

FORSTTECHNISCHE INFORMATIONEN

herausgegeben von Oberforstmeister Müller-Thomas, Mainz

im Auftrage der

TECHNISCHEN ZENTRALSTELLE DER DEUTSCHEN FORSTWIRTSCHAFT E.V.

unter Mitwirkung des

INSTITUTS FÜR WALDARBEIT UND FORSTMASCHINENKUNDE DER UNIVERSITÄT GÖTTINGEN

Postverlagsort Mainz

Verlag Forsttechnische Informationen, Mainz, Ritterstrasse 14

September 1959

No. 9

Maschineneinsatz im Forstbetrieb

Technische Grundlagen - Wirtschaftliche Voraussetzungen

42 MASCHINEN ZUR BESONDEREN VERWENDUNG

422 Maschinen für die Bodenbearbeitung

422,2 mit angetriebenen Werkzeugen

Berichterstatter: Oberforstmeister Dr. H. J. Loycke

422.21 **Fräsen**

Forstliche Aufgaben und Bedeutung

Das Bauprinzip der Scharpflüge, die seit mehr als 500 Jahren zur Bearbeitung von Waldböden benutzt werden, hat sich seit dem Mittelalter kaum geändert. Geräte mit tellerförmig gewölbten, im Boden frei laufenden Scheiben, bzw. Eggen und Forstgrubber mit begrenzt beweglichen Zinken oder Armen sind erst in den letzten Jahrzehnten in der Forstwirtschaft zum Einsatz gelangt. Sie bedeuten in technischer und in forsttechnologischer Hinsicht einen Fortschritt, ohne jedoch das Bodenbearbeitungsproblem der Forstwirtschaft wirklich elegant zu lösen.

Die Entwicklung geht rapide weiter. Man zieht nicht mehr die Karren der Pflüge, sondern man bringt Teile des Pfluges selbst wie Schar oder Streichblech in Eigenbewegung. Es begann mit dem Antrieb der Scheiben des Scheibenpfluges oder der Scheibenegge über die Zapfwelle. Der Erfolg war gering. Es folgten Schnecken- und Schraubpflüge, die man gegenwärtig erprobt. Ein neuer italienischer Pflug "Oratore Civallo", ein naher Verwandter von Bodenfräse und Lochbohrer, hat in letzter Zeit von sich reden gemacht. Dieser Pflug mischt das Erdreich unten mit Hilfe von Werkzeugen, die an einer nahezu senkrecht stehenden Achse rotieren, und er wendet den Boden darüber.

Diese Maschinen sind bei der heute üblichen kleinflächigen, intensiv betriebenen Wirtschaft nicht mit dem gewünschten Erfolg einzusetzen.^{x)} Die Maschinenteknik eröffnet uns Wege zur wirksameren und sehr oft auch wirtschaftlicheren Bearbeitung des Waldbodens. Die Motorleistung des Schleppers lässt sich energetisch richtiger ausnutzen, wenn sie direkt an die Bodenbearbeitungswerkzeuge übertragen wird. Die Nutzung als Zugschlepperleistung auf dem Umweg über Triebrad und Zughaken ist wegen des Getriebe- und Schlupfverlusts sowie aus anderen Gründen ungünstig. Versuchen, die Achsen von Karren- oder Rahmenpflügen über die Zapfwelle von Schleppern anzutreiben, war kein Erfolg beschieden. Der Zapfwellenantrieb dient dagegen seit Jahren zur Bewegung von rotierend im Boden arbeitenden Werkzeugen wie Fräsmessern und Bohrkränzen. Rotierende Werkzeuge erfüllen ein Grunderfordernis neuzeitlicher Bodenbearbeitungstechnik, von der rhythmisch schwingenden Bewegung des Arbeitskörpers zu kontinuierlicher Bewegung überzugehen.

An erster Stelle sind Fräswerke zu besprechen, die besondere forstliche Bedeutung erlangt haben.

x) Der Zwang zu einer gewissen Extensivierung oder besondere Verhältnisse machen eine Bodenbearbeitung auf Grossflächen nach wie vor erforderlich. Das Kapitel Pflüge, Eggen und Grubber wird daher in einer besonderen Information demnächst behandelt werden.

Die Schriftleitung

2. Forderungen an die Ausführung der Arbeit

Rotierende Werkzeuge dringen schlagend oder schraubend in den Boden ein, um nach Entfernen, bzw. Zerkleinern ober- und unterirdischer Teile der Bodendecke und nach dem Durchtrennen schwächerer Baumwurzeln den Mineralboden mit dem zersetzten Humus und den fein zerstückelten Pflanzenteilen innig zu vermischen.

