

# 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

---

Februar 1958

NO. 2

## DIE FORSTLICHE BODENBEARBEITUNG IM ZEICHEN DER MECHANISIERUNG

von Oberforstmeister Dr. H. J. Loycke  
Technische Zentralstelle der deutschen Forstwirtschaft,  
Mechanisch-technische Abteilung, Dillingen/Donau

Fragen der Bodenbearbeitung stehen in der Forstwirtschaft gegenwärtig nicht im Brennpunkt des Interesses. Die bodenkundliche Forschung hat sich in den letzten Jahren wenig mit diesem Fragenkreis befasst. Untersuchungen über die chemische, bzw. biologische Aktivierung ungünstiger Humusformen oder über die Düngung von Waldböden hatten den Vorrang.

Die Bodenverbesserung beruht in der Regel auf dem Zusammenwirken mechanischer, chemischer und biologischer Massnahmen. Die Praxis hat in den letzten Jahren der mechanischen Bodenbehandlung kaum Beachtung geschenkt, weil man zu wenig über neue technische Möglichkeiten unterrichtet war. Der arbeitstechnische Spezialist ist mit den technischen und technologischen Teilproblemen dieses Sondergebiets nicht immer genügend vertraut. Die biologische Seite, - Waldbau und Bodenkunde -, haben die Fühlung zu der sich schnell entwickelnden Forst- und Landwirtschaftstechnik verloren. Man überschaut nicht mehr die sich heute bietenden vielfältigen Möglichkeiten zu einer wirkungsvollen Bearbeitung von Waldböden.

Unsere Kenntnisse über die Zusammenhänge zwischen Bodenbearbeitung und Standortleistung sind noch gering. Das berechtigt keineswegs zu der oft vertretenen Auffassung, jede Bearbeitung des Waldbodens sei naturwidrig und deshalb abzulehnen. Ein gesunder, richtig behandelte Waldboden bedarf keiner Bearbeitung. Seine günstige Struktur wird u.U. durch eine Bearbeitung verschlechtert. Die stets kostspielige, intensive Bearbeitung des Bodens bringt nicht in jedem Falle Nutzen. Man pflanzt aus guten Gründen, soweit es Holzart und Standort gestatten, Forstpflanzen nach vereinfachten Verfahren in unvorbereiteten Boden. Es verbleiben aber Arbeitsaufgaben, die es gerade bei waldbaulich intensiv geführter Wirtschaft erlauben, das Ziel schneller und vollendeter mit Hilfe einer entsprechenden Bearbeitung des Bodens zu erreichen. Es sei nur auf folgende Beispiele hingewiesen:

- a) die Umwandlung und Überführung von Beständen,
- b) die Erzielung dicht geschlossener Verjüngungen der Rotbuche, Eiche, Kiefer oder Tanne auch in Jahren mit unzureichender Mast, bzw. geringem Zapfenanhang,
- c) die Pflanzung von Lohden und Heistern sowie
- d) die Wiederaufforstung stark verunkrauteter Böden,
- e) die Sanierung von Waldboden sowie
- f) die Aufforstung von Ödland, Unland, Acker usw.

Die wesentliche Aufgabe besteht in allen diesen Fällen darin, die am Boden wirkenden natürlichen Kräfte durch mechanisierte Bearbeitung, zu der oft eine Düngung oder Kalkung hinzutritt, zu unterstützen.

Die moderne Technik, bzw. die im Motor steckenden Kräfte in Verbindung mit zweckentsprechenden Geräten und Arbeitsmaschinen eröffnen heute Möglichkeiten, die selbst vom Ingenieur noch nicht genügend ausgeschöpft, geschweige vom Forstwirt gebührend ausgenutzt worden sind. Wir sind Zeugen der zweiten agrartechnischen Revolution, der Ablösung des Zugtieres durch die Kraftmaschine. Diese Umwälzung geht in ihren Auswirkungen weiter als die erste vor Jahrtausenden, die Ablösung des Grabestocks durch den von Ochsen gezogenen Hakenpflug. Die agrarkulturtechnische Umwälzung steckt erst in den Anfängen; sie lässt sich für den Augenblick folgendermassen kennzeichnen:

- a) Wir verfügen in Rad- und Raupenschleppern über hohe Zugkraftreserven, die es gestatten,
- b) schwere und in vielem neuartige Bodenbearbeitungsgeräte zu benutzen, um diese in erheblich höheren Arbeitsgeschwindigkeiten (etwa 5 bis 7 km/Std.) zu bewegen.
- c) Wir sind damit in der Lage, bei Bearbeitung gewachsenen Bodens einen besseren Effekt zu erzielen.
- d) Eine grössere Arbeitsbreite der Geräte in Verbindung mit höheren Arbeitsgeschwindigkeiten hebt die Flächenleistung. Eine tiefere Bearbeitung des Waldbodens steigert auf den meisten Standorten die Intensität der Bearbeitung.
- e) Die Schlepper, - vorwiegend die leichteren -, werden immer mehr zu Trägern der Geräte. Anbaugeräte verbessern gegenüber den bisher gebräuchlichen Anhängengeräten die mechanischen Eigenschaften der Traktoren. Das Aggregat der Antriebs-Arbeitsmaschine wird kürzer, die Wendigkeit besser.
- f) Eine Öl-Hydraulik nebst Dreipunktkupplung erhöht den Einsatzwert der Radschlepper bei der Bodenbearbeitung. Eine gleichmässige Tiefe der Bearbeitung ist gesichert. Eine höhere Zugleistung bleibt infolge Ausnutzung des auf die Geräte wirkenden Bodenwiderstandes gewährleistet.
- g) Neuartige Bodenmesser, Scheibenkörper und Streichblechformen, die der höheren Arbeitsgeschwindigkeit bei Schlepperzug angepasst sind, wurden gerade in letzter Zeit entwickelt.
- h) Die Kraft des Motors kann auch über eine Zapfwelle zum Antrieb rotierender Werkzeuge eingesetzt werden. Die Kraftausnutzung ist damit günstiger als bei den verhältnismässig grossen Haftkräften angetriebener Schleperräder, die ein Anhängengerät gleicher Stärke und Leistung zu ziehen haben.
- i) Die Entwicklung forstlich brauchbarer Bodenbearbeitungsgeräte mit rotierenden Werkzeugen kommt gegenwärtig erst in Fluss. Angetriebene Scheibengeräte sowie Anhängerpflüge mit angetriebenen Rädern werden vermutlich bald neben Bodenfräswerken und Rotorkrümlern zur Verfügung stehen.
- k) Man kommt über Schlepper, Gerät, Spezialwerkzeug und die gewählte Art der Kraftübertragung zu neuen Bodenbearbeitungsverfahren, die die Bearbeitung gütemässig verbessern und verbilligen.

