

FORSTTECHNISCHE INFORMATIONEN

Mitteilungsblatt des
„KURATORIUM FÜR WALDARBEIT UND FORSTTECHNIK“

Herausgeber: Oberforstmeister a. D. Müller-Thomas

Postverlagsort Mainz

Verlag „Forsttechnische Informationen“, Mainz, Ritterstraße 14

März 1964

Nr. 3

Stand und Entwicklungstendenzen der Kulturtechnik

Von Dr. H. J. Loycke, Dillingen/Donau *

Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik

Die Forstbetriebe arbeiten mit Kulturverfahren, die entweder übernommen wurden oder vom Revierleiter gemeinsam mit Mitarbeitern nach Jahren des Experimentierens und Beobachtens Schritt für Schritt erarbeitet werden konnten.

Keine Lösung ist jedoch von Dauer, auch wenn sie den standörtlichen Verhältnissen, dem Betriebsziel sowie den Anforderungen der Baumart entspricht. Schon die Zeitumstände, — die allgemeine Lage der Forstwirtschaft, der sich heute abzeichnende Umwandlungsprozeß, zunehmender Mangel an Arbeitskräften und steigende Waldarbeiterlöhne bei sinkenden Holzpreisen —, machen dann und wann eine Überprüfung der eingebürgerten Kulturverfahren notwendig.

Wir leben überdies in einer Zeit, in der Naturwissenschaft, Technik und Wirtschaftswissenschaft sehr gefördert werden. Der Fortschritt wurde sprunghaft; eine erneute Rationalisierung wird deshalb immer notwendiger.

I. Die Entwicklungstendenzen

Im Bestreben, die Kulturarbeit zu rationalisieren, wurde die Praxis in recht konträre Richtungen gedrängt. Die im alten Europa vorherrschende Richtung strebt nach **Vereinfachung** der Kulturmethode, mit dem Ziel, eine Kultur so billig wie möglich auszuführen. Man glaubt, dieses Ziel am besten zu erreichen, indem man einzelne Teilarbeiten der Arbeitskette Kulturgründung ausläßt, um gleichzeitig die wenigen, die verbleiben, so einfach und so billig wie möglich zu erledigen. Das ist um so bemerkenswerter, als diese Tendenz in der Bundesrepublik und in Angrenzerstaaten, d. h. in Ländern zu beobachten ist, in denen die Bewirtschaftung des Waldes immer intensiv gewesen ist.

Die Arbeitskette Kulturgründung schließt Kulturarbeiten nachstehender Gebiete ein:

1. Flächenbehandlung vorder Neukultur, (Freimachen von Schlagreisig und Schlagabraum, Behandlung hindernder Wurzelstöcke, Beseitigen der toten oder lebenden Bodendecke, unerwünschter Bestockung, Entwässerung, Bewässerung),
2. Bodenbearbeitung und Bodenverwundung,
3. Kulturdüngung und Humuspflüge,
4. Saat und Pflanzung,
5. Kulturschutz und -pflege.

Als bekanntes Beispiel kulturtechnischen Vereinfachens ist die Pflanzung von nacktwurziger Fichte mit der Wiedehopfhäue in gewachsenen Boden zu erwähnen. REISSINGER hofft neuerdings, durch die Winkelpflanzung großer Fichten (etwa 80 bis 110 cm) auch auf die Teilarbeiten Kulturschutz und Kulturpflege verzichten zu können. Die ganze Kulturmethode schrumpft damit zum Pflanzvorgang zusammen. Andere versuchen, nach der Vernichtung der Bodenbewachsung in den Waldboden zu pflanzen. So bringt JUNACK zweijährig verschulte Kiefern mit dem Hohlspaten nach Anwendung chemischer Unkrautmittel direkt in die abgestorbene Bodendecke. Das Ausland geht mit der Vereinfachung noch viel weiter. In Großbritannien wird Buschwald und Gestrüpp durch Niederbrechen mit vom Raupenschlepper gezogenen Zertrümmerungswalzen vernichtet, um anschließend in den mit Holztrümmern übersäten Boden Nadelholz zu pflanzen.