Alle Ziele der Bodenbearbeitung lassen sich vorerst mit rotierenden Werkzeugen nicht erreichen. Eine durchgreifende Verbesserung degradierter Waldböden, d.h. eine volle Bodenmelioration, bei der es gewöhnlich immer auf eine gleichmässige, verhältnismässig tiefe Bearbeitung ankommt, ist nicht zu erreichen. Degenerierte, d.h. nur unbedeutend geschädigte Waldböden können dagegen mit rotierenden Messern eines Fräswerks besonders gut bearbeitet werden. Rohhumusdecken bis zu 15 oder 16 cm Mächtigkeit lassen sich auf keine andere Weise so hervorragend unterbringen. Die Tiefe der Bearbeitung ist bei unseren heutigen Bodenfräsen auf 20 cm begrenzt.

Die Bearbeitung kann vollflächig oder streifenweise ausgeführt werden. Die streifenweise Bearbeitung erfolgt vornehmlich aus Wirtschaftlichkeitserwägungen im Interesse der Kostensenkung; sie ist waldbaulich-bodenkundlich zu vertreten, wenn bei der Kultivierung auf der Freifläche oder bei Unter- bzw. Voranbau bloss Hackstreifen als ausreichend angesehen werden. Die streifenweise Bearbeitung und die flache vollflächige Bearbeitung des Waldbodens gehören zu den ureigensten Aufgaben der Bodenfräse. Ein flacher Vollumbruch bis zu 20 cm Arbeitstiefe ist auch ohne zuvorige Stockrodung ausführbar. Eine noch flachere Bodenverwundung auf 8 - 12 cm Tiefe reicht im allgemeinen zur Vorbereitung der Naturverjüngung von Laub- und Nadelhölzern aus.

Die tiefere Lockerung des Bodens durch die Fräse bietet zahlreiche Vorteile:

- a) Die Wurzeln der jungen Holzpflanzen benötigen in gelockertem Boden zum Vorwärtsdringen wesentlich geringere Energien. Die Pflanzen nutzen die eingesparte Energie zur Bildung organischer Substanzen aus. (5)
- b) Die Vermischung des Auflagehumus mit dem Mineralboden erhöht die Speicherleistung für Wasser. (5)
- c) Die laufende Verbesserung der Durchlüftung infolge häufiger Bodenbearbeitung fördert den Abbau von Rohhumus u. U. erheblich. (4)
- d) Intensive Bodenbearbeitung dieser Art übt ebenso wie entsprechende Bodendüngung auf die Bildung einer Regenwurmfauna eine günstige Wirkung aus. (4)
- e) Gründliches Mischen der Horizonte erhöht die Durchlässigkeit des Bodens. Es tritt selbst bei geringem Basengehalt keine Podsolierung ein.

Die Bodenfräse wird ausserdem zur flachen Bearbeitung der Bodenoberfläche, - zum sog. Hackfräsen -, eingesetzt. Man will das Unkraut im Pflanzgarten oder auf der Freifläche im Keimlings-, bzw. im ersten Jugendstadium treffen und den blossliegenden Boden gegen ein Verdunsten von Bodenfeuchtigkeit schützen. Es genügen hierzu einfach konstruierte Fräswerke für leichte (bis 5,0 PS) oder mittelschwere (über 5,0 - 8,0 PS) Einachsschlepper von geringem Tiefgang und niedriger Drehzahl. Fräsen schwerer Einachsschlepper werden auch zum Durchhacken der Zwischenstreifen in Kiefernkulturen eingesetzt.

3. Erschwernisse, bzw. Erleichterungen für den Maschineneinsatz im Walde

Es werden gegen die Fräsarbeit in der Forstwirtschaft nachstehende Bedenken erhoben:

- a) Eine zu weitgehende Zertrümmerung des Oberbodens ist gefährlich, weil die natürliche Bodenkrümelung zerschlagen wird.
- b) Bestimmte Waldböden, z.B. Staublehmböden, neigen durch zu feine Zerkleinerung zum Verschlämmen.
- c) Vollflächige Bearbeitung kann zu teilweiser Vernichtung der Fauna im Oberboden führen. Die Regeneration erfordert einige Zeit.
- d) Stolonengräser wie Ackerquecke, Landschilf oder Seegrass vermehren sich von Fräsmessern zerhackt schnell, wenn man nicht mit der Bearbeitung eine Überdosis Kalidünger beigibt.
- e) Das flachstreichende Wurzelsystem älterer Fichtenbestände wird u.U. weitgehend beschädigt.

Der Einsatz motorgetriebener Fräswerke ist nicht zu empfehlen, bzw. unmöglich auf sehr flachgründigen Verwitterungsböden, bei einem engmaschigen Grabennetz, bei starker Stein- oder Blockauflage, bei dichter Reisigdeckung sowie in stammzahlreichen, geringen Baum- und Stangenhölzern. Sehr trockene, bzw. harte oder feuchte bis nasse Böden lassen sich wegen ihres hohen Bearbeitungswiderstands nicht mit der Fräse umbrechen.