Der Forstwirt ist damit in der Lage, höhere Anforderungen an die Bearbeitung von Waldböden zu stellen als bisher.

Die Mechanisierung der Bearbeitung von Waldböden ist im übrigen langsamer vorangekommen, als es der technischen Entwicklung entspricht, weil man häufig gegen den Grundsatz sinnvollen Einbaues dieser Arbeiten in den normalen betrieblichen Arbeitsprozess verstösst. Die Beschaffung von Spezialschleppern für die Bodenbearbeitung nebst Anbau-, bzw. Anhängengeräten ist bei der Struktur unserer Forstwirtschaft lediglich sinnvoll, wenn der Einsatz auf überbetrieblicher Basis, d.h. über den Maschinenhof, bzw. ein Lohnunternehmen oder in Forstbetrieben mit erheblichen Aufforstungsrückständen erfolgt. Schlepper sind Mechanisierungszentren unserer Forstbetriebe. Sie sollen als solche ganzjährige Ausnutzung finden. Eine volle Ausnutzung ist über Bodenarbeiten allein nicht zu erreichen. Man rechnet bei einem jährlichen Arbeitsquantum von 1500 bis 2500 Maschinenbetriebsstunden für betriebseigene Schlepper nur mit etwa 15 bis 25 % Bodenbearbeitungsstunden an den gesamten Einsatzstunden.

Es gibt bei intensiver Bewirtschaftung eines Reviers mehr Bodenbearbeitungsaufgaben, die die Produktionskraft von Standort und Bestand zu steigern vermögen, als man in der Praxis gegenwärtig annimmt. Die Ziele der Bearbeitung wechseln naturgemäss nach Art und Zustand des Waldbodens sowie nach den Bedürfnissen der Holzart und deren Bewirtschaftung. Man bezweckt auf nahezu gesunden, bzw. mehr oder weniger degenerierten Böden eine blosse Bodenvorbereitung, d.h. man will ein geeignetes Keimbeet für Kunst- und Naturverjüngungen sowie günstige Voraussetzungen für das An- und Aufwachsen einer Pflanzung schaffen. Man beschränkt sich bei nicht degradierten Standorten im allgemeinen auf rein mechanische oder überwiegend mechanische Behandlung des Bodens. Es kommt hier vornehmlich auf die Hebung des physikalischen Bodenzustandes an. Degradierete Waldböden verlangen demgegenüber eine durchgreifende Bodenverbesserung, d.h. volle Bodenmelioration. Man will die Wuchskraft des Bodens mit mechanischen, chemischen und biologischen Mitteln möglichst nachhaltig verbessern.

Die gesetzmässigen Zusammenhänge von Ursache und Wirkung sind, worauf hingewiesen wurde, in wissenschaftlich-exakter Weise noch nicht in allem geklärt. Klarer lassen sich die Zwecke der Bodenbearbeitung herausarbeiten, die die Zwischenglieder auf dem Wege zu den Zielen bilden. Es lässt sich ebenso etwas über die heute verfügbaren Mittel, d.h. Maschinen und Geräte sagen, mit deren Hilfe wir den gewollten Zweck auf beste Weise erreichen können. Der Forstwirt will den Bodenzustand im günstigen Sinne verändern. Er sucht dies je nach den örtlichen Erfordernissen über eine oder mehrere der nachfolgenden Weisen zu erreichen:

1. Ein Lüften und Lockern des Bodens dient der Verbesserung seines physikalischen Zustands. Es kann auf den Oberboden beschränkt bleiben, bzw. sich auch auf den Untergrund erstrecken. Man wird dort, wo Wasser im Minimum vorhanden ist, auf eine Lockerung verzichten oder diese wenigstens unmittelbar vor einer Saat oder Pflanzung vermeiden. Eine bessere Krümelstruktur und der erwünschte Garezustand sind letzten Endes das Nahziel dieser Form der Bearbeitung.

Die mechanische Ausführung der Lockerung bereitet gewisse Schwierigkeiten. Die Beschleunigungskräfte der Werkzeuge müssen, um eine gute Lockerung zu erzielen, verhältnismässig gross sein. Die von ihrer Umgebung losgelösten Bodenteilchen sollen ausweichen können. Sie dürfen namentlich auf bindigen Böden nicht zusammengequetscht werden. Die Bodenbewachsung, die Streuabfallschicht und die Rohhumusdecke dürfen in dieser Beziehung nicht hindern. Eine durchgehende gleichmässige Lockerung der Krume gewachsenen Bodens ist andererseits nicht erforderlich. Der Hessische Schwinggrubber leistet gerade in dieser Hinsicht eine gute Arbeit, sofern er hinter einem genügend zugleistungsstarken Schlepper eingesetzt wird. Die Zinken der von der Industrie für die Landwirtschaft angebotenen Krümelgeräte sind der Arbeit auf Waldböden nicht gewachsen. Eine Ausnahme bildet der im übrigen recht preiswerte Anbaugrubber des Ferguson-Systems. Ein Zinkenbruch ist auch nach den umfangreichen Einsatz Erfahrungen der TZF mit diesem Federzinken-Grubber praktisch ausgeschlossen. Die Arbeitsbreite des Grubbers ist bei 185 cm besonders wirtschaftlich. Die beachtlichen Arbeitsgeschwindigkeiten des Ferguson-Schleppers mit systemeigenen Grubber oder mit dem Schwinggrubber entsprechen beim Grubbern in Beständen den Anforderungen der Forstwirtschaft. Man sollte das Grubbern möglichst mittelschweren Forstschleppern übertragen.

Die technischen Schwierigkeiten wachsen mit der Tiefe der Lockerung. Die geschlossene Lockerung stärkerer Bodenschichten gelingt nur beim Einsatz rotierender Werkzeuge, die den Bodenteilchen eine der Tiefe der Bearbeitung angepasste wesentlich höhere Beschleunigung vermitteln. Eine Lockerung der Unterschicht ist auf diese Weise jedoch nicht zu erreichen. Man erzielt sie mittels eines Untergrundhakens usw. Der Untergrundpflug nach Forstmeister Bohm mit einstellbarer Federzugkraftauslösung, der im Treckerzug bis 50 oder 60 cm tief arbeitet, hat sich bewährt. Eine 35 bis 40 cm tiefe Lockerung geachsenen Bodens erreicht man mit dem sehr robusten Anbau-Untergrundlockerer des Ferguson-Systems.

2. Das Abziehen der lebenden und der toten Bodendecke gehört zu den klassischen Aufgaben forstlicher Bodenbearbeitung mit dem Waldstreifenpflug. Diese in biologischer Hinsicht primitive Form der Bearbeitung ist im Grunde eine Notlösung, zu der man Zuflucht nahm, als über das zwei- oder vierpferdige Gespann nur geringe Dauerzugkräfte zur Verfügung standen. Die Bearbeitung war in den meisten Fällen unzureichend, falls nicht eine Lockerung oder Aufhöhung des freigelegten Mineralbodens anschloss.

Der Zug, Waldpflugstreifen auf etwa 70 cm zu verbreitern und die Forderung nach völlig sauberer Ablage der Balken, führten zur Konstruktion des stets einwandfrei arbeitenden, auf der Stelle wendenden Lauenstein'schen Forstspezialpflugs. Dieser Pflug beansprucht aber unverhältnismässig hohe Zugkräfte und erfordert als Zugmaschine Raupenschlepper von 60 PS. Neue leichte Anhänge-Streifenpflüge haben sich nicht in dem erwarteten Umfange durchgesetzt.

Anbau-Streifenpflüge werden seit kurzem von einer westdeutschen Firma versuchsweise gebaut. Diese Pflüge benötigen einen mittelschweren Forstschlepper zum Träger. Die leichteren Anhänge- und die Anbau-Streifenpflüge befriedigen in der Arbeit nur auf nicht zu schweren und weniger verunkrauteten Böden.

3. Das Zerkleinern der Bodendecke tritt vor allem bei Vollumbruch von Waldboden als Aufgabe hinzu. Man setzt hierzu den zugkraftaufwändigen, zehnscheibigen Scheibenschälppflug "Roburit" der Firma Eberhardt, gezogen von einem mittleren Forstschlepper, ein. Der Pflug zerschneidet, mit 6 oder 7 Scheiben benutzt, auch mittelstarke Bodendecken gut. Die Bearbeitung schwerer Bodendecken übernimmt besser und wirtschaftlicher der Scheibenpflug "Roller I".

Die verstellbare Ferguson-Scheiben-Anbauegge in der Arbeitsbreite 180 cm genügt unter leichten Verhältnissen auch. Dieses Anbaugerät lässt sich ebenso wie die zweiachsige Traktor-Scheibenegge TSEB 431 der Firma Eberhardt in 150 cm Breite mit Schnittwinkelverstellung hinter einem mittelschweren Forstschlepper zum Zerkleinern schollig gepflügten Bodens verwenden. Ein kreuzweises Eggen unter einem möglichst spitzen Winkel ist mit allen diesen Geräten geboten.

4. Die völlige Umschichtung des Bodens lässt sich auf einfachste Weise durch Wenden mit einem Pflug erzielen. Man wendet den Boden auf der Freifläche und gelegentlich auch unter Bestand möglichst vollflächig. Dieser Vollumbruch soll die Kultur behindernde Bodenbewachsung unschädlich machen sowie gleichzeitig ein günstiges Saat- oder Pflanzbeet durch Lockerung des Bodens, durch Einmischen aufliegender Hu-

musschichten durch Einbringen von Kalk, bzw. Dünger schaffen. Die Vorteile des Vollumbruchs bedürfen hier nicht der Erläuterung. Es sind im wesentlichen ein gutes Anwachsen, keine Nachbesserungen, ein schnelles Aufwachsen, die baldige Bodenabdeckung, keine nennenswerte Spätfrost- oder Dürrefährdung, das Zurückhalten des Engerlings, niedrige Reinigungskosten, eine dichte Jugenderziehung und späte Differenzierung, gute Astreinigung und geringe Pflegekosten.

Die Ausführung eines tiefen (über 60 - 90 cm) oder eines mitteltiefen (über 35 - 65 cm) Vollumbruchs ist an die zuvorige Rodung der Wurzelstöcke gebunden. Die Firma Eberhardt liefert für diese Art der Bodenvorbereitung zwei anerkannte Tief-Beetpflüge TBT 41 (bis 50 cm Tiefgang hinter schwerem Allrad-schlepper) und den TBT 61 (bis 80 cm Tiefgang) hinter Raupen von 60 bis 80 PS. Das Niedersachsenwerk führt für den gleichen Zweck die Tiefkulturpflüge Stubbenknecht I (Arbeitstiefe bis 60 cm, entspricht dem früheren "Waldmann") und Stubbenknecht II (Arbeitstiefe bis 85 cm, Zugmittel Raupe 60 bis 90 PS).

Das Ausbleiben von Selbstwerbern, die heute sehr teure Eigenrodung sowie die immer schlechter werdenden Verwertungsmöglichkeiten für Stockholz drängen die Forstwirtschaft zum flachen, d.h. zu einem nur 25 bis 35 cm tiefen Vollumbruch ohne zuvorige Stockrodung. Der Moorrabe-Pflug des Niedersachsenwerks oder der einfurchige Moor-Forstkulturpflug TMO 50 der Firma Eberhardt, - gezogen von mittelschweren Forstschleppern mit Allradantrieb -, wenden den Boden auf ca. 25 bis 30 cm Tiefe auf nicht gerodeten Flächen bzw. unter lichtem Bestand einwandfrei. Sie legen den Boden um etwa 90° um und decken auch die Teile des Waldbodens ab, die wegen der Wurzeln und Stöcke nicht voll bearbeitet werden können.

Eine ansprechende Arbeit leisten bei flachem Vollumbruch Anbau-Kehrpflüge, die in verschiedenen Fabriken zu leichten und mittelschweren Forstschleppern als Dreh-, Kipp- und Wechselflüge bezogen werden können. Diese Kehrpflüge gestatten auch die Bearbeitung kleiner, unregelmässig gestalteter Flächen. Sie bewähren sich besonders bei Vollumbruch unter Bestand. Es kann auch der Stelle gedreht und in der gleichen Furche nach dem Drehen oder Kippen des Pfluges zurückgefahren werden (s.u.). Der Pflug ist nur hinter Zugmaschinen zu verwenden, die eine gute Sicht auf das arbeitende Gerät bieten. Der einfurchige Winkel-Drehpflug zum Ferguson-Schlepper FE 35 hat sich dank der guten Öl-Hydraulik dieses Schleppers zu flachem Vollumbruch bewährt. Diese Art von Anbaupflügen sollte zum Vollumbruch grundsätzlich nur mit einem Sicherheitsauslöser verwendet werden.

Tellerförmig gewölbte Scheiben mit einem Durchmesser von 656 (Roller I und Anbaupflüge) und 710 mm (TSS 80) werden anstelle starrer Pflugkörper in der Forstwirtschaft mit wachsendem Erfolg verwendet. Der Scheibenpflug kann zwar den tiefer arbeitenden Beetpflug nicht ersetzen, er sorgt aber für eine bessere Durchmischung und Krümelung des bearbeiteten Bodens. Pflüge mit Scheiben von 656 mm Durchmesser wenden auch trockene und verhärtete Böden, bzw. ausgehagerte Stellen bis auf 30 cm Tiefe. Die kreisrunden Pflugschare heben sich leicht über Wurzeln und andere Bodenhindernisse hinweg. Die Stunden- und Flächenleistung wird infolge geringerer Störungen durch Hindernisse sowie wegen der höheren Pfluggeschwindigkeit grösser als bei Streichblechpflügen. Schwere Scheiben-Anhängepflüge, wie beispielsweise der Roller I mit 3 oder 4 Scheiben der Firma Eberhardt erfordern hohe Zugkräfte, d.h. als Vorspann wenigstens einen mittelschweren (zwei- oder dreischiebig) oder einen schweren Allradschlepper (vierschiebig). Scheibenpflüge eignen sich besonders zur Bearbeitung schwerer Lehm- und Tonböden.

Leichte und mittelschwere Forstschlepper können bei entsprechend geringerer Arbeitsbreite die gleiche Arbeit mit Hilfe zweiseibiger Anbaupflüge versehen. Man muss jedoch besonders robuste Traktor-Scheibenanbaupflüge auswählen. Traktor-Scheibenschwenk-Anbaupflüge wie der Pflug TSCH 452/2 der Firma Eberhardt erlauben bei automatischem Schwenken und Verriegeln der Scheiben auch die Bearbeitung kleinerer Flächen unter Bestand, denn es kann in der Furche zurückgepflügt werden. Die benutzten Schlepper sollen in jedem Falle über genügend Kraftreserven verfügen, um beim Pflügen mit Scheiben die unerlässliche hohe Pfluggeschwindigkeit zu erreichen.

Eine tiefe Bearbeitung des Bodens ist nicht immer ein Vorteil. Die Humusschicht soll im Interesse ihres natürlichen Abbaues und der in ihr lebenden Wesen keineswegs "beerdigt" werden. Vollumbruch-Tiefpflüge wenden die Pflugscholle nicht um volle 180°. Die Scholle steht vielmehr nach dem Pflügen unter einem Winkel von 60° bzw. 45° zur Bodenoberfläche. Dieses unvollkommene Wenden, bzw. "Stellen" des Bodens bewirkt neben besserer Durchmischung auch eine günstigere Krümelung als das volle Wenden. Die Durchmischung bleibt jedoch bei allen Wendeverfahren auf eine verhältnismässig schmale Bodenzone beschränkt.

5. Eine ansehnliche Vermischung, d.h. ein intensives Durchmengen und Durchmischen von Humusschicht, Streuabfall sowie zerschlagenen Resten der Bodenbewachsung, bzw. von Rohhumus und Ausbleichhorizont mit dem unteren gesunden, nicht entarteten Mineralboden erreicht man mit Geräten, die den Boden ausgesprochen vermischen und zerkleinern. Das sind Pflanzlochgeräte oder Bodenfräsen.

Die Durchmischung dient bei degenerierten Waldböden in erster Linie der Humuspflge. Je geringer die Rohhumusaufgabe, eine umso flachere Bearbeitung reicht in der Regel aus. Degradierete Böden bedürfen einer tiefergehenden Bearbeitung zur Homogenisierung ihres Gefüges, die nicht mit der Bodenfräse, sondern vorerst nur mit einem entsprechend tief wirkenden Vollumbruchverfahren zu erreichen ist.

Nach WITTICH werden bei plötzlicher Mischung der sehr inhomogenen Horizonte eines Podsolbodens im Bodengemisch starke Spannungen erzeugt, die bestimmte kolloid-chemische Vorgänge auslösen. Nährstoffe werden als Folge dieses Vorganges mobilisiert. Es werden Basen frei, die bis dahin vom Auflagehumus oder im Auswaschungshorizont sorbiert waren. Die blosse Durchmischung der Horizonte hält die weitere Auswaschung des Bodens zurück.

Die heutigen Anforderungen der Forstwirtschaft an die Arbeit der Bodenfräsen sind vielseitig. Rechtzeitige flache Verwundung des Waldbodens auf 7 - 12 cm macht diesen zur Aufnahme einer Rotbuchen- oder Eichenmast, bzw. von Kiefern- und Weisstannenflug fängisch. Junge Weisstannen sind für ein Keimbett aus innig gemischtem Mineralboden und Humus besonders dankbar. Der Boden nimmt die Samen der Baumarten gut auf. Er bietet ein einwandfreies Winterlager. Die Jungpflanzen fassen infolge des verbesserten Wasser- und Nährstoffhaushalts leichter Fuss und überstehen Dürreperioden. Laubstreu findet an der aufgerauhten Oberfläche ursprünglich verhagelter und verhärteter Böden einen guten Halt.

Ein Tieffräsen von Waldboden bis auf ca. 20 cm Tiefe ist mit Haumesser-Fräswerken möglich. Die Fräswerke der Einachsschlepper "Pionier", Bungartz L 5 und Holder ED 10 mit 10 bis 12 PS Motor-Nennleistung erfüllen diesen Zweck unter leichten Verhältnissen in zwei, zumeist jedoch in drei Fräsarbeitsgängen. Brauchbare Anbau-Fräswerke zu Forstschleppern stehen aus deutscher Fertigung im Augenblick wohl noch nicht zur Verfügung. Der Waldboden lässt sich auch unter schwierigen Verhältnissen mit dem englischen Rotavator-Forstfräswerk (93 cm breit) in einem Arbeitsgang auf volle Tiefe bearbeiten. Die Hannover'sche Maschinenfabrik hat kürzlich das bodenfrei laufende Osthau-Fräswerk als Schlepper-Anbaufräse in genügend schmaler Ausführung herausgebracht. Die Fräse geht in Kürze in Prüfung. Hauenmesser-Forstfräsen bearbeiten auch durchwurzelte (Vorsicht bei Fichte!), steinhaltige und erheblich verunkrautete Waldböden. Diese Bodenfräsen können auf Kahlfächen oder in Beständen zur Fertigung saat- und pflanzfertiger Streifen anstelle der leider immer noch üblichen teuren Hack- oder Grabestreifen eingesetzt werden. Es ist ebenso möglich, einen flachen Vollumbruch mit der Forstfräse auszuführen, ohne vorher Stöcke zu roden. Die Einhaltung der grösseren Arbeitstiefe verlangt vorerst bei allen Systemen eine sehr geringe Fahrgeschwindigkeit. Einachs- und Vierradschlepper müssen über einen oder zwei Kriechgänge verfügen. Die Flächenleistung beim Fräsen ist deshalb verhältnismässig klein und die Arbeit kostspieliger als ein Pflügen oder Grubbern.

Die zahlreichen Bearbeitungsmöglichkeiten, die gerade Bodenfräsen zur Intensivierung des Waldbodens auch bei kleinflächiger Bewirtschaftung bieten, sind längst nicht ausgeschöpft. Die Anwendungsbereiche der Pflanzlochbohrgeräte sind dagegen weit engere. Eine 50 bis 80 cm tiefe Durchmischung und gründliche Lockerung von Pflanzplätzen mit 60 - 80 cm Durchmesser ist nur bei Pflanzung von Pappelhybriden, vereinzelt bei der Einbringung von Laubholzlohlen und -heistern erforderlich. Rahmenbohrer (Hako) belassen das Erdreich im Borhloch. Die schneckenförmigen Bohrkranze des Eberhardt- oder des Ferguson-Bohrgestänges heben etwa zwei Drittel des gelockerten Erdreiches aus.

6. Das Hochpflügen, bzw. das Aufhöhen des Bodens zu kleinen Wällen oder Dämmen bietet den Jungpflanzen einen höheren Stand, um sie vor bedrängendem Unkraut sowie Frost und Pilzkrankungen (Kiefern-schütte), u.U. auch vor Bodennässe zu schützen. Furchengrund und Hochbeet liefern waldbaulich willkommene, feinabgestimmte Kleinstandorte.

Streifen-Aufhöhpflüge zur Herstellung von Hochstreifen auf Wald-Streifenpflugfurchen werden kaum noch verwendet. Bifang-Pflüge für Schlepperzug, ein noch in bestimmten Landesteilen Bayerns übliches Verfahren, kippen von der Furche her nach beiden Seiten die um etwa 180° gewendeten Schollen auf die daneben befindlichen unbearbeiteten Streifen. Das Hochbeet des Bifangs entsteht aus zwei, bzw. eigentlich drei übereinander gepackten, bzw. liegenden Erd- und Humusschichten, die nach dem Anwalzen oder Setzen pflanzfertig sind. Die Pflanzarbeit erfordert ähnlich wie beim flachen Vollumbruch mehr Zeit und Kosten als bei mitteltiefem, bzw. tiefem Vollumbruch.

Die Wahl zweckentsprechender Bearbeitungsgeräte und Maschinen bleibt Sache der Betriebsführung. Jede der besprochenen Bearbeitungsaufgaben kann mit verschiedenen Zusatz-, Anbau- oder Aufhängegeräten erfüllt werden. Man hat gewöhnlich auch noch die Wahl zwischen verschiedenen Bearbeitungswerkzeugen, die dem gleichen Zweck dienen, wie beispielsweise zwischen einer Pflugscheibe oder dem rotierenden Messer der Bodenfräse.

Die nachstehende Übersicht vermittelt Einblicke in die nach dem gegenwärtigen Stand der Mechanisierung möglichen Zuordnungen von Bearbeitungsverfahren, Bearbeitungswerkzeugen und -gerät, sowie Antriebsmaschinen. Der Waldbesitzer, bzw. der Betriebsführer wird sich in jedem Sonderfall zunächst für die dem speziellen Ziel entsprechende Bearbeitungsgrundform zu entscheiden haben. Die Anpassung der Bearbeitungsweise an die besonderen Verhältnisse von Standort und Baumart durch Abwandlungen im Verfahren und die Festlegung des Intensitätsgrades der Bearbeitung bedürfen anschliessend der Regelung. Es ist möglich und zweckmässig, für einen bestimmten Forstbetrieb in Anlehnung an die vorkommenden Standortgrundtypen Normen für die Bodenbearbeitung zu erarbeiten, um mit so wenig Geräten wie möglich auszukommen.

(Siehe Übersicht Seite 12)

Die Auswahl der örtlich benötigten Geräte aus den etwa für die Bearbeitung "Vollumbruch - flach" zur Verfügung stehenden Geräten wird wiederum durch die im Forstbetrieb verfügbare Kraftquelle bestimmt. Die Beschaffung der Kraftquellen, d.h. der Schlepper, die in einem Forstbetrieb zum Einsatz kommen, erfolgt gewöhnlich im Anhalt an den schwerpunktmässigen Einsatz dieser Schlepper, das ist in der Regel die Holzbringung. Die einem Forstamt auf den Leib geschriebene Lösung des Holzbringungsproblems beeinflusst somit indirekt auch die Lösungen, die für die Bodenbearbeitung gesucht werden müssen.

Steht ein leichter bis mittelschwerer Forstschlepper zur Verfügung, bleibt einem die Wahl zwischen einem Anbau-Kehrpflug und einem Anbau-Scheibenpflug. Als Anbau-Scheibenpflug genügt in der Regel ein beetpflugartig arbeitender Saat-Anbaupflug. Es gibt aber auch Scheiben-Schwenk-Anbaupflüge, die bei der Bearbeitung kleiner und ungünstig geformter Flächen ein Zurückpflügen in der soeben geschnittenen Furche gestatten. Diese Pflüge sind jedoch verhältnismässig teuer und empfindlich. Hält der Betrieb einen Forst-Allradschlepper, so erreicht man u.U. mit einem Anbaubeetpflug oder einem schweren Anbau-Scheibenpflug bei zusammenhängenden und grösseren Bearbeitungsflächen eine höhere Flächenleistung als mit Anbaupflügen. Forstbetriebe, die nur einen Einachsschlepper, bzw. ein Anbau-Fräswerk besitzen, müssen sich mit einem nur 20 cm tiefen, der Durchmischung nach aber günstigeren Flachumbruch begnügen. Der Forstschlepper mit Anbaufräswerk erzielt eine höhere Flächenleistung als der Einachser nur in seinem ersten Arbeitsgang. Der grosse Schlepper benötigt im übrigen nur einen Durchgang, um die Fläche auf die Tiefe von 20 oder 22 cm zu fräsen. Der Einachsschlepper arbeitet dafür auch in jungen, stammzahlreichen Beständen (Vorbereitung von Laubholzunterbau), die von Forstschleppern nicht befahren werden können, sowie auf besonders kleinen Flächen.

Es ist für den Forstwirt schwierig, immer die richtige Wahl unter den gängigen Schlepper-Pflugsystemen zu treffen, die ihm die vorstehende Übersicht noch zu seinen verfügbaren Kraftquellen gestattet. Da ist zunächst zu unterscheiden zwischen:

	Anhängepflügen	und	Anbaupflügen
Kupplung	über Zughaken		über Dreipunktgestänge
Einsetzen und Ausheben	automatisch durch Seilzug über Sperrklinke am Pflugrahmen, bzw. Hebevorrichtung am Landrad oder hydraulische Aushebevorrichtung (Gummibereifung)		über Hydraulik (Kraftheber)
Anbau	anhängen durch 1 Mann ohne Hilfe		bei guten Systemen schnell und ohne Hilfe an das Dreipunktgestänge
Transport	verhältnismässig schwierig und langsam mit Hilfe eines Transportrades oder des festgestellten Hinterrades		leicht und schnell getragen vom Kraftheber
Gewicht und Preis	relativ hoch		günstiger
Arbeitssysteme	durchweg Beetpflüge		auch Kehrpflüge (s.u.)
Zugkraftbedarf	verhältnismässig gross		auch wegen geringerer Arbeitsbreite und -tiefe kleiner
Vorgewende	immer gross		klein, in der Regel auf der Stelle-Zurückstossen leicht möglich
Hangarbeit	im allgemeinen bis zu 10% Gefälle quer Hang		oft sogar auf 20 - 30% quer zum Hang
Antischlupf	nicht vorhanden		durch zusätzliche Belastung der Hinterachse mit Anbaugerät usw.

Die Bauarten der im Walde benutzten Pflüge sind für die beiden besprochenen Gruppen äusserst mannigfaltig. Man verwendet mit Ausnahme bei Scheibenpflügen in der Forstwirtschaft nur einscharig, d.h. einfurchig arbeitende Pflüge. Mehrscharige Pflüge sind vorwiegend für ein sehr flaches Umwenden bestimmt. Sie erfordern auch dann auf gewachsenem Boden hohe Zugkräfte. Ihre Anpassung an die Unebenheiten des Waldbodens ist ausgesprochen schlecht. Die Rahmenbauweise bietet eine sichere Führung als Karrenpflüge; sie lassen sich bequemer verstellen. Ein grundlegender Unterschied besteht zwischen Beet- und Kehrpfügen.

Beetpflüge	und	Kehrpfüge
Der Pflugkörper pflügt nur nach einer Seite, zumeist nach rechts.		Besitzt in der Regel zwei während der Arbeit durch Drehen oder Wechseln automatisch austauschbare Pflugkörper. Pflügt nach beiden Seiten.
Man pflügt deshalb "Beete" zusammen oder auseinander. Man fährt am Ende jeder Pflugfurche lange Leerwege, verbraucht viel Zeit zum Umsetzen.		Erspart Mittelfurche, legt in beiden Fahrrichtungen Furche neben Furche. Dreht auf der Stelle, erspart Leerwege. Flächenleistung steigt dadurch um bis zu 10%.
Hangarbeit sehr erschwert. Man kann bei Quersahrt nur Furche nach einer Seite ablegen (hangaufwärts nur bei flacher Bearbeitung, sonst hangabwärts). Fährt somit einmal "leer" über den Hang.		Pflügen erfolgt in beiden Richtungen, ohne Zwang zur Leerfahrt.
Einsatz an genügend grosse und entsprechend gestaltete Flächen gebunden.		Flächengrösse und -gestalt spielen keine Rolle. Vorzüglich zum Pflügen kleiner Stücke zu gebrauchen. - Hohe Wendigkeit.
Beetpflüge sind verhältnismässig preiswert.		Pflüge ähnlicher Bauart und Ausführungsstärke schon wegen der beiden Schare teurer. Die Lebensdauer der Schare ist dafür zusammen genommen grösser.

Abschliessend bedürfen noch die Werkzeuge des Pfluges, soweit diese für den Schlepperzug oder die Forstarbeit einer besonderen Gestaltung bedürfen, kurzer Besprechung. Die Benutzung der richtigen Form des Pflugkörpers ist für den Erfolg der Bodenbearbeitung von derselben Wichtigkeit wie die Wahl eines geeigneten Pflugtyps. Es werden nach Ansicht von Prof. Dr. Freese die liegende und die gewundene Körperform noch in viel zu grossem Umfange eingesetzt. Man verwendet an den meisten deutschen Schlepperpflügen noch Körperformen, die bei Gespannzug Berechtigung hatten. Im Schlepperzug geht das Wenden bei gewundenen Formen stets auf Kosten des Lockern und Mischens. Die Schare von Wald-Streifenpflügen dienen vornehmlich diesem Zweck, für sie gilt das Gesagte ebensowenig wie für Pflüge, die bei flachem Vollumbruch die Scholle um ca. 90° zu wenden haben. Je steiler die Körperform gewählt wird, umso besser gelingen Lockerung, Krümelung und Mischung. Steile Körperformen sollen gerade noch gut decken oder stellen. Sie erhöhen den Zugkraftbedarf etwas. Gewundene Formen leisten allenfalls in leichten Böden gute Arbeit, wenn sie zügig in höhere Geschwindigkeit gefahren werden.

Die Arbeit unserer Pflüge wird durch zusätzliche Werkzeuge verbessert. Ein Messersech genügt den Anforderungen auf gewachsenem Boden keineswegs. Durchwurzelter, bewachsener und fester Waldboden erfordert stets ein Scheibensech, das bei nicht zu geringem Scheibendurchmesser möglichst mit Ausschnitten versehen, bzw. gezackt sein soll.

Die Periode durchgreifender Motorisierung der maschinellen Bodenbearbeitung, in die wir eintreten, gestattet unter Beachtung biologischer und standörtlicher Erfordernisse eine zunehmende Intensivierung des Waldbaus. Die Technik bietet uns hierzu viele neue interessante Wege. Die Forsttechnik hat sich, soweit es irgend möglich ist, den waldbaulich-biologischen Erfordernissen anzupassen. Die Jahre, die vor uns liegen, werden die vom betriebswirtschaftlichen Standpunkt begrüssenswerte Einordnung der Bodenbearbeitung in den Gesamtrahmen der Wirtschaftsführung bringen. Die kommende Epoche ist vermutlich gekennzeichnet durch

- a) zunehmende Ablösung des Gelegenheitsfuhrunternehmers durch die Regie-Ausführung über Forstbetrieb oder Maschinenhof, bzw. spezialisierte Lohnunternehmen.
- b) Einfügung, bzw. Einplanung der Bodenbearbeitung in die Neuordnung eines weitgehend mechanisierten Forstbetriebes sowie durch
- c) Ausrichtung und Ausbildung aller Mitarbeiter des Forstbetriebes, - Betriebsführer, Beamte, Angestellte und Facharbeiter -, auf die Spezialaufgaben und Besonderheiten dieses von der technischen Seite her völlig neu geordneten Betriebes.

[ ] bedeutet, das Gerät ist für diesen Zweck nur bedingt oder eingeschränkt anwendbar. - Texte in runden Klammern dienen lediglich der Erläuterung -

Kraftquellen des Betriebes	Einachsschlepper		Vierrad-Kleinschlepper	Forstschlepper		Forst-Allradschlepper		Raupenschlepper	
	leichte ca. 5 PS	schwere 10-12 PS	von 10 und 12 PS	leichte über 25-30 PS	mittelschwere über 30-35 PS	mittelschwere über 30-40 PS	schwere über 40-60 PS	mittelschwere 55-75 PS	schwere 80-100 PS
gebräuchliche Typen	Hako 5 PS	Bungartz L 5 Holder ED 10 Pionier	Bungartz T 5 - 12 PS Holder-Allrad A 12	Unimog 30 PS	Ferguson EE 35 34/35 PS	MAN - 40 PS Nordtrak 36 PS	MAN - 50 PS Nordtrak - 45 PS Ford	Hanomag K 60 Deutz 60 PS	Hanomag K 90 Kaelble 100 PS
Ausstattung	Zusatzgeräte			Anbaugeräte			Anhängegeräte		
Bearbeitung									
1. Lockern und Lüften									
a) Bodendecke und Bodenkrume	-	[Fräswerk]	[Fräswerk]	-	Zinkengrubber Anbau-Schwinggrubber	-	-	-	-
b) Tiefenlockerung	-	-	-	Anbau-Schwinggrubber	Anbau-Schwinggrubber	Anbau-Schwinggrubber	-	-	-
2. Bodendecke									
a) Aufdecken	-	-	-	-	[Wald-Anbaupflug] Walzenkeilpflug	Wald-Anbaupflug Walzenkeilpflug	(Forst-spezialpflug)	Forst-spezialpflug	-
b) Zerkleinern	-	-	-	-	Anbau-Scheibenegge	Anbau-Scheibenegge	Roburit K 1	(Rotex K 2) Roller I	-
3. Umwenden									
a) Vollumbruch-flach (→ 35 cm)	-	[Fräswerk → 20cm]	-	-	Anbau-Kehrpflug (Winkel-drehpflug) Anbau-Scheibenpflug (2-scheibig) [Anbau-Fräswerk I]	Anbau-Kehrpflug (einscharig) Anbau-Scheibenpflug (2-scheibig) Anhängerpflüge (Moorabe u. TMO 50)	Scheibenpflug (Roller I)	Scheibenpflug (Roller I)	-
b) Vollumbruch - mitteltief (über 35 - 55 cm)	-	-	-	-	-	I Beet-Tiefpflug I (TBT 31)	Beet-Tiefpflug (TBT - 41 - 50 cm) Stubbenknecht I	Beet-Tiefpflug (TBT - 41 - 50 cm) Stubbenknecht I	-
c) Vollumbruch - tief (60 - 90 cm)	-	-	-	-	-	-	-	Beet-Tiefpflug (TBT - 61 - 80 cm) Stubbenknecht II	Beet-Tiefpflug (TBT - 61 - 80 cm) Stubbenknecht II
4. Durchmischen									
a) auf Plätzen	[Pflanzloch-bohrer I]	Pflanzloch-bohrer	Pflanzloch-bohrer	Pflanzloch-bohrer (Eberhardt)	Pflanzloch-bohrer (Ferguson)	Pflanzloch-bohrer (Eberhardt)	-	-	-
b) streifenweise oder vollflächig flach (→ 12 cm)	[Fräswerk]	Fräswerk	Fräswerk	Anbaufräse (Rotavator?)	Anbaufräse (Rotavator)	-	-	-	-
tief (→ 20/22 cm)	-	Fräswerk (2 - 3 Arbeitsgänge)	-	Anbaufräse (Rotavator?)	Anbaufräse (Rotavator)	Anbaufräse	-	-	-

#### L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

- Freese, H. - Fragen der Bodenbearbeitung und ihre technische Lösung  
Zeitschrift "Landtechnik" Heft 5, 1952
- Liebeneiner, E. - Vollumbruch auf nicht gerodeten Flächen -  
"Der Forst- und Holzwirt" Heft 9, 1955
- Loycke, H. J. - Maschinelle Bodenbearbeitung in Beständen -  
"Forstarchiv", Heft 2/3, 1952
- Loycke, H. J. - Die Sicherung der Buchen-Naturverjüngung durch Bodenverwendung oder -bearbeitung -  
Forsttechnische Informationen Nr. 61/1951
- Loycke, H. J. - Bodenfräsen in der Forstwirtschaft -  
"Allg. Forstzeitschrift" Nr. 7, 1957
- Preuschen, G. - Die Technik im landwirtschaftlichen Betrieb -  
Verlag Ulmer, Stuttgart 1951
- Siebenbaum, H. - Vollumbruchverfahren, betriebswirtschaftliche und waldbauliche Beurteilung -  
"Forstarchiv" Heft 1, 1957
- Wittich, W. - Landwirtschaftliche Zwischennutzung im Walde -  
Verlag Schaper, Hannover 1948

Zu dem gleichen Thema wird auch Oberforstmeister Dr. Lubisch, Leiter des Niedersächsischen Maschinenhofes, Stellung nehmen.

Schriftleitung: Oberforstmeister Müller-Thomas, Mainz. Verlag "Forsttechnische Informationen", Mainz, Ritterstrasse 14, Ruf: 86365. Erscheinungsweise: monatlich. Jahresbezugpreis DM 14.-. Zahlung wird erbeten auf das Konto "Verlag Forsttechnische Informationen" Nr. 2003 bei der Städtischen Sparkasse Mainz. Postscheckkonto der Städtischen Sparkasse ist Frankfurt/Main, Nr. 4085. Kündigungen 4 Wochen vor Jahresende. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Gerichtsstand und Erfüllungsort sind Mainz.