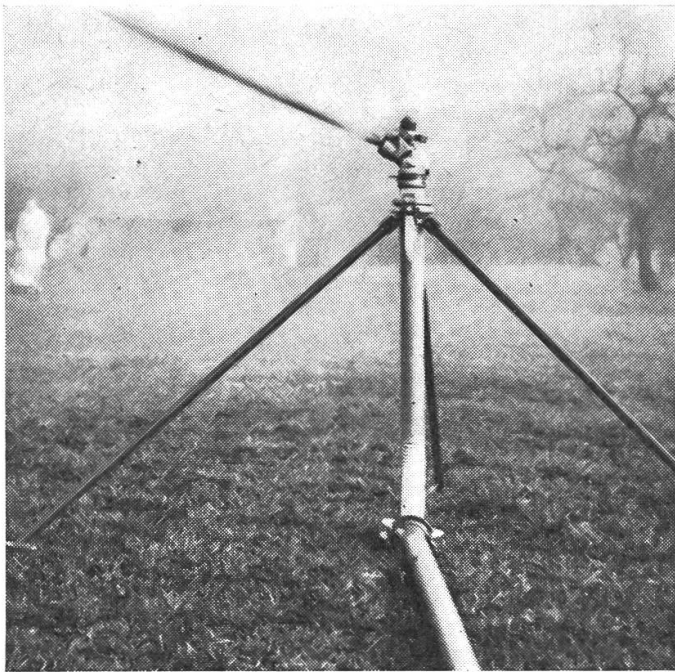


Abb. 1:
Gülleregner im Einsatz

Während der Regner bei der Arbeit keinen Bedienungsmann braucht, und eine Arbeitskraft daher einschliesslich des Leitungsumbaues mehrere Regner betreuen kann, erfordert der Güllewerfer eine ständige Bedienung von Hand aus. Der Werfer besteht aus einem Strahlrohr, dessen Austrittsquerschnitt mittels einer von Hand aus über einen Hebel bewegten Zunge verändert werden kann. Das Strahlrohr besitzt am unteren Ende ein Kugelgelenk und kann mit einem Handhebel seitlich um 360° sowie auch der Höhe nach verschwenkt werden. Für die Aufstellung gibt es zwei Möglichkeiten, entweder stationär auf einem Stativ oder fahrbar, wobei der Werfer über ein Drehstück und ein auf einem zweirädrigen Karren montiertes Leitrohr mit der Zuleitung verbunden ist. Durch die fahrbare Zuleitung besitzt der Werfer einen grösseren Einsatzradius. Sein Einsatz ist jedoch am Steilhang beschwerlich, so dass hier der stationären Ausführung der Vorzug gegeben wird. Durch den weit sich öffnenden Strahlrohrquerschnitt ist der Werfer unempfindlich gegen alle Arten von Fremdkörpern, lange Halme oder ähnliches. Seine Wurfweite beträgt etwa 15 bis 20 m bei kleinstem Mündungsquerschnitt zwischen 10 und 30 m³/h. Die Gleichmässigkeit der Verteilung hängt in erster Linie von der Geschicklichkeit des Bedienungsmannes ab. Dieser steuert ja während des ganzen Betriebes mit den zwei Handhebeln gleichzeitig die Wurfrichtung und die Wurfhöhe sowie auch Öffnungsquerschnitt des Werfers.

Vakuumfässer oder Pumptankwagen entleeren ihren Behälterinhalt während der Fahrt über die zu düngende Fläche. Zur Verteilung der Flüssigkeit werden Breitverteiler oder Seitenwerfer verwendet, welche an der Behälterauslauföffnung angeschlossen sind. Der Breitverteiler besteht aus dem Kupplungsstück, dem Düsenrohr und dem Prallteller. Dieser wird in verschiedener Form z. B. rund, halbrund oder mit einer Prallkante geliefert. Von seiner Form und seiner Anordnung zur Düsenmündung hängt die Flüssig-