Das Fräsen von Waldböden hat dagegen folgende Vorteile:

- a) Fräswerke werden, sofern sie in der Breite auf das Zugmittel abgestimmt sind, im Gegensatz zu Schar- oder Scheibenpflügen von Einachsschleppern, Vierrad-Kleinschleppern oder Forstradschleppern gezogen.
- b) Das Arbeiten an Hängen ist in Fall-Linie berg- und talwärts bei einem Gefälle von 30 - 40° durchaus noch möglich.
- c) Dieses Bearbeitungsverfahren ist nicht nur auf grösseren Flächen anwendbar. Es ist ganz auf eine kleinflächige und intensive Waldwirtschaft zugeschnitten.

- d) Die maximal erzielbare Bearbeitungstiefe von 18 - 22 cm lässt sich in 2 bis 3 aufeinanderfolgenden Arbeitsgängen auch mit dem Fräswerk eines schweren Einachsschleppers (9 - 14 PS) erreichen.
- e) Die Bearbeitung des Waldbodens ist von der Jahreszeit weniger abhängig als bei anderen Verfahren.
- f) Man verbindet praktisch mehrere Arbeitsgänge anderer Geräte wie das Entfernen und Zerwirken der Unkrautdecke, das Zerfasern von Rohhumus und das Lockern sowie das Mischen des Bodens zu einem einzigen.

4. Die in Frage kommenden Maschinentypen

Man versteht unter einem Fräswerk eine von einem Motor über die Zapfwelle in Umdrehungen versetzte, quer zur Fahrtrichtung stehende Welle, die mit federnden oder starren Werkzeugen, bzw. Messern bestückt ist. Die sich im Boden abstützenden Fräswerkzeuge bewirken gleichzeitig die Fortbewegung des Maschinenaggregats. Das Fräswerk übt auf den Schlepper einen Schub aus, der vom Fahrwerk über einen kleinen Gang, - im allgemeinen einen Kriechgang - , aufgefangen, bzw. abgemildert wird. (2)

Robuste schwere Fräsen, die den besonderen Anforderungen gewachsen sind, welche nicht bearbeitete, stark durchwurzelte und oft steinige Waldböden stellen, unterscheidet man von Leichtfräsen, die für die Oberflächenbearbeitung von Ackerboden in der Regel ausreichen. Es bestehen etwa nachstehende Unterschiede in der Bauweise :

Typen	Schwere Fräsen	Leichtfräsen
1. Werkzeuge	robuste "Hauenmesser" mit rechtwinkelig abgebogenen Spitzen	halb spatenförmige, halb radartige Werkzeuge oder sog. Drehgrubbermesser
2. Absicherung durch	zuverlässige Rutschkupplungen je Achse, Halbache oder Messerkranz	lediglich Überlastungssicherung
3. Arbeitstiefe, bzw. nutzbarer Wellenradius	18 - 22 cm	nur 14 - 15 cm
4. Umdrehungen der Fräsquelle je Min.	etwa 150 - 300	ca. 100 - 160

Die ersten im Walde verwendeten Maschinen (Siemens-Fräse) waren mit abgefederten Hackenmessern (Abb.1) ausgestattet, die einen verhältnismässig geringen Energiebedarf besitzen, auf gewachsenem Boden jedoch leicht abbrechen. Spateneggen, Rotorkrümler und Drehgrubber werden von der Landwirtschaft zum Zerkleinern grober Schollen zuvor gepflügten Ackerbodens verwendet. Die Arbeitsbreite dieser Geräte kann gross sein. Der Eherhardt'sche Rotorkrümler kann in einer Arbeitsbreite von 120 - 130 cm unter einfacheren Verhältnissen auch zur Bodenverwundung in Buchenaltbeständen eingesetzt werden, wenn er mit dem stärkeren Getriebe versehen ist, das bei Geräten mit grösserer Arbeitsbreite serienmässig eingebaut wird.

Forstfräsenwerke müssen sich unebenem Waldboden gut anpassen; sie sollen deshalb nicht breiter als 90 - 110 cm sein. Der Arbeitswiderstand ist je qdm Bodenquerschnitt wesentlich höher als auf landwirtschaftlich genutzten wurzelfreien bearbeitungslockeren Böden. Erfordert Ackerboden nur einen Kraftaufwand je qdm von 0,50 bis 0,75 PS der Motornennleistung, so steigt der Leistungsbedarf beim Zertrümmern gewachsenen Bodens mit einer waldüblichen Bodendecke und einer Arbeitsgeschwindigkeit von 800 bis 1000 m/Std. je nach Bodenart und Bauprinzip des Fräswerks auf 1,10 - 1,50 PS je qdm. (2)

Die Art und die Breite des Fräswerks sowie die vertretbare Arbeitstiefe müssen auf die Leistungsstärke der Kraftquelle, d.h. den Schlepper abgestimmt sein. Der Leistungsbedarf eines Fräswerks steigt

- a) mit dem nach Breite und Tiefe bearbeiteten Bodenquerschnitt in qdm,
- b) mit dem spezifischen Arbeitsaufwand eines Bodens (mkg/dm³), somit auch mit der Dichte seiner Bewachsung,
- c) mit etwa hinzutretendem Steigungs- oder Kurvenwiderstand und
- d) mit der Art der Absicherung des Fräswerks gegen Überbeanspruchung,
- e) mit der Umdrehungszahl der Fräsquelle je Minute.
- f) mit der Anzahl der Fräsmesser je Messerkranz und der Breite der angreifenden Messerfront bezogen auf die Arbeitsbreite des ganzen Fräswerks,
- g) mit der bei gleicher Umdrehungszahl einer Welle höheren Umlaufgeschwindigkeit längerer Messer gegenüber kürzeren.