In Übersee pflegte man größere entwaldete Gebiete vom Flugzeug aus ohne Bodenvorbereitung mit Nadelholzsamen zu besäen. Um eine bessere Samenausnutzung zu erzielen, wurden später freilich Saaten aus der Luft zunächst nur noch auf Flächen vorgenommen, deren Boden mit Hilfe von Scheibeneggen oder Pflügen vorbereitet war. Neuerdings ist man in Rußland, USA und Kanada dazu übergegangen, Forstkulturen mit Hilfe hochmechanisierter Verfahren bei niedrigen Kosten in biologisch befriedigender Weise zu gründen.

*) Herausgeber des Handbuches der Forstkulturtechnik mit dem Titel „Die Technik der Forstkultur“. Siehe Hinweis in Nummer 12/1963 dieses Blattes.

Der Tendenz, den Arbeitsprozeß bei der Kultivierung von Großflächen in technologischer Hinsicht zu verfeinern, kommt die Entwicklung von Vollbestellungsmaschinen entgegen, durch deren Einsatz eine **Konzentration** mehrerer Teilarbeiten zu einem Arbeitsvorgang möglich ist. So werden mit einem in USA entwickelten, von einem Kettenschlepper gezogenen Vollbestellungsgerät zugleich zwei ein Meter breite Furchen in 2,4 m Abstand von Mitte zu Mitte mit Scheibengeräten gepflügt, gewalzt und besät. Die Engländer fertigen und benutzen neuerdings Forstpflüge mit eingebautem Kastendüngerstreuer.

Beide, die nach Vereinfachung und die nach Konzentration strebende, Richtungen wollen die Kulturarbeit weitgehend rationalisieren. Sie versuchen eine Steigerung der Arbeitsproduktivität und gleichzeitig eine fühlbare Senkung der Kulturkosten, jede auf ihre Weise, zu erreichen. Doch es ist noch ein dritter Weg gangbar, nämlich die **getrennte Ausführung** aller aus waldbaulichen Gründen oder ertragskundlichen Überlegungen nützlichen Teilarbeiten. Das setzt jedoch eine **gute Rationalisierung** der einzelnen zur Anwendung kommenden manuellen oder maschinellen Arbeitsverfahren voraus. Die **Mechanisierung** der einzelnen Teilarbeiten mit **modernen Mitteln** bietet wirtschaftlich oft erst die Möglichkeit, sie durchzuführen. In der Mehrzahl der Fälle werden sie besser und wirksamer, immer jedoch billiger ausgeführt als zuvor.

Ein Beispiel für den zuletzt genannten Weg bilden die Arbeiten von FRICKE in Niedersachsen, dem es gelungen ist, den kulturtechnischen Gesamtarbeitsprozeß mit Hilfe schwerer amerikanischer Scheibeneggen (Vollumbruch oder vollumbruchähnliche Verfahren) und hier gebauter Pflanzmaschinen besser zu gestalten und zu verbilligen. Abgebrannte Dickungen, unerwünschte Bestockung, Reisig und Abraum brauchen nicht entfernt zu werden; sie werden vielmehr zerwirkt und untergepflügt, Wurzelstöcke u. U. nur bodengleich weggestoßen.

Es gibt Anzeichen, daß die drei möglichen Lösungswege in den kommenden Jahren nebeneinander Bestand haben. Die Sorge um Weiterführung der von uns in ihren Grundzügen als richtig erkannten Waldwirtschaft zwingt, zu überlegen, ob und inwieweit etwa die heute übliche intensive, oft sogar kleinflächige Wirtschaft ohne Schaden für den Waldzustand, den Wirtschaftserfolg und die Produktivität der Forstarbeit beibehalten werden kann. Oberlandforstmeister Dr. SCHMIEDER hat kürzlich darauf hingewiesen, daß es bei der Lage der Forstwirtschaft notwendig wird, sich von Überkommenem und Liebgewordenem zu trennen, um neue Wege zu beschreiten.