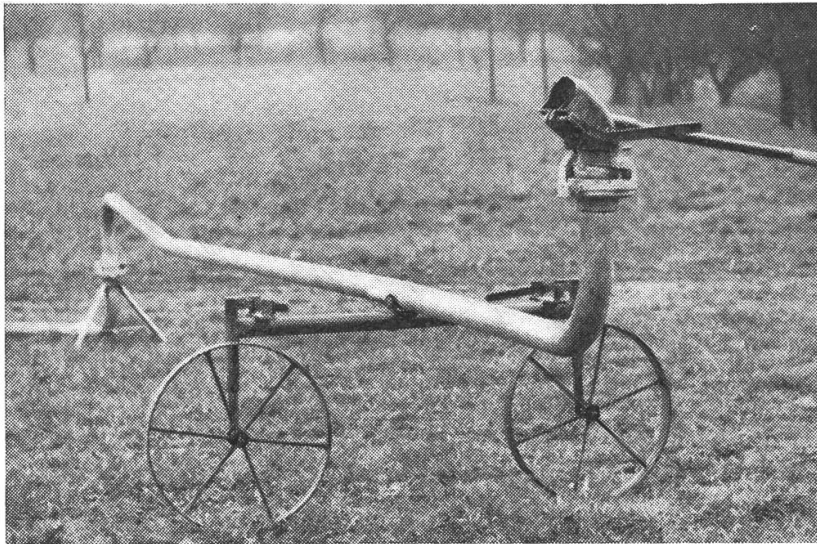


Abb. 2:
Güllewerfer fahrbar

keitsverteilung und die Wurfweite ab, wobei diese Werte aber auch durch den Düsendruck beeinflusst werden. Bei manchen Verteilern lässt sich die Wurfweite durch Aenderung des Anstellwinkels des Pralltellers variieren. Die Düsen sind entweder fest eingebaut mit einer konstanten Düsenöffnung, daneben findet man auswechselbare Düsensätze mit verschiedenen Mündungsdurchmessern oder Gummidüsen mit den bei den Regnern bereits beschriebenen Eigenschaften.

Die Breite des besprengten Streifens beträgt etwa 6 bis 14 m. Da die Verteilung gegen die Ränder hin abnimmt, ergibt sich eine nutzbare Arbeitsbreite von 4 bis 10 m. In diesem Bereich soll die Verteilung möglichst gleich sein, ebenso soll der Abfall gegen die Ränder zu symmetrisch erfolgen, um eine gleichmässige Ueberlappung erzielen zu können. Natürlich wird die Niederschlagsverteilung durch den Wind beeinflusst. Es ist daher günstig, wenn der Flüssigkeitsschleier möglichst nahe über dem Boden ge-

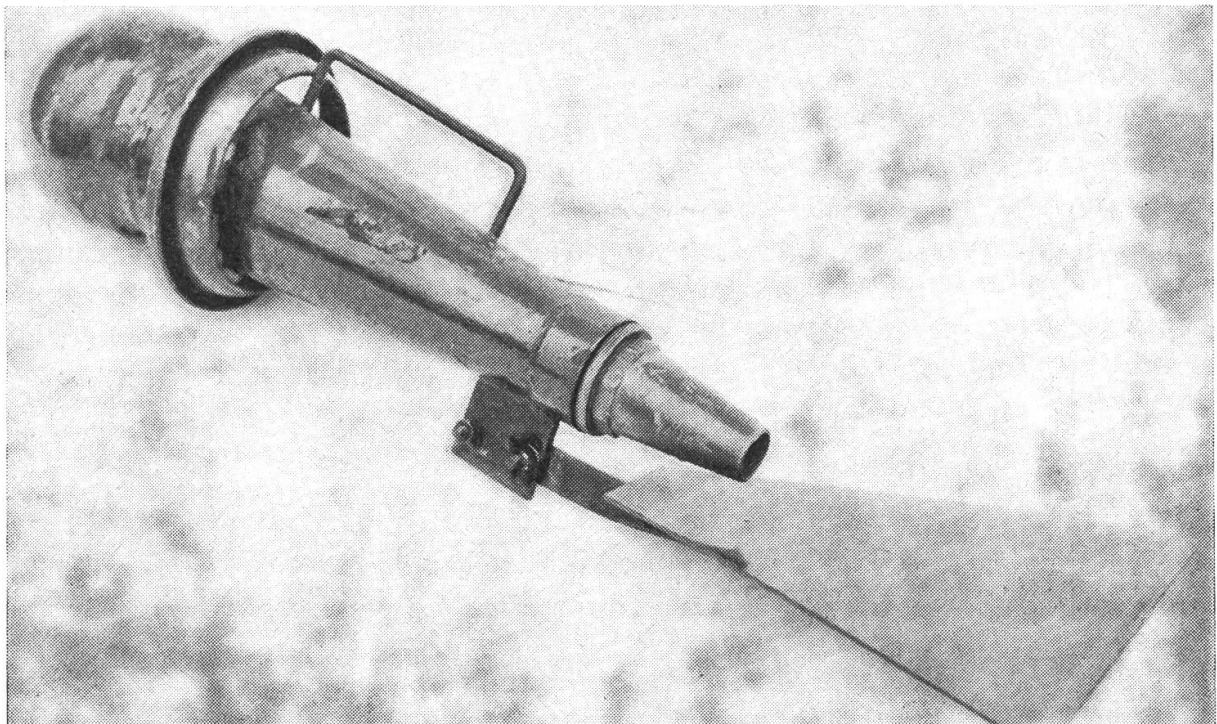
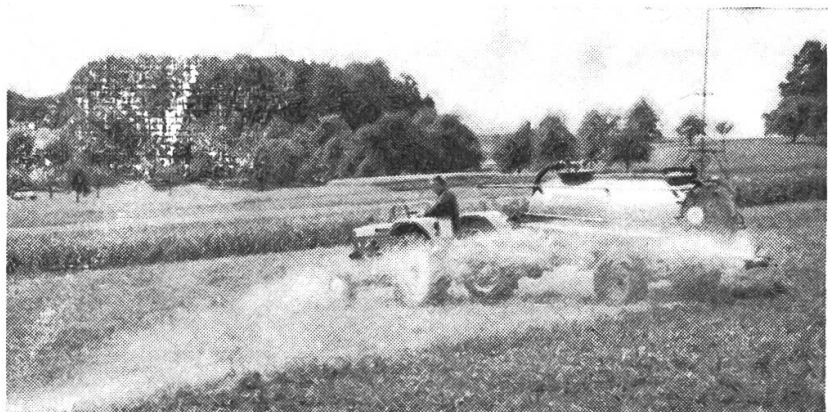


Abb. 3: Breitverteiler eines Vakuumfasses mit auswechselbarer Düse und verstellbarem Prallteller

halten wird. Bis Windstärke 3 (Blätter bewegen sich sichtbar) ist eine Abdrift der Flüssigkeit tragbar.

Der Seitenwerfer arbeitet von der Fahrzeugmitte aus nach einer Seite. Er besteht aus dem Kupplungsstück, einem gebogenen Düsenrohr und einem Strahlstörer. Dieser ist meist ein Rädchen oder ein Finger, welcher verschieden weit in den Flüssigkeitsstrahl eingetaucht wird und dadurch eine mehr oder weniger starke Strahlauflösung bewirkt. Die Wurfweite reicht bei entsprechendem Druck bis ca. 14–16 m. Der Seitenwerfer wird vornehmlich zum Besprengen von Hängen, Gräben oder sonstigen nicht befahrbaren Stellen verwendet. Da direkt am Fahrzeug ein 1 bis 2 Meter breiter Streifen trocken bleibt, kann auch von Wegen aus gearbeitet werden, ohne dieselben zu verschmutzen. Das nachfolgende Diagramm 5 zeigt die Messergebnisse der Niederschlagsverteilung an einem Vakuumfass mit einem Breitverteiler und einem Seitenwerfer. Das Ansteigen der Flüssigkeitsmenge an den Aussenrändern und der darauffolgende jähe Abfall kann bei vielen Verteilern festgestellt werden. Die Niederschlagsverteilung bei einem Seitenwerfer wird auch vom Wurfwinkel beeinflusst. Bei der Aufzeichnung war der Winkel auf 30° eingestellt, welcher Wert üblicherweise die besten Ergebnisse bringt.

Abb. 4:
Vakuumfass mit Seiten-
werfer im Einsatz



Die Niederschlagsmenge hängt von der Ausflussgeschwindigkeit, der nutzbaren Arbeitsbreite und der Fahrgeschwindigkeit ab. Die Ausflussmenge beträgt durchschnittlich 600 bis 1400 l/min. Der Zusammenhang zwischen diesen Werten und der Niederschlagsmenge kann am besten in Form eines Diagrammes dargestellt werden. Dieses Diagramm soll an Hand eines Beispiels erklärt werden: Bei einer Fahrgeschwindigkeit von 4 km/h legt der Traktor mit dem Güllefass während der Entleerdauer von 2,5 Minuten insgesamt 200 m zurück. Bei einer Arbeitsbreite von 7 m ergibt sich daraus eine berechnete Fläche von 1400 m². Auf diese Fläche wird der Fassinhalt von 2000 l entleert, so dass die Niederschlagsmenge 14 m³/ha oder 1,4 l/m² beträgt. Man kann damit auch in der umgekehrten Richtung beginnen: Sollen z. B. 14 m³/ha ausgebracht werden und ist die Arbeitsbreite mit 7 m, das Behältervolumen mit 2 m³ und die Entleerzeit mit 2,5 min bekannt, so ist die erforderliche Fahrgeschwindigkeit 4 km/h.

Diagramm 3 und 4: Querschnitt der Niederschlagsverteilung in je vier verschiedenen Durchmessern

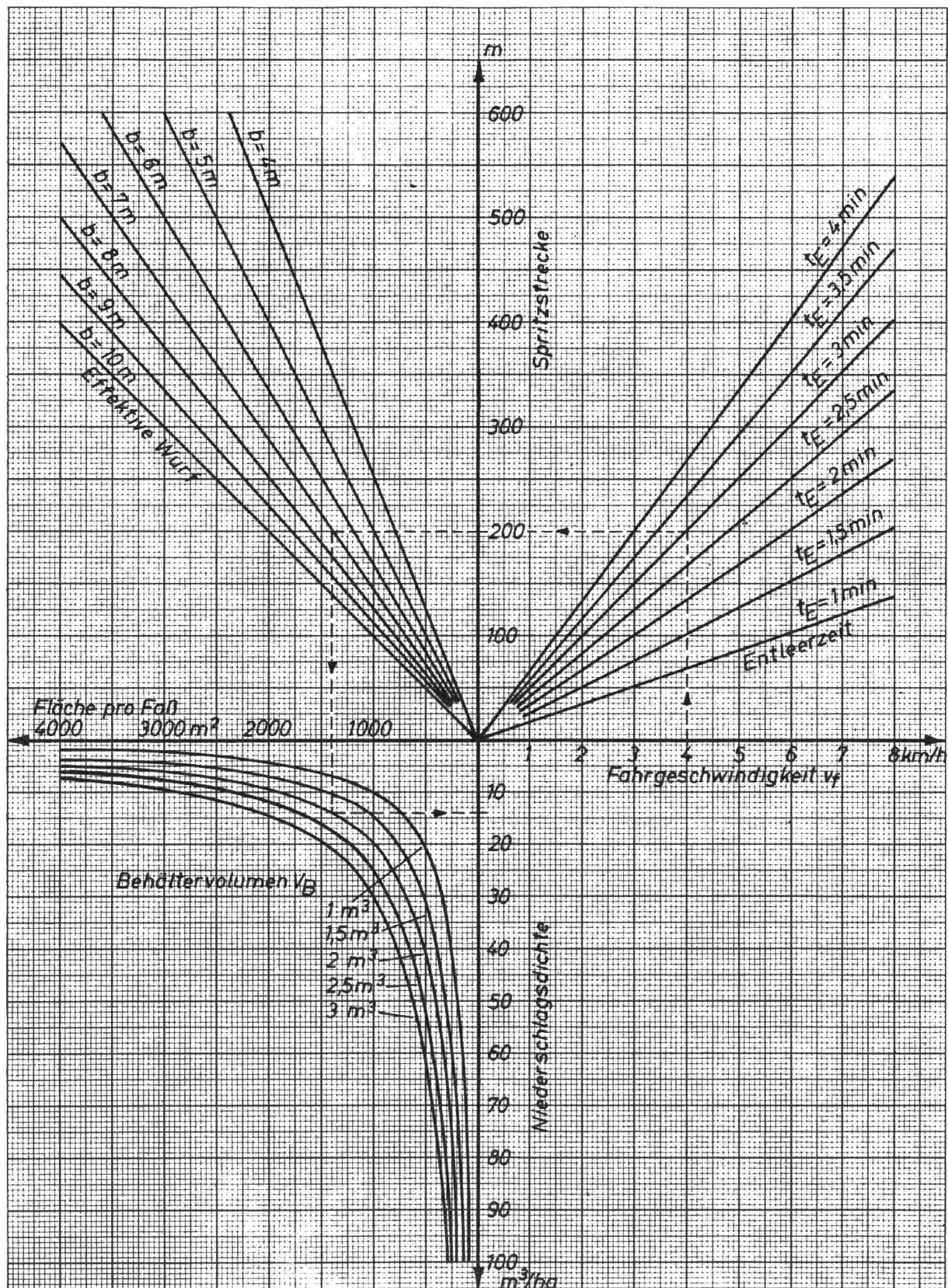


Diagramm 5: Diagramm zur Ermittlung der Niederschlagshöhe bzw. der Fahrgeschwindigkeit beim Gülleausbringen mit Saug- und Druckfässern bzw. Pumptankwagen.