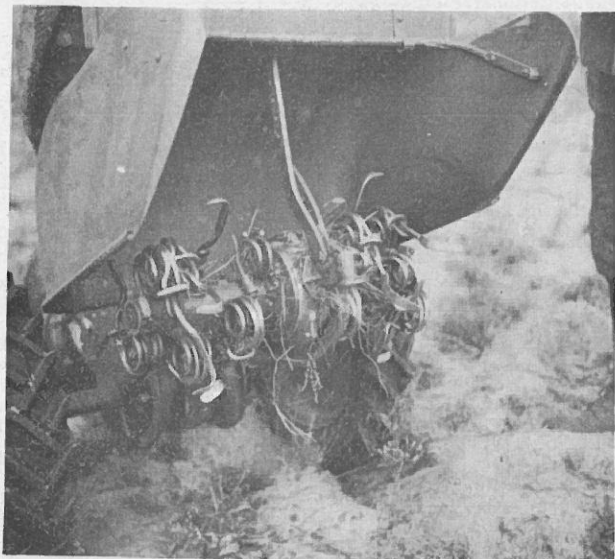


Abb. 1: Fräswerk der Bungartz H 4 mit abgefederten Haken.

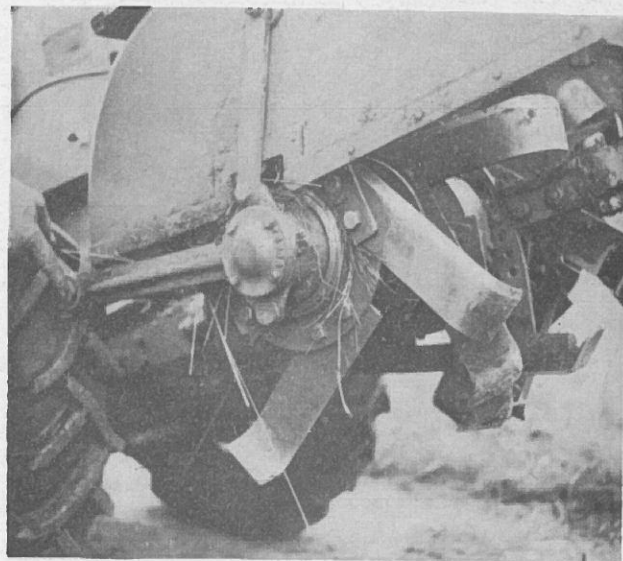


Abb. 2: Hauenmesser-Fräswerk der Pioneer M 2 D - jeder Messerkranz ist durch eine Rutschkupplung

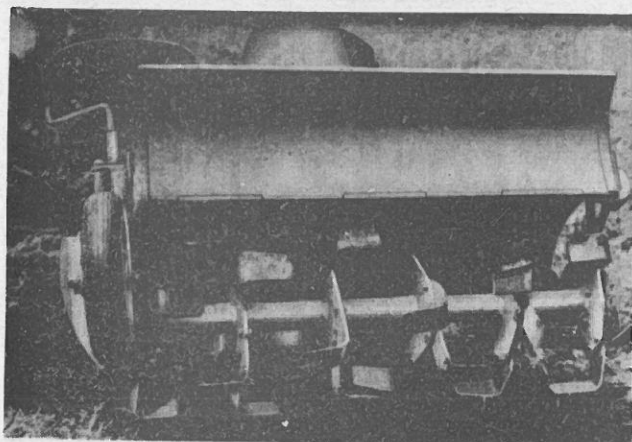


Abb. 3: Rotavator-Fräswerk mit Seitenantrieb und Rutschkupplung für die ganze Fräsachse.



Abb. 5: Bodenfrei laufendes Osthaus-Fräswerk mit löffelartigen Messern.

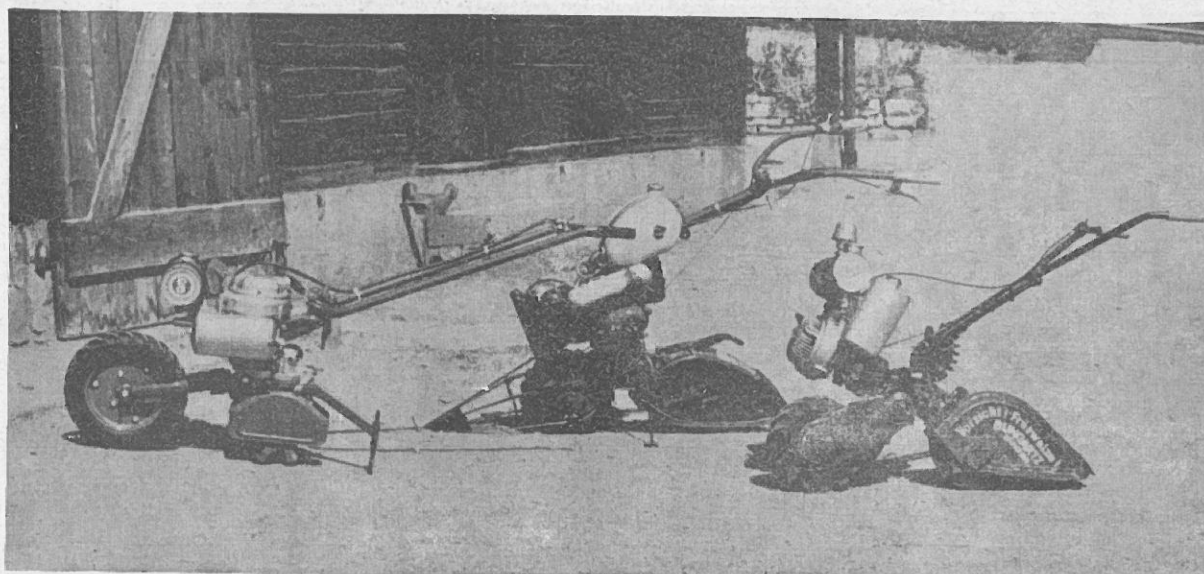


Abb. 4: Drei Motorhacken verschiedenen Fabrikats mit angetriebenem und nichtangetriebenem Laufrad.

Der Energieverbrauch für das Fräsen eines Hektars landwirtschaftlich genutzten Bodens wird für leichtere Böden auf 140 - 150%, für schwerere auf 130 % des unter gleichen Verhältnissen beim Pflügen benötigten geschätzt. Der grössere Verbrauch erklärt sich aus der wesentlich weitergehenden Zerkleinerung des Bodens, d.h. der geleisteten grösseren mechanischen Arbeit. Der höhere technische Wirkungsgrad der Fräsarbeit wurde dabei berücksichtigt. (2)

Um mit möglichst geringem Energieaufwand auszukommen, sind bestimmte Abmessungen der Werkzeugform sowie bestimmte Drehzahlen und Fahrgeschwindigkeiten einzuhalten. Spiralig, bzw. schraubenförmig auf der Fräswelle angeordnete Messer, die ihre Stellung zueinander nicht verändern, bewirken einen unter Schonung von Motor und Getriebe gleichmässigen Drehmomentverlauf. (3) Fräswerke, deren Welle nur über eine einzige Rutschkupplung gesichert ist (Beispiele: Rotavator-Fräswerk der Fa. Rotary Hoes (Abb. 3) benötigen unter vergleichbaren Voraussetzungen ca. 30% weniger Kraft als Fräswerke, bei denen jeder einzelne Messerkranz durch eine Rutschkupplung abgesichert ist (Abb. 2) wie beim Fey-Prinzip, bzw. der "Pionier". (1, 2)

Je kleiner der Fräswalzendurchmesser gehalten werden kann, - bei Leichtfräsen beispielweise 24 cm, wenn die Werkzeug-Messerslänge 14 cm und der Durchmesser des Getriebegehäuses 10 cm beträgt -, umso kleiner werden bei gleicher Umfangsgeschwindigkeit die Drehmomente und damit die Beanspruchung von Getriebe und Motor (3). Fräswerke für Einachsschlepper haben immer Mittelantrieb, Anbaufräswerke verfügen heute über Seitenantrieb (Beispiele: Rotavator, Kirsch-Fräse). Es kommt bei Mittelantrieb darauf an, den Abstand der beidseitig neben dem Getriebe liegenden Messerkranze so klein wie möglich zu halten, um keine unbearbeiteten Mittelstreifen entstehen zu lassen.

Je geringer der Vorschub des Schleppers, je höher die Drehzahl und je zahlreicher der Messerbesatz der Fräswelle, umso weitgehender wird der Boden mechanisch zerschlagen. Es entstehen sog. Bissen, deren Grösse über Vorschub und Drehzahl regulierbar ist. Moderne Fräsen (Beispiel: Rotavator) sind mit einem Wechselgetriebe ausgestattet, das in einfacher Weise eine Einstellung der Fräswellenumdrehungszahl zwischen 130 und 250 U/Min. gestattet.

Anhänge- und Aufsattelfräsen werden kaum noch gefertigt. Derartig lange Maschinenaggregate eignen sich nicht für den Einsatz im Walde. Anbaufräswerke stehen für Einachs-Vierradkleinschlepper und Forstradschlepper zur Verfügung. Sie werden bei den Vierradschleppern von der Hydraulik angehoben und eingesetzt. Die Fräswerke zu schweren Einachsschleppern (Bungartz, Holder, Pionier) und Vierrad-Kleinschleppern (Bungartz, Holder, Lanz-Varimot) dürfen nur eine Arbeitsbreite von 60 bis höchstens 70 cm, die zu Forstradschleppern mit 25 - 40 PS Motornennleistung (Unimog, Ferguson, Porsche, MAN) je nach der Kraftreserve des Motors eine solche von 75, 90 oder 100 bis 110 cm haben.

Es gehören zu dieser Maschinengruppe auch verschiedene Typen von Kleinfräsen, die zur Pflegearbeit im Forstpflanzgarten eingesetzt werden. Es sind dies entweder leichte Forstschlepper mit einer Motornennleistung von 4 - 5 PS (Hako-System) oder ausgesprochene Motorhacken (Gutbrod-Terra, Agria-Baby, Bungartz H 1, Holder E 4, Hako-Combinette). Ältere Bautypen laufen lediglich über eine angetriebene Fräswelle, andere besitzen ein Stützrad oder sogar ein angetriebenes Stützrad (Abb. 4).

Das 23 cm tief arbeitende, bodenfrei laufende Osthausfräswerk (Abb. 5) befindet sich in der Forstwirtschaft noch im Erprobungsstadium. Die löffelartigen Werkzeuge der 90 und 108 cm breiten Welle, die 110 U/Min. macht, sind in Schwingmetall-Drehschubfedern gelagert. Die Rückfederung der Werkzeuge wird durch starke Metallringe begrenzt.

5. Die Wirtschaftlichkeit dieser Maschinen

Die Flächenleistungen je Maschinenbetriebsstunde sind beim Fräsen je nach der Arbeitsbreite des Geräts, der eingehaltenen Arbeitstiefe sowie der Stärke der Kraftquelle, bzw. dem Vorschub in m und der Bodenart recht unterschiedlich. Es sind erfahrungsgemäss 15 - 20 % von der Arbeitszeit Rüst-, Stör- und Wendezeiten. Fräschlepper fahren bei ungehindertem Fortgang 800 - 1200 m in der Stunde.

Der je Hektar benötigte Arbeitsaufwand hängt von der Flächenleistung, der Arbeitstiefe sowie dem ein-, zwei- oder dreimaligem Durchgang der Fräse ab (s.o.). Ein leichter bis mittelschwerer Forstschlepper (ca. 25 - 35 PS) benötigt zur hundertprozentigen Bearbeitung eines Hektar mit einem Fräswerk von 75 cm Breite etwa 14 - 15 Std., mit einem solchen von 90 - 100 cm Breite 11 - 12 Std.

Die Bodenverwundung unter Bestand zur Einleitung der natürlichen Verjüngung erfordert nur etwa 70% des zuvor genannten Arbeitsaufwands. Man verwundet den Boden in Altbeständen, deren Boden keine nennenswerte Rohhumusaufgabe besitzt, wenig unkrautwüchsig ist und bereits Verjüngung trägt, die zu erhalten ist, besser und wirtschaftlicher mit einem Anbau-Schwinggrubber. Harter und besonders trockener Waldboden oder stark verunkrautete Flächen werden zweckmässig mit einem Scheibenpflug bearbeitet. Das Einsatzfeld der Fräse bleiben Rohhumusböden, Böden mittlerer Vergrasung sowie Böden, die mit verholzten Forstunkräutern wie Beerkraut und Heide bewachsen sind. Die Fräse vernichtet vorhandene Verjüngung u.U. gründlich.

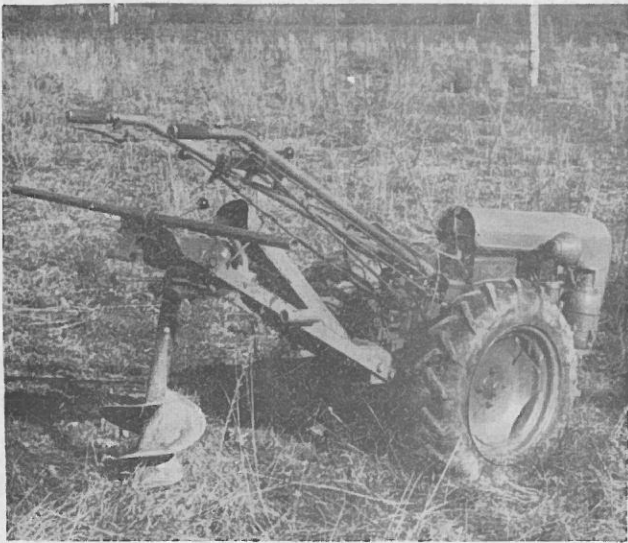


Abb. 6: Eberhard-Pappel-Pflanzlochbohrer hinter Holder-Einachsschlepper 12 PS. Das Pflanzloch wird bis zu 60 cm tief vollständig ausgehoben.



Abb. 7: Stihl-Forstkombination zur BLK mit Rahmenbohrer oder Krümmler.



Abb. 8: Stihl-Forstkombination zur BLK mit Spiralbohrer (Pfahlochbohrgerät).

422.22 Lochbohrer

Forstliche Aufgabe und Bedeutung

Das maschinelle Bohren von Pflanzlöchern und von Zaunpfostenlöchern führte sich nicht so ein, wie man erwartet hatte. Unbestritten ist der Vorteil bei der Anlage von 60 bis 80 cm tiefen Pappelpflanzlöchern bzw. von Löchern für die Einbringung von Laubholzheistern im Auwald oder auf wildverbissgefährdeten Standorten. Das Bohren von Zaunpfostenlöchern ist nur bei Grossanlage von Zäunen wirtschaftlich.

Eine plätzweise Bearbeitung, wie sie der Pflanzlochbohrer im Gegensatz zur Fräse oder Pflug durchführt, ist nur bei Einbringung einer verhältnismässig geringen Anzahl in der Regel grösserer Forstpflanzen in ebenen bzw. nahezu ebenem Gelände, bei der Pflanzung an Steilhängen oder auf Blockhalden des Gebirges üblich. Hier liegt ein breiteres Einsatzfeld für Pflanzlochbohrer, als man bisher vermutete.

Die Einführung der äusserst billigen Winkelpflanzung in nahezu allen Ländern der Bundesrepublik macht eine Mechanisierung der Pflanzlochherstellung vielerorts überflüssig. Löcher werden mit dem Bohrgestänge zu Einachsschleppern und Forstvierradschleppern nur gebohrt, wenn

1. die Winkelpflanzung bei einer Rohhumusaufgabe von entsprechender Mächtigkeit ohne Einbusse für das Pflanzenwachstum nicht anwendbar ist oder der Hohlspaten auf zu hartem Boden sowie bei starker Rohhumusaufgabe versagt,
2. zur Verdichtung neigende Standorte, wo Flottsandböden eine Auflockerung aus bodenbiologischen Gründen erfordern.

Die maschinelle Bodenbearbeitung kommt in diesen Fällen immer teurer, weil mit den vorgenannten Aggregaten je nach den Bodenverhältnissen und der Lochgrösse an einem achtstündigen Arbeitstag nur 500 - 800, günstigenfalls 1000 Pflanzlöcher gebohrt werden können.

Tragbare Pflanzlochbohrgeräte werden neuerdings in bestimmten Teilen Süddeutschlands, der Schweiz, Frankreichs und Skandinaviens in zunehmendem Umfange eingesetzt. Auf steinigem und geröllhaltigen Böden sowie am Steilhang erfolgt die Einbringung von Nadel- oder Laubholzkleinpflanzen auf den vorgenannten und den oben erwähnten Standorten mit Zusatzgeräten zum Einmannsägen-Motor (Beispiel: Stihl-Forstkombination) oder einem kleinen Bohrer, der an der starren Welle des JOBU-Motorpflegegerätes anzubringen ist. Zwei Arbeitskräfte bohren mit einer dieser Maschinen gemeinsam oder in Ablösung 1500 - 1800, u.U. sogar 2000 Löcher pro Tag.

Höhere Kosten sind biologisch und betriebswirtschaftlich u.U. gerechtfertigt. (5) Das Belassen einer festen Wand am Pflanzloch hat nach Wittich nur in schluff- und staubsandreichen Böden Sinn, in denen eine geringe kapillare Wasserbewegung möglich ist. Die Vorteile der Lockerung überwiegen auf diesen wenigen Standorten auch die der Winkelpflanzung, selbst wenn man die Unterbrechung der Wasserbewegung in Gegenrechnung stellt.

Tragbare Bohrgeräte sowie Einachsschlepper mit Bohrkranz und -Gestänge beanspruchen den Maschinenführer immer äusserst stark. Die ganztägige Führung der Geräte ist einer Kraft ohne Wechsel nicht möglich. Diese Maschinen benötigen mit Ausnahme des JOBU-Pflegegerätes überdies Zweimannbedienung. Lediglich Bohrgeräte hinter Forstschleppern mit 25 bis 40 PS Nennleistung können von dem Maschinenführer ganztägig selbst bedient werden.

In Frage kommende Maschinentypen

Pflanzlochbohrer mit Bohrgestänge stehen zu Forstradschleppern (Beispiele: Ferguson-System und Bohrgestänge der Fa. Eberhardt), zu schweren Einachsschleppern (System Holder mit Eberhardt-Bohrer) und sogar zu einem leichten Einachsschlepper zur Verfügung (Hako-System). Sie werden wie Bodenfräsen über die Zapfwelle des Schleppers und ein Bohrgestänge angetrieben. Der Energieverbrauch ist auch bei einem Pappellochbohrer von 60 cm Durchmesser schon infolge der geringen Umdrehungszahl verhältnismässig gering. Es genügt eine Schlepper-Nennleistung von 9 bis 10 PS voll auf zum Bohren so weiter Löcher (Abb. 6). Man hat sich mit Pflanzlochbohrer ingenieurwissenschaftlich ihrer vorerst geringeren Bedeutung wegen längst nicht in dem Masse befasst wie mit Fräswerken.

Die Bohrwerkzeuge selbst sind auswechselbar. Man benutzt zwei Grundtypen, sog. Rahmenbohrer (vgl. Abb. 7), die das gelockerte Erdreich im Loch belassen, und Spiralbohrer oder Schneckenbohrer (Abb. 8), die wenigstens 2/3 des gelösten und durchmischten Bodens ausheben und am Rande des Loches ablegen. Bohrkranze stehen zu jedem Maschinensystem in den verschiedenen Durchmessern (vornehmlich 30, 45 und 60 cm) und Längen zur Verfügung. Einzelne Bohrer besitzen eine sog. Schälstufe, mit deren Hilfe der Bodenüberzug abgelöst und gegebenenfalls entfernt werden kann.

Die Motorleistung eines Forstradschleppers wird durch Bohrgestänge und Bohrer in keinem Falle auch nur annähernd ausgeschöpft. Eine Begrenzung der Bohrleistung erfolgt vielmehr durch den Kraftheber des Schleppers, dessen maximale Hubleistung ausreichen muss, um den Bohrer mit anhaftendem Erdreich schnell aus dem Boden zu heben. Ölhydraulisch betriebene Kraftheber genügen in der Regel den zu stellenden Anforderungen, pneumatische Kraftheber oft dagegen nicht. Geeignete Kraftheber erlauben Einmannbedienung des Radschleppers. Bohrer zu Einachsschleppern erfordern dagegen Zweimannbedienung. Das Ausheben und teilweise auch das Eindrücken des Bohrers in den Boden beansprucht die Bedienungsmannschaft körperlich sehr stark.

Tragbare Bohrgeräte stehen zu Stihl- und Dolmar-Einmann-Motorsägen zur Verfügung. Antriebsaggregate sind die Motoren der Getriebemaschinen CP, CF und BLK. Die Verwendung dieser Zusatzgeräte hinter den Motoren getriebe- loser Maschinen ist vorerst noch nicht möglich. Die Drehzahlen der Bohrwerkzeuge sind niedrig, sie belaufen sich bei derartigen Geräten auf 45 - 70 U/Min. Rahmenbohrer oder "Krümler (Abb. 7) werden für 30 und für 40 cm Lochdurchmesser und -tiefe geliefert. Schneckenbohrer (Abb. 8) stehen je nach Fabrikat in 5, 10, 20 und 25 cm Durchmesser bei 90 cm möglicher Bohrtiefe bereit. Man hat Spezialbohrer für schwerere Böden und für steinige oder verwurzelte Standorte.

Ein praktisches Motorgerät zum Bohren von Löchern für Kleinpflanzen (1 und 2 j. unverschult) wurde kürzlich in Norwegen entwickelt. Ein Arbeiter kann mit diesem Zusatzgerät zum JOBU-Motorpfllegegerät ohne fremde Hilfe auch in hängigem und felsigem Gelände 2000 und mehr Löcher arbeitstäglich bohren (Abb. 9).

Die Wirtschaftlichkeit dieser Lochbohrer

Die Verbilligung der Ausführung gegenüber Handarbeit ist beim Bohren von Pappelpflanzlöchern bzw. von Löchern für die Laubholz-Heisterpflanzung besonders gross. Der Maschinenführer eines Forstradschleppers fertigt in der Stunde bis zu 60 Pappellöcher, die Zweimannbedienung des schweren Einachsers 30 - 45. Die Mehrleistung gegenüber Handausführung beträgt im ersten Fall etwa das Zwanzigfache, im zweiten das 5-6fache. Die Qualität der Ausführung ist mit der Maschine bei weitem besser, die Löcher werden vor allem gleichmässig tief angelegt.

Die Einbringung unverschulter bzw. einmal verschulter Kleinpflanzen in Bohrlöcher, die mit tragbaren, von zwei Mann gedienten Geräten angelegt wurden, kann leistungs- und kostenmässig niemals mit der Winkelpflanzung konkurrieren. Man gibt jedoch aus forsttechnischen, waldbaulichen oder standörtlichen Überlegungen öfter diesen teureren Verfahren wegen der höheren Sicherheit im Anwachsen und bei Trockenperioden den Vorzug vor den einfachen Handpflanzmethoden ohne eine besondere Bodenvorbereitung.

LITERATURVERZEICHNIS

1. H.J. Loycke: Die forstliche Bodenbearbeitung im Zeichen der Mechanisierung, Forsttechnische Informationen Nr. 2, Februar 1958
2. H.J. Loycke: Bodenfräsen in der Forstwirtschaft, AFZ, Nr. 7 vom 13.2.1957
3. W. Söhne: Zur Weiterentwicklung der Ackerfräse, in Landtechnik, Heft 19, Oktober 1958.
4. W. Wittich: Meliorationsmassnahmen im Walde, Der Forst- u. Holzwirt, Heft 6 vom 16.3.1958
5. W. Wittich: Die Verbesserung des Wasserhaushaltes durch Forstkulturmassnahmen, AFZ, Nr. 10 vom 7.3.1959



Abb. 9: Jobu-Motor-Pfllegegerät mit Bohrkranz für kleine Pflanzlöcher.