Die **Um- oder Neugestaltung von Kulturverfahren** im Forstbetrieb gehört zu diesen neuen Wegen. Der begrenzte Umfang der jährlichen Kulturvorhaben in Betrieben von Forstamtsgröße engt die Praxis in der Entscheidung ein. Es bleibt zumeist keine andere Wahl, man entschließt sich zu einer Vereinfachung

der Kulturmethoden in technologischer und arbeitsorganisatorischer Beziehung. Sind aber Katastrophflächen wiederzubestocken oder umfangreiche Ödländereien und Grenzertragsböden aufzuforsten, d. h. Kulturaufgaben zu erledigen, die weit über das durchschnittlich-jährliche Ausmaß hinausgehen, kann sich auch der Forstbetrieb produktions-technische Vorteile (Konzentration und Ausführung von Teilarbeiten in hochmechanisierter Weise) zunutze machen, wie sie sonst nur Forstmaschinenhöfen oder größeren Lohnunternehmen zugute kommen.

Bei der kritischen Betrachtung der herkömmlichen Kulturmethode sollte sich der Betriebsleiter zunächst fragen, ob der durch eine kulturtechnische Maßnahme bedingte Arbeitsaufwand und die diesbezüglichen Ausgaben überhaupt erforderlich sind oder ob nicht wenigstens auf irgendeine Weise eine Produktivitätssteigerung und eine Verbilligung zu erreichen ist. Eine Entfeinerung des Arbeitsprozesses ist grundsätzlich vorzunehmen, soweit dies neuere waldbauliche oder bodenbiologische Erkenntnisse rechtfertigen.

Die Erfüllung des Betriebsziels ist nicht zuletzt von der sinnvollen Gestaltung des kulturtechnischen Arbeits- und Betriebsprozesses abhängig. Die Weiterentwicklung einer Kulturmethode wird somit zu einer bedeutsamen betriebswirtschaftlichen Aufgabe. Bei allen Entscheidungen ist deshalb das **Wirtschaftlichkeitsprinzip** zu beachten, d. h. jede geplante Kulturmaßnahme ist mit dem geringstmöglichen Einsatz von Produktionsfaktoren (Arbeit, Betriebsmittel, Werkstoffe) zu erledigen. Man glaubt vielfach, sich in Würdigung der schlechten Forstwirtschaftslage für den kostenmäßig absolut billigsten Weg entschließen zu müssen. Die wohlfeilste Ausführung einer Kulturarbeit bietet jedoch keine sichere Gewähr für die wirtschaftliche Gestaltung der ganzen Kulturmethode. Es kommt vielmehr darauf an, unter verschiedenen technischen Einzellösungen nach der bezogen auf die Arbeitskette Kulturgründung in betriebswirtschaftlicher Hinsicht günstigsten, d. h. der optimalen Lösung zu suchen.

SIEBENBAUM konnte bereits 1957 für in verschiedener Weise ausgeführte Vollumbruchkulturen aufzeigen, daß erst die Summe der Kosten bis zur abgeschlossenen Kulturgründung, d. h. von der Flächenvorbereitung bis einschließlich zur Kulturpflege, etwas über die Wirtschaftlichkeit der Teilarbeiten und des Gesamtprozesses auszusagen vermag. Wir müssen heute noch einen Schritt weitergehen. Auf Grund neuerer Untersuchungen ist eine zuverlässige Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Kulturmaßnahmen frühestens mit Abschluß der Jungpflege möglich, wenn der Jungbestand in das Stangenholzstadium eintritt. Erst jetzt ist zu erkennen, ob der Bestand dem Verjüngungsziel entspricht, bzw. den Kulturmaßnahmen Erfolg beschieden ist. Die bis in alle Feinheiten auf Standort, Baum-

art und Betriebsziel abgestimmte Kulturmethode hat obendrein noch viel zu wenig beachtete und bei der Gestaltung kaum einmal in Rechnung gestellte technologische, arbeitswirtschaftliche und betriebswirtschaftliche Auswirkungen auf die Art der Erledigung, Arbeitsaufwand und Kosten von Forstarbeiten, die der Kulturgründung vorausgehen oder folgen.

Eine Berücksichtigung der bestehenden Verknüpfungen zwischen dem Kulturverfahren als Ganzem und Maßnahmen des Kulturschutzes, der Kulturpflege sowie der Jungwuchs-, Dickungs- und Gestängepflege erscheint somit in Zukunft geboten. Arbeitsaufwand und Kosten lassen sich bei diesen und anderen Forstarbeiten durch die Wahl zweckentsprechender Kulturverfahren u. U. erheblich senken. Es sollte Hauptziel der Gestaltung einer Kulturmethode sein, die Gründung von Jungbeständen sicherzustellen, die dem Betriebsziel entsprechen und die auf wirklich wirtschaftliche Weise, das bedeutet relativ billig, zu erstellen sind.

II. Über den Stand der Kulturtechnik

Nur eine derartige Ganzheitsbetrachtung bewahrt vor Fehlern bei der Gestaltung von Kulturverfahren. Einzelne Teilmaßnahmen werden im voraus auf ihre Auswirkung und Bedeutung für den Gesamtprozeß sowie hinsichtlich der geschilderten Verknüpfung mit anderen Forstarbeiten zu beurteilen sein. Eine sinnvolle, erfolgsichere Gestaltung des Ganzen setzt eine verhältnismäßig gute Kenntnis der möglichen Wirkungen voraus, die die einzelnen Teilarbeiten als „Elemente der Kulturtechnik“ bei richtigem Einbau in die Kulturmethode in Aussicht stellen. Es ist deshalb notwendig, einen Überblick über den heutigen Stand unseres Wissens von Mitteln und Verfahren zu geben.

1. Flächenbehandlung vor der Neukultur

Die Vorbereitung von Flächen zur Kultivierung — d. h. das Freimachen derselben, die Behandlung unerwünschter Bestockung und die Regelung der Wasserhältnisse — erfordert häufig den zusätzlichen Aufwand von Arbeitskräften und Kosten. Einzelne dieser Arbeiten lassen sich mit der Bodenbearbeitung verbinden, soweit genügend schwere Geräte und leistungsstarke Zugmittel eingesetzt werden.

a) Das Freimachen von Kulturflächen

Reisig und Schlagabraum bleiben seit einigen Jahren in größeren Mengen auf der Hiebsfläche liegen. Das Material behindert den Maschineneinsatz, erschwert das Begehen von Jungbeständen und macht die Einhaltung exakter Reihen- und Pflanzabstände unmöglich. Auf der anderen Seite pflegt Reisigdeckung den Boden und es sollte nur beseitigt werden, wenn es arbeitstechnische Gründe erfordern. Da Reisig und Abraum nur noch selten zur Selbstwerbung abzugeben sind, wird es auf folgende Weisen entfernt:

1. Bei nahezu gleichmäßiger Verteilung über die Hiebsfläche durch Zerschlagen mit einem am Schlepper angebauten Rotor-Schneider, Chopper oder Shredder (s. u.). Dieses Verfahren ist keineswegs an großflächige Wirtschaft gebunden.
2. Zusammenschieben mit dem Planierschild oder Wurzelrechen des Schleppers zu Wällen (bedeutet Verlust von Anbaufläche).
3. Einarbeiten des zuvor mit schweren Scheibeneggen hinreichend zerkleinerten Reisigs (notwendig, weil Jungpflanzen nach Unterpflügen unzerkleinerten Reisigs unter dränierender Wirkung leiden) mit dem Vollumbruchpflug (düngende Wirkung, Humuspflüge).

