

**Zeitschrift:** Der Traktor und die Landmaschine : schweizerische landtechnische Zeitschrift

**Herausgeber:** Schweizerischer Verband für Landtechnik

**Band:** 30 (1968)

**Heft:** 8

**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:** 03.04.2026

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

12 Jahrgang April-Juni 1968

Herausgegeben vom Schweiz. Institut für Landmaschinen-  
wesen und Landarbeitstechnik in Brugg, Aargau

Verantwortliche Redaktion: J. Hefti und W. Siegfried



---

Beilage zu Nr. 8/68 von «DER TRAKTOR und die Landmaschine»

## Moderne Bodenbearbeitung

# Eignung und Wirtschaftlichkeit moderner Bodenbearbeitungsgeräte und -maschinen

(W. Zumbach, Ing. agr.)

2. Teil

### 1.2. Zugkraft- und Motorleistungsbedarf

Um den Pflug in Gang zu setzen, ist eine Zugkraft zur Ueberwindung der Widerstände, die durch den Boden und das Gerät hervorgerufen werden, erforderlich. Die Höhe dieser Widerstände ist sehr unterschiedlich und von vielen Faktoren abhängig. Dennoch liessen sich auf Grund mehrjähriger Erfahrungen die Boden- und Pflugwiderstände annähernd ermitteln. Sie werden spezifisch, d. h. nach Bodenart in  $\text{kg}/\text{dm}^2$  des Furchenquerschnittes angegeben. Anhand dieser Angaben ist es möglich, den Zugkraftbedarf eines Pfluges je nach Bodenart oder umgekehrt die Pfluggrösse je nach der vorhandenen Zugkraft zu bestimmen.

Der spezifische Bodenwiderstand nimmt mit der Arbeitstiefe zu. Dies ist verständlich, weil die tiefer gelegenen Erdschichten mehr zusammengepresst sind als die oberen. Mit dem Traktor wird im allgemeinen tiefer als mit

der tierischen Zugkraft gepflügt. In der Regel beträgt heute die Furchentiefe für Getreide ca. 20 cm und für Hackfrüchte ca. 25 cm. Bei diesen Arbeitstiefen ist mit folgenden spezifischen Bodenwiderständen (nach Adams) zu rechnen:

|                      | spez. Bodenwiderstand bei 20 und 25 cm Arbeitstiefe |
|----------------------|---|
| leichter Boden       | 38 bzw. 45 kg/dm <sup>2</sup>                       |
| mittelschwerer Boden | 55 bzw. 65 kg/dm <sup>2</sup>                       |
| schwerer Boden       | 77 bzw. 90 kg/dm <sup>2</sup>                       |

Für die Ermittlung des Gesamtzugkraftbedarfes eines Pfluges muss neben dem vorerwähnten Bodenwiderstand auch der Pflugwiderstand bekannt sein. Es handelt sich hier um die Reibungswiderstände der Arbeitsorgane mit dem Boden und um den Kraftbedarf für den Erdbalkentransport. Diese sind (nach Gorjatschkin) weniger von der Bodenart und dem Bodenzustand als von der Fahrgeschwindigkeit und der Riesternform abhängig. Die Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit verursacht automatisch eine entsprechende Zunahme des Energiebedarfes für das seitliche Ablegen des Erdbalkens; weil dieser bei grösserer Beschleunigung nicht nur stark zerkleinert, sondern auch vom Pflug weiter weg geschleudert wird. Über die Reibungswiderstände entscheidet hingegen die Riesternform oder genauer der Riesternanstellwinkel, welcher aus der Riesternstellung zur Fahrriechtung gebildet wird. Je grösser dieser Winkel ist, um so stärker wird der Pflugwiderstand. Auf Grund dieser Erkenntnisse hat Gorjatschkin einen Koeffizienten  $\epsilon$  (der den Reibungswiderstand der Riestern angibt) eingeführt und für die Berechnung des Gesamtpflugwiderstandes folgende Formel aufgestellt:

Formel 1:  $P = kBT + \epsilon v^2 BT$

P = Zugkraftbedarf des Pfluges in kg

k = spez. Bodenwiderstand in kg/dm<sup>2</sup>

BT = Furchenbreite und -tiefe in dm

$\epsilon v^2$  = dynamischer Pflugwiderstand in kg/dm<sup>2</sup> ist in der Graphik (Abb. 7) in Abhängigkeit der Riesternform ( $\epsilon$ ) und Fahrgeschwindigkeit (v) angegeben.

Bei den derzeitig verwendeten Riestern können je nach Anstellwinkel für den Koeffizienten  $\epsilon$  folgende Werte angenommen werden (nach Rosegger und Hell):

| Riesternform  | Anstellwinkel<br>$\varphi$ | Koeffizient<br>$\epsilon$ |
|---------------|----------------------------|---------------------------|
| Kulturform    | 45 – 50°                   | 3,0                       |
| Universalform | 30 – 45°                   | 2,5                       |
| Wendelform    | 25 – 30°                   | 2,0                       |
| Schraubenform | 20 – 25°                   | 1,5                       |

Die in der Schweiz fabrizierten Pflüge werden vorwiegend mit ziemlich stark gewundenen Riestern ausgerüstet. Es sind in der Regel spiralartige Riestern, die in sich die Eigenschaften der Wendel- und Schraubenform der vorerwähnten Aufstellung vereinigen und einen  $\xi$ -Koeffizienten von ca. 2 aufweisen. Der abgeschnittene Erdbalken wird dadurch nicht steil aufgestellt, sondern entsprechend ihrer Form schraubenartig gedreht und zur Seite abgelegt. Die beschriebenen Riestern haben sich nicht nur in verschiedenen Böden, sondern auch bei höheren Fahrgeschwindigkeiten und für die Arbeit am Hang gut bewährt.

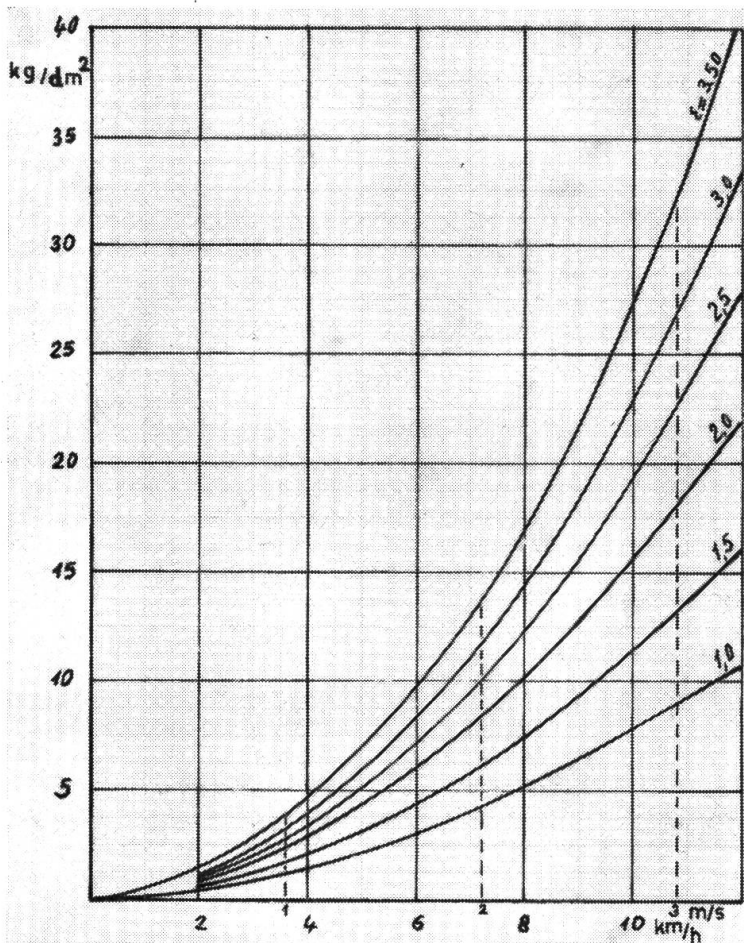


Abb. 7:  
Dynamischer Pflugwiderstand in  $\text{kg/dm}^2$  ( $\xi v^2$  der Formel 1) in Abhängigkeit der Riesternform ( $\xi$ ) und Fahrgeschwindigkeit ( $v$ ).

Mit Hilfe der Formel 1 berechnen wir für einen 1-, 2- und 3-Scharpflug schweizerischer Provenienz den Zugkraftbedarf in Abhängigkeit der Bodenart bei einer Fahrgeschwindigkeit von 1, 2 und 3  $\text{m/s}$  und einer Furchen- größe von 25 x 30 cm. Diese errechneten Werte lassen sich dann mit der nachstehenden Formel 2 in die für den Pflug erforderliche Motorleistung des Traktors umrechnen.

$$\text{Formel 2: } N_T = v \frac{P + R}{75 \cdot 0,7}$$

$N_T$  = Motorleistung des Traktors in PS

$v$  = Fahrgeschwindigkeit in m/s

$P$  = Zugkraftbedarf des Pfluges nach Formel 1

$R$  = Rollwiderstand (Traktor- u. Pfluggewicht  $\times 0,1$  – für die Berechnung der Graphik (Abb. 8) wurden Gewichte von 2000, 2500 und 3000 kg, für Traktoren mit 1-, 2- bzw. 3-Scharpflügen angenommen).

75 = 1 PS

0,7 = Motorleistungsfaktor (bei Motorbelastung von 0,83 und Getriebe-wirkungsgrad von 0,85).

Eine graphische Darstellung dieser Ergebnisse (Abb. 8) ermöglicht uns die sofortige Ermittlung des Zug- bzw. Motorleistungsbedarfes des Pfluges je nach Bodenart. Aus der Graphik ist ferner ersichtlich, dass durch die Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit der Motorleistungsbedarf stark ansteigt, während die Zunahme der Flächenleistung bedeutend geringer ist. Beim Einsatz eines Einscharpfluges in mittelschwerem Boden verursacht

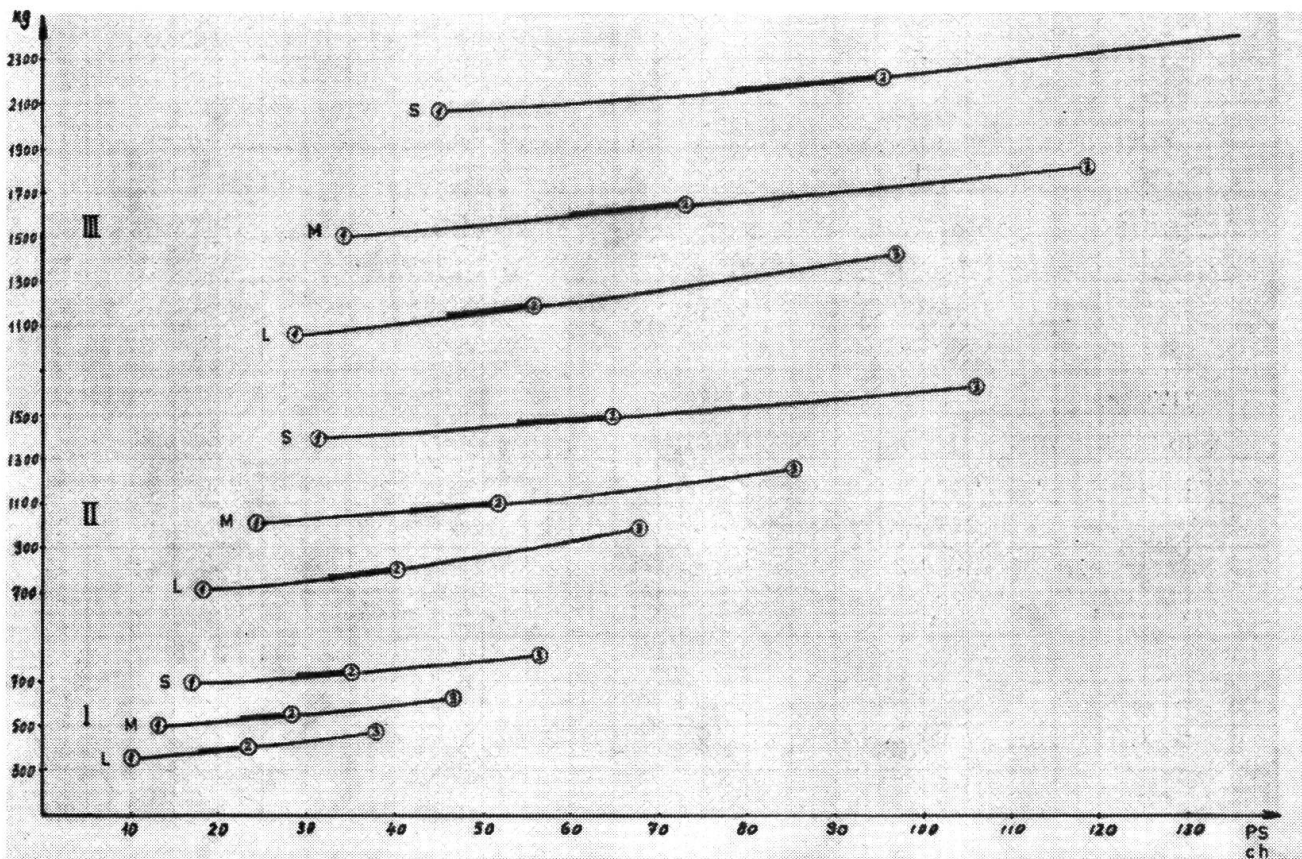


Abb. 8: Zug- und Motorleistungsbedarf je nach Pfluggröße, Bodenart und Fahrgeschwindigkeit.

Pfluggröße: I – Einscharpflug, II – Zweischarpflug, III – Dreischarpflug.

Bodenart: L – leicht, M – mittelschwer, S – schwer.

Fahrgeschwindigkeit von 1, 2 und 3 m/s, bestimmt durch Kurven; dick gezogene Kurvenlinie = 6 bis 7 km/h.

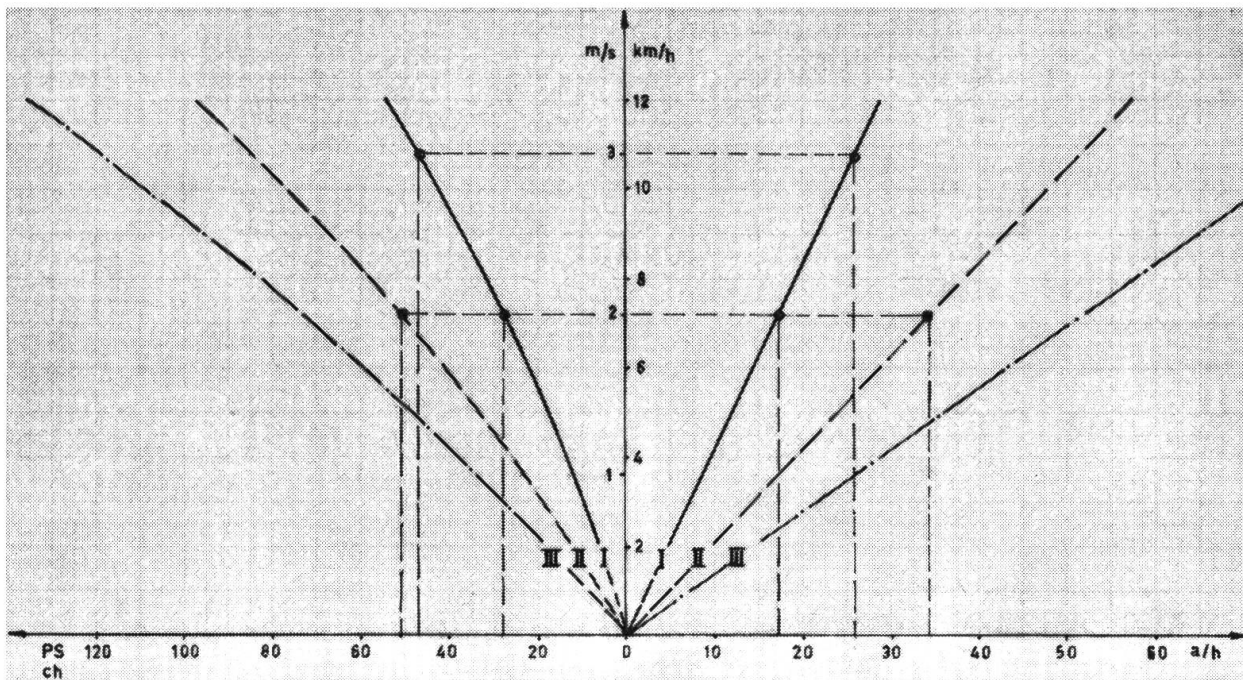


Abb. 9: Die Flächenleistung steigt nicht proportional mit dem Motorleistungsbedarf. Es ist deshalb besser, z. B. einen Zweischarpflug einzusetzen als mit einem Einscharpflug rascher zu fahren. I – Einscharpflug, II – Zweischarpflug, III – Dreischarpflug.

z. B. die Veränderung der Fahrgeschwindigkeit von 2 auf 3 m/s einen Anstieg des Motorleistungsbedarfes von 28 auf 47 PS, d. h. um 68 %, wobei aber die Flächenleistung nur um 50 % ansteigt (Abb. 9). Bedeutend bessere Ergebnisse lassen sich erreichen, wenn bei gleichbleibender Fahrgeschwindigkeit (z. B. 2 m/s) ein Zweischarpflug eingesetzt wird. In diesem Fall nimmt zwar der Motorleistungsbedarf auf 51 PS zu, also um 82 %, gleichzeitig steigt aber die Flächenleistung um 100 %, also doppelt so viel wie beim Einscharpflug. Gegen die erhöhte Fahrgeschwindigkeit spricht schliesslich auch der grössere Verschleiss des Pfluges, weil dann seine Arbeitsteile viel stärker beansprucht werden als bei langsamer Fahrt.

Auf Grund praktischer Erfahrungen hinsichtlich Arbeitsqualität sowie der vorerwähnten Ueberlegungen kann die Fahrgeschwindigkeit von 6 bis 7 km/h (dick gezogene Kurvenlinie – Abb. 8) beim Pflügen als optimal betrachtet werden. Unter dieser Voraussetzung ist mit folgendem Motorleistungsbedarf des Traktors je nach Pfluggrösse und Bodenart zu rechnen.

|                | Motorleistungsbedarf in PS |              |         |
|----------------|----------------------------|--------------|---------|
|                | Bodenart                   |              |         |
|                | leicht                     | mittelschwer | schwer  |
| Einscharpflug  | 18 – 22                    | 23 – 27      | 27 – 34 |
| Zweischarpflug | 33 – 39                    | 42 – 50      | 54 – 64 |
| Dreischarpflug | 46 – 55                    | 60 – 72      | 79 – 94 |

Die angegebenen PS-Werte beziehen sich auf normale Bodenverhältnisse und die vorerwähnten Arbeitsbedingungen betreffend Fahrgeschwindigkeit, Furchengrösse sowie Pflug- und Traktoreigenschaften (Riesternform und Traktorgewicht); ändern diese, so ist unter Umständen mit entsprechenden Unterschieden im Motorleistungsbedarf zu rechnen.

### 1.3. Wirtschaftlichkeit

Bei der Wahl eines Pfluges soll neben seinen arbeitstechnischen Eigenschaften auch die Wirtschaftlichkeit ausschlaggebend sein. Die Kosten für das Pflügen setzen sich aus Maschinen- und Arbeitsstunden zusammen. Diese sind wiederum von der Flächenleistung und jährlichen Auslastung des Pfluges abhängig. Entsprechend dem bereits ermittelten Motorleistungsbedarf werden wir für die Wirtschaftlichkeitsberechnung folgende Traktorkategorien berücksichtigen:

|                 |   |                            |
|-----------------|---|----------------------------|
| Einscharpflüge  | – | Traktoren bis 35 PS        |
| Zweischarpflüge | – | Traktoren von 35 bis 60 PS |
| Dreischarpflüge | – | Traktoren über 60 PS       |

Aus Gründen der Einfachheit lassen wir den Faktor Bodenart ausser acht. Für die Berechnung der Flächenleistung und des damit verbundenen Arbeitsaufwandes nehmen wir die in der Praxis meistens angewendete Fahrgeschwindigkeit von 6 km/h und eine Feldlänge von 200 m an.

|                 | Furchengrösse | Flächenleistung | Arbeitsaufwand |
|-----------------|---------------|-----------------|----------------|
| Einscharpflug   | 25 x 30 cm    | 14,4 a/h        | 6,95 Akh/ha    |
| Zweischarpflug  | 25 x 60 cm    | 28,8 a/h        | 3,47 Akh/ha    |
| Dreischarpflüge | 25 x 90 cm    | 43,2 a/h        | 2,32 Akh/ha    |

Die für die Wirtschaftlichkeitsberechnung erforderlichen Kosten sind nachstehend zusammengestellt:

| Pflug          | Preis | Grundkosten | Einsatzkosten        |           |                 | Total |
|----------------|-------|-------------|----------------------|-----------|-----------------|-------|
|                |       |             | Pfluggebrauchskosten | Traktor * | Traktorfahrer * |       |
|                | Fr.   | Fr./Jahr    | Fr./ha               |           |                 |       |
| Einscharpflug  | 1700  | 250         | 12                   | 63        | 35              | 110   |
| Zweischarpflug | 2500  | 367         | 12                   | 38        | 18              | 68    |
| Dreischarpflug | 3300  | 475         | 12                   | 30        | 12              | 54    |

\* Ansätze: Traktoren bis 35 PS: 9 Fr./h; bis 60 PS: 11 Fr./h; über 60 PS: 13 Fr./h; Traktorfahrer 5,1 Fr./h.

Auf Grund der vorerwähnten Angaben können jetzt die Gesamtkosten für das Pflügen je nach Pflugart und jährlicher Auslastung errechnet und

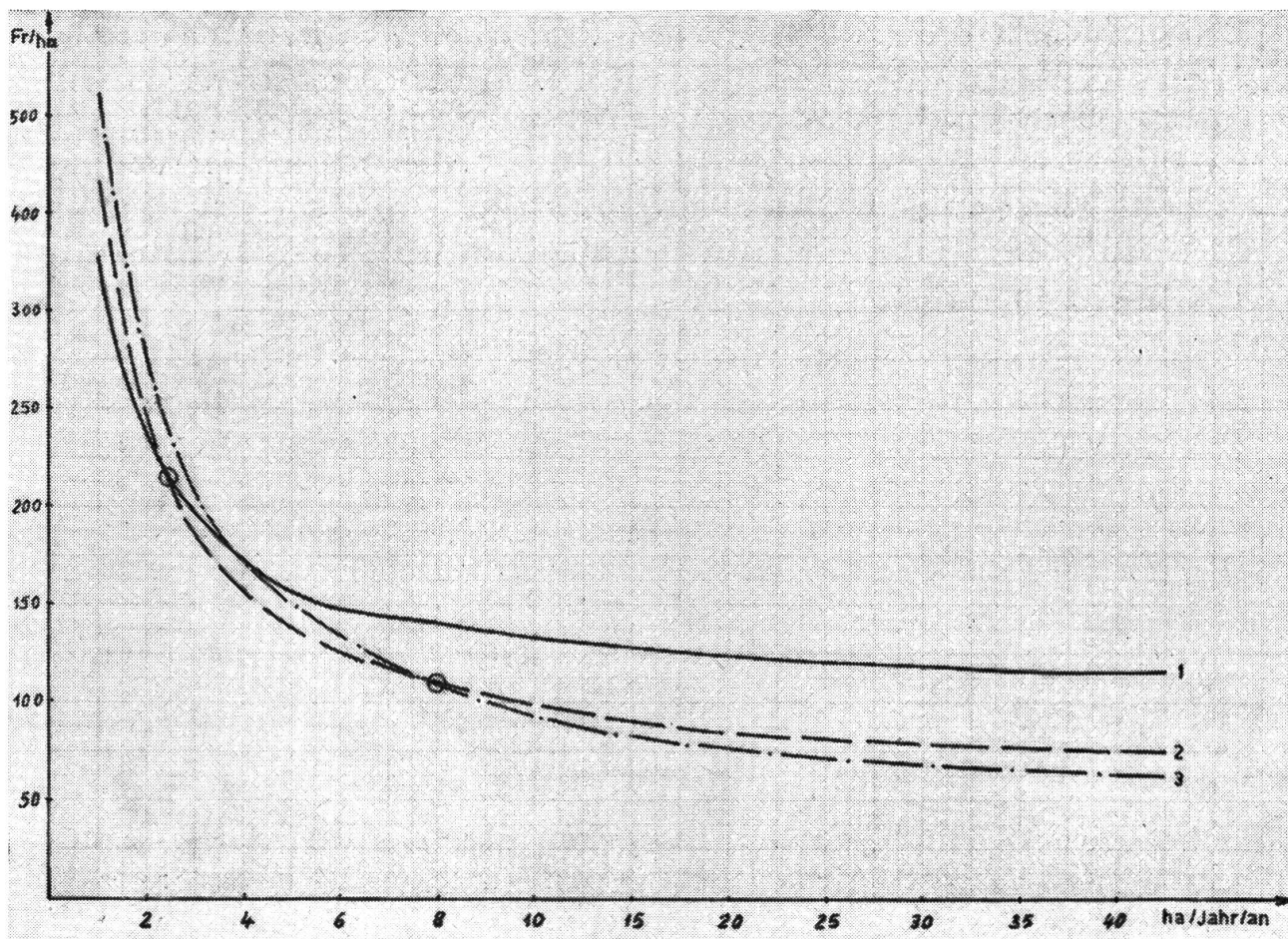


Abb. 10: Obwohl die Kostengleichheit für einen Einschar- und Zweischarpflug sowie für einen Zweischar- und Dreischarpflug bereits bei einer Auslastung von 2,5 bzw. 8 ha/Jahr liegt, ist der Einsatz von Zweischar- bis Dreischarpflügen eigentlich erst von ca. 8 bzw. 40 ha/Jahr an wirtschaftlich.

I – Einscharpflug, II – Zweischarpflug, III – Dreischarpflug.

graphisch dargestellt werden (Abb. 10). Aus der Graphik geht hervor, dass die Kostengleichheit zwischen einem Einschar- und einem Zweischarpflug bei einer Ackerfläche von 2,5 ha/Jahr liegt. Mit einem Zweischar- und einem Dreischarpflug wird sie hingegen bei 8 ha/Jahr erreicht. Die Kostengleichheit bildet auch die wirtschaftliche Einsatzgrenze der Pflüge, die bei den vorerwähnten Ackerflächen liegt. Im praktischen Gebrauch wird jedoch die Grenze bedeutend höher liegen. Durch den Einsatz eines teureren Gerätes will man nämlich neben den arbeitstechnischen Vorteilen auch eine gewisse Kostenreduktion erreichen, welche mindestens 15 bis 20 % betragen soll. Von diesem Standpunkt aus ist ein Zweischarpflug bereits bei einer jährlichen Ackerfläche von ca. 6 bis 8 ha einsatzberechtigt. Ein Dreischarpflug kann hingegen erst bei ca. 40 ha/Jahr in Frage kommen. Mit anderen Worten lassen sich die Zweischarpflüge in vielen bäuerlichen Betrieben wirtschaftlich einsetzen, sofern selbstverständlich entsprechende Traktoren vorhanden sind. Die Einsatzmöglichkeiten für die Dreischarpflüge beschränken sich hingegen auf Grossbetriebe, wo nicht nur ausreichende Ackerflächen sondern auch leistungsfähige Traktoren vorhanden sind.

#### 1.4. Bauarten der Anbaupflüge

Gegenwärtig werden die Anbaupflüge vorwiegend in zwei Ausführungen, als Volldreh- und als Winkeldrehpflüge gebaut (Abb. 11 und 12). Bei den Volldrehpflügen sind die Pflugkörper senkrecht übereinander und bei den Winkeldrehpflügen unter einem Winkel von ca. 70–90° angeordnet. Ursprünglich wurden die Winkeldrehpflüge vor allem einscharig, neuerdings, ähnlich wie die Volldrehpflüge, zwei- und dreischarig hergestellt. Unterschiede in der Arbeitsqualität dieser zwei Pflugarten sind auf der Ebene kaum festzustellen. Am Hang lässt sich die Arbeit in der Schichtenlinie und beim bergwärts Wenden bis zu 25–30 % Neigung durchführen; mit Traktoren mit Vierradantrieb und grosser Spurweite sogar noch steiler. Die Einsatzgrenze der 2- und 3-scharigen Winkelpflüge wird, durch ihre Bauweise bedingt, eher etwas tiefer liegen, da die seitlich angebrachten Pflugkörper eine Gewichtsverlagerung talwärts verursachen und dadurch die Kippgefahr des Traktors beim Wenden erhöhen. Mit diesen Pflügen lassen sich ferner Feldstücke mit Hindernissen, wie z. B. Telefonstangen usw. bedeutend schlechter umpflügen. Darin liegt oft der Grund, dass diese Pflugtypen weniger begehrt sind als Volldrehpflüge.

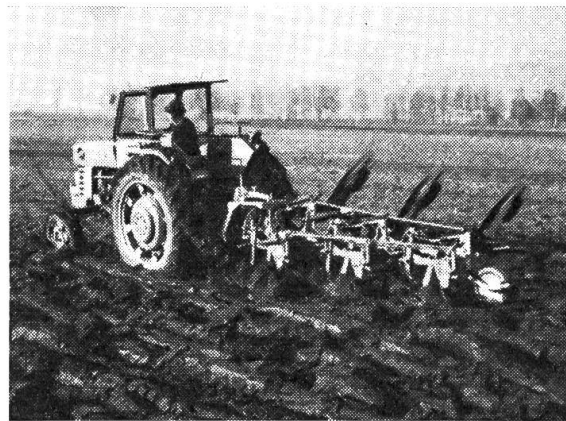
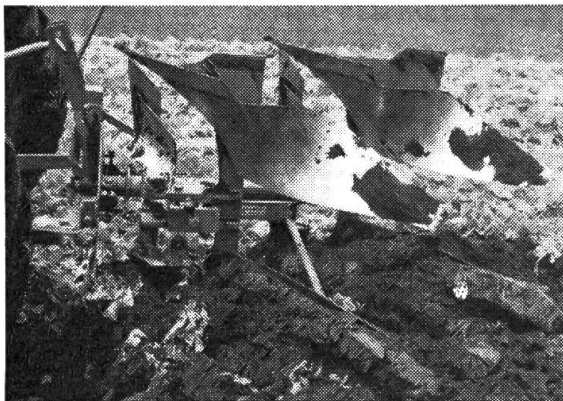


Abb. 11 Sowohl die Volldrehpflüge als auch die Winkeldrehpflüge werden gegenwärtig in 2- und 3-schariger Ausführung gebaut. Die Kombination des Seches mit dem Vorschäler (Abb. 11) ermöglicht eine wesentliche Verkürzung des Pfluggrendels und somit die Begünstigung der Funktion der Regelhydraulik. Bei mehrscharigen und lang gebauten Anbaupflügen (Abb. 12) ist eine hinten angebrachte Stützrolle angezeigt, da andernfalls die Einhaltung einer gleichmässigen Arbeitstiefe auf unebenem Gelände erschwert ist.

Zur normalen Ausrüstung jedes Anbaupfluges soll eine Bruchsicherung gehören. Diese dient zur Schonung des Pfluges beim Auftreffen auf feste Hindernisse, wie Steine, Baumwurzeln usw. Ohne diese Vorrichtung ist die Gefahr einer starken Beschädigung des Pfluges besonders gross, wenn die Arbeit mit schweren und leistungsfähigen Traktoren durchgeführt wird. Je nach Pflugmarke wird die Bruchsicherung im Anbaurahmen oder im Träger

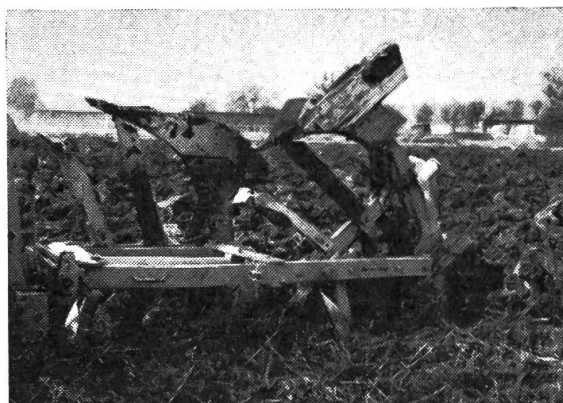
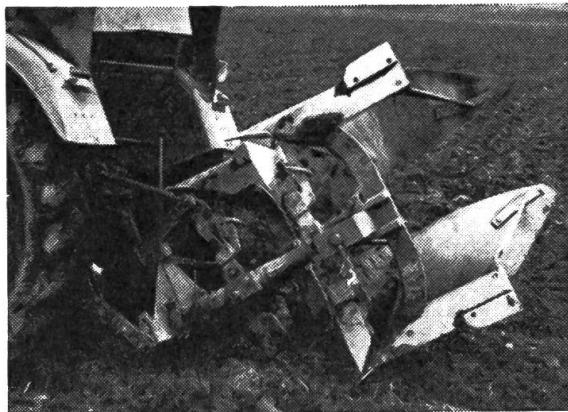


Abb. 13 Bruchsicherungen können im Anbaurahmen oder am Pfluggrendel eingebaut und 14: werden. Beim Auslösen derselben schwenkt der ganze Pflug bzw. nur die entsprechenden Pflugkörper nach oben aus.

des einzelnen Pflugkörpers eingebaut. Nach Auslösen dieser Vorrichtung schwenkt der ganze Pflug, bzw. nur der entsprechende Pflugkörper nach oben und weicht so dem Hindernis aus (Abb. 13 und 14). Die Voraussetzung für ein gutes Funktionieren ist ein richtiges Einstellen und Sauberhalten des Auslösemechanismus. Ein zu starres Einstellen oder Verschmutzungen führen meistens zur Blockierung dieser Vorrichtung. Bedeutend weniger störungsanfällig und somit auch betriebssicherer sind die Bruchsicherungen mit Abscherbolzen. Diese sind zudem wartungslos und konstruktiv viel einfacher. Andererseits benötigen diese Vorrichtungen mehr Zeit, um sie wieder in Betrieb setzen zu können (ersetzen der abgesicherten Bolzen). Bei den erstgenannten Bruchsicherungen erfolgt dies sehr rasch, indem mit dem Traktor ein Stück zurückgefahren oder der Pflug gehoben wird.

(Fortsetzung folgt)