Im Forstverband Salzhausen, Bezirk Lüneburg, sowie neuerdings im Forstamt Neckarschwarzach wurde das Verbrennen von Reisig mechanisiert (Bauernschlepper mit Frontlader zum Zusammenbringen, durch Sprühgerät mit Dieselöl versetzt, angezündet). Das Verbrennen von Reisig ist gefährlich und bei Handausführung teuer. Die düngende Wirkung verbrannten Reisigs bleibt gering. Nach YDE-ANDERSON (1964) befällt ein Pilz (*Rhizina undulata*) die auf den Brandplatten gepflanzten jungen Nadelhölzer, um sie in wenigen Monaten abzutöten. Der Pilz tritt auf Flächen auf, auf denen Reisig verbrannt wurde (rötlichgelbe Nadelverfärbung, Verkümmern der jungen Triebe, Zerstörung des Wurzelsystems). Eine gründliche Bodenbearbeitung soll die Erkrankung u. U. verhindern.

b) Beseitigen von Wurzelstöcken

Die bei der Fällung i. d. R. zu hoch abgeschnittenen Wurzelstöcke behindern eine Mechanisierung. Eine Stockrodung ist vom Standpunkt der Bodenpflege für sehr viele Standorte abzulehnen, deshalb werden Stöcke neuerdings bodengleich abgeschnitten (Kettenschlepper von ca. 150 PS mit Räum- und Schneideschild, sog. Clearing-Blade — etwa drei bis vier Schlepperstunden je ha, Kosten ca. 200,— DM) oder aus dem Boden gefräst.

Eine Stockrodung ist nur noch vor Vollumbruch des Waldbodens auf hierfür geeigneten Standorten üblich. Handbetriebene Rodemaschinen werden nicht mehr verwendet. Die Rodekosten lassen sich mit Hilfe moderner Kettenschlepper-Rodegeräte (Stumper, Pullstumper, Wurzel- bzw. Roderechen an der Frontladeeinrichtung oder an Stelle eines Planierschildes befestigt) von ca. 1600,— bis 3200,— DM bei Handausführung auf 600,— bis 900,— DM je ha senken.

c) Beseitigen einer toten oder lebenden Bodendecke

Nach heutiger Auffassung ist die Bodenflora des Waldes auch bei Kultivierung nicht grundsätzlich von Nachteil. Schlagpflanzen sind zwar oft gefährliche Konkurrenten der jungen Bäumchen; sie gewähren andererseits aber Strahlungs- und Verdunstungsschutz und erzeugen vielfach guten Humus.

Eine im Mullzustand befindliche **Humusauflage** bildet eine gleichmäßig fließende Nährstoffquelle. Die im Rohhumus festgelegten Nährstoffe, vor allem Stickstoff, sollten dagegen aktiviert werden. Zu mächtige Rohhumusauflagen hemmen die Verjüngung.

Ein Abbrennen von Rohhumus, u. U. zusammen mit Schlagreisig, ist teuer und wenig bodenpfleglich. Die Abgabe an Selbstwerber ist kaum mehr möglich und sollte

nur ausnahmsweise erfolgen. Es darf niemals die ganze Rohhumusdecke (Rücksichtnahme auf flachstreichende Fichtenwurzeln) entfernt werden. Rohhumusdecken von ca. 30 bis 50 und mehr cm Stärke werden heute bis auf eine 10 bis 12 cm mächtige Restschicht (nach Kalkung bzw. Düngung mit Anbaudüngerstreuer durch Fräsen mit Minerralboden vermischt) mit dem Planierschild eines u. U. sogar schwächeren Radschleppers (Beispiel: Holder A 20) abgestreift und zu Wällen zusammengesoben (Behandlung mit Ammonitratdünger, Humus später verteilt).

Wirkt eine **lebende Bodendecke** verdämmend, kann diese vor Ausführung der Bodenbearbeitung durch chemische Mittel vernichtet oder durch mechanische unschädlich gemacht werden. Eine **chemische Vernichtung**, über deren Aussichten und Möglichkeiten STORCH, DEPPENMAIER und BOSSEL 1963 an dieser Stelle ausführlich berichteten, gelingt nur hundertprozentig, wenn auf Grund der voraufgegangenen Pflanzenbestandsaufnahme eine entsprechende Präparatemischung in wirksamer Menge zum günstigsten Zeitpunkt sorgfältig und gleichmäßig auf der Fläche ausgebracht wird.

Unkräuter lassen sich im Schatten oder Halbschatten, d. h. unter Schirm leichter und sicherer bekämpfen als bei vollem Lichtgenuß auf der Kahlfläche. Die chemische Beseitigung ist auf sehr tätigen Böden immer noch problematisch und nicht ohne großen Mittel- und Kostenaufwand möglich. Um vor Enttäuschungen bewahrt zu bleiben, sollten vor der Anwendung chemischer Mittel im großen auf hierfür in Frage kommenden Standorten auf kleinen Probeflächen Versuche gemacht werden. Die Entwicklung ist jedenfalls in vollem Fluß; beachtenswerte Erfolge auf vielen Standorten lassen hoffen, daß eine völlig sichere Bekämpfung jeder Unkrautgesellschaft in einigen Jahren gelingt und damit eine fühlbare Kostensenkung gegenüber mechanischen Verfahren möglich wird.

Eine Verbindung der chemischen Behandlung mit mechanischer Bearbeitung (z. B. Queckenvernichtung durch zweimaliges Schälen des Bodens und NaTa-Behandlung) gilt neuerdings als aussichtsreich. Ähnliches trifft für die Vorbereitung der Naturverjüngung zu. Der nach Abtöten durch Herbizide zurückbleibende dichte, trockene Grasfilz verhindert das Keimen der Holzsaamen und die Entwicklung der Sämlinge.

d) Vernichten unerwünschter Bestockung

Synthetische Wachststoffe werden z. T. mit gutem Erfolg **zur chemischen Bekämpfung** von Unhölzern, Buschwerk usw. durch **Blattbehandlung** (Sprühen vom Flugzeug bei 300 ha und mehr Sprühfläche oder Bekämpfung von Erde aus mit zumeist fahrbaren Sprühgeräten, im Ausland auch mit Turbinen-Nebelgeräten), bei Hölzern mit zwei und mehr Meter Oberhöhe durch **Stammbehandlung** verwendet. Die chemische Behandlung hat gegenüber der mechanischen aber zwei wesentliche Nachteile. Die Vernichtung einer

artenreichen Baum- und Strauchgesellschaft gelingt infolge unterschiedlicher Empfindlichkeit nicht immer restlos. Das abgetötete Unholz bricht überdies erst im Laufe mehrerer Jahre in sich zusammen. In Großbritannien durchgeführte Versuche mit einem kombinierten Anbaugerät für Radschlepper (Holt Buschbrecher-Zertrümmerungswalze nebst Sprühgerät) erscheinen deshalb aussichtsvoll.

Die **mechanische Ausschaltung** kann durch bloßes Aufdenstocksetzen oder durch Ausstocken mitsamt den Wurzeln vorgenommen werden. Stehen genügend Arbeitskräfte zur Verfügung, geschieht das Aufdenstocksetzen noch mit Handgeräten (Freistellungssense, Iltis-Axt, Jiri-Säge usw.) oder durch handgeführte tragbare Motor-Reinigungsgeräte mit Kreissägeblatt. Schlepperanbau- oder -aufsattelgeräte arbeiten, wenn Gelände und Boden den Einsatz gestatten, wesentlich schneller, vollkommener und billiger.

Schnittgeräte wie die hochbewegliche, hydraulisch zu bedienende Sabre-Frontschneideeinrichtung (kreissägeartiges Blatt) gestatten das Abbuschen und Zerschneiden auch von stärkerem Material (bis zu 25 cm Stockdurchmesser). **Rotorschneider** (Eberhardt-Ulm, Hoes-Oldenburg) sowie **Kettenschlaggeräte** zerschlagen gleichzeitig das abgebrannte schwächere Buschwerk und Unterholz. Vom Motor nicht angetriebene **Buschhacker-Zertrümmerungswalzen** (Holt, England) reißen die Bodenoberfläche gleichzeitig auf und vernichten einen Teil der Wurzelstöcke. **Motorisch angetriebene Zerfetzungswalzen** (Chopper oder Shredder) wirken ähnlich. Werden diese Geräte zur Vernichtung der unerwünschten Bestockung eingesetzt, kann u. U. nach Wegschieben der Holzreste mit dem Fuß unmittelbar in den gewachsenen Boden gepflanzt werden. (Hackenschlag- und Winkelpflanzung, Bohrhacke, Hohlspaten)

Ein Wiederausschlagen von Strauchwerk und Laubhölzern läßt sich nur durch **Ausstocken** ausschalten. Bodenfräsen sind hierzu nur bedingt zu verwenden. Man benutzt vielmehr robust gebaute Scheibeneggen. Schwere amerikanische von einem Kettenschlepper (ca. 70 PS) gezogene Rome-Eggen können sogar zum Ausstocken und Zerwirken **verbrannter Kieferndickungen** eingesetzt werden, um das zerkleinerte Material mit ähnlichen Geräten unterzupflügen. Unhölzer werden mit dem Wurzelwerk mittels eines am Kettenschlepper an Stelle eines Planierschilds montierten Räumrechens oder Wurzelrechens (längere Zähne) ausgestockt.

e) Regelung der Wasserverhältnisse

Die Zufuhr von Wasser zur Förderung des Pflanzenwachstums, eine **Bewässerung**, ist in der Forstwirtschaft nicht mehr ungewöhnlich. Es werden hierzu neben natürlichen Wasserquellen auch Abwässer von Städten und Industrieanlagen (Stadtforst Erlangen) benutzt.

Eine **Entwässerung** ist auf manchen Standorten in der Forstwirtschaft üblich. Es führt zu weit,

auf Probleme der Regelung der Wasserverhältnisse näher einzugehen. Es wird auf den Abschnitt in dem Handbuch „Die Technik der Forstkultur“ verwiesen. (s. u. Literaturangaben)

2. Bodenbearbeitung und Bodenverwundung

Die Bearbeitung des Waldbodens, für lange Zeit Mittelpunkt, im letzten Jahrzehnt Stiefkind der Kulturtechnik, gewinnt wieder an Gewicht. Neue Erkenntnisse aus Praxis und Forschung rechtfertigen eine Bearbeitung oder Verwundung des Bodens in bodenbiologischer Beziehung und vom wirtschaftlichen Standpunkt.

Die Wirkungen einer Bearbeitung sind produktions-technisch von größerer Bedeutung, als gemeinhin angenommen wird. Es ist noch eine verbreitete Ansicht, daß — von der Sanierung degradierter Böden abgesehen —, ganz auf Bodenbearbeitung verzichtet werden kann. Auf Grund neuer Erkenntnis sprechen nachstehende **Gründe für eine Bearbeitung**:

1. Bei lediglich degenerierten und nahezu gesunden Waldböden wird der physikalische Zustand schon durch mechanische Bearbeitung allein gehoben.
2. Nach WITTICH sind viele Waldböden durch Verwitterungsgele so erheblich verfestigt, daß junge Wurzeln einen beträchtlichen mechanischen Bodenwiderstand zu überwinden haben. Die nach Bearbeitung eingesparten Energiemengen werden zur Bildung organischer Substanz verwendet.
3. Kulturpflanzen finden in bearbeiteten Böden schnell den Weg in tiefere Bodenschichten, um dort zusätzlich Wasser und Nährstoffe auszunutzen.
4. Ein Einmischen von Auflagehumus fördert seine Zersetzung. Die Wasserkapazität des Oberbodens wird auf Sandböden erhöht, bindiger Boden nach Einfräsen des Rohhumus in feiner Verteilung in den Mineralboden locker und wasseraufnahmefähig.
5. Die meisten Baumarten, vor allem Kiefer, Pappel und Eiche, aber auch Rotbuche reagieren auf eine auf Standort und Bodenzustand abgestimmte Bearbeitung stark. Die Wachstumsbedingungen lassen sich sogar für Fichte, die das Sauerstoffbedürfnis ihrer Wurzeln auf verdichteten, schweren Böden nicht immer erfüllen kann, erheblich verbessern. So sind (SCHIRMER 1963) im Böhmerwald nach Bifang-Kultur bei Aufforstung von Grenzertragsböden in 1150 m Seehöhe gute Kulturerfolge erzielt worden.
6. Die Produktionskraft des Standorts läßt sich auch nach Bearbeitung schwerer Böden langfristig erhöhen. HOCHTANNER und SEITSCHKE haben im Bayr. Wald nachgewiesen, daß günstige Nachwirkungen der Bodenbearbeitung sogar in 40 bis 45 Jahre alten Fichtenbeständen gegenüber unbearbeiteten Flächen festzustellen sind.

Die Auflockerung des Oberbodens veranlaßte die Fichtenwurzeln zu schneller Breitenentwicklung. Die Wurzeln bildeten anschließend zahlreiche Absenker in den Unterboden. Eine Wachstumsüberlegenheit und erhöhte Sturmsicherheit ist damit gegeben. Der

Unterboden wurde doppelt so tief erschlossen wie auf unbearbeiteten Vergleichsflächen.

7. Wird eine Vorratsdüngung mit der Kultivierung verbunden, ist eine Bodenbearbeitung im allgemeinen unerlässlich (s. u.).
8. Die klassischen Aufgaben der Bodenbearbeitung, Hindernisse, die eine Wiederaufforstung ausschließen oder erschweren, zu beseitigen (Bodenbewachsung, Rohhumusaufgabe, Bodenverdichtung, Aushagerung, Ortstein und sonstige undurchlässige Schichten) lassen sich nur, was die Bewachsung anbelangt, auf andere Weise erledigen. (Chemische Mittel, motorgetriebene Reinigungsmaschinen).

Der häufiger gegen die Bodenbearbeitung erhobene Einwand, es sei ein Angriff auf das Humuskapital, wurde kürzlich von WITTICH entkräftet bzw. wesentlich eingeschränkt. Es ist in biologisch tätigen Mullböden von einer intensiven Bodenbearbeitung, wie sie bei starkem Unkrautwuchs und vor dem Einbringen frostempfindlicher Mischbaumarten ausgeführt wird, u. U. ein gewisser Stickstoffverlust, jedoch kein ins Gewicht fallender Humusverlust zu befürchten.

a) Bodenbearbeitungsverfahren

Die forstliche Bodenbearbeitung stützte sich bislang auf reines Erfahrungswissen. Nach Erforschung wichtiger ursächlicher Zusammenhänge zwischen dem mechanischen Einfluß und den unterschiedlichen Auswirkungen der üblichen Bearbeitungsweisen auf Böden wechselnden Standorts, fällt es heute leichter, sich für ein zweckmäßiges Verfahren zu entscheiden. (vgl. „Die Technik der Forstkultur“, 1963.)

Eine **vollflächige Bearbeitung** ist mit der Mehrzahl der Bearbeitungsgeräte ausführbar. Der **Vollumbruch** des Bodens hat in Norddeutschland und in der Oberpfalz, — dort zu Lasten der Bifang-Kultur —, wegen seiner vielen Vorteile noch an Bedeutung gewonnen, obwohl eine Stockrodung bei Wiederaufforstung von Kahlflächen erforderlich ist. Vollumbruch und vollumbruchähnliche Verfahren (Volltellern, Vollschälen, Vollfräsen ohne Stockrodung bzw. nach bodengleichem Abschneiden der Stöcke) erlauben es besonders, die Bodenbearbeitung mit einer Vorratsdüngung zu verbinden. Die **Pflugdam- und Bifang-Kultur** wurde in der Niederung zum Teil durch Vollumbruch ersetzt, sie scheint aber in Mittelgebirgen (Bayr. Wald) unter bestimmten Bedingungen (Aufforstung von Ödland und Grenzertragsboden) neben dem Vollumbruch ein neues Aufgabenfeld zu finden.

Die **teilflächige Bearbeitung** hat den Vorteil der Einfachheit; sie erspart eine Stockrodung. Die Anlage von Waldpflugstreifen, d. h. reinen Schälstreifen ist billig. Eine gute Durchmischung der Düngemittel mit dem Boden ist allerdings nicht möglich. Das rohe Bearbeitungsverfahren verbessert weder die Bodenstruktur noch lockert es den Boden. Unkraut wird nur vorübergehend ausgeschaltet, deshalb hat die **Frästreifen-Kultur** den Waldpflug vielerorts ver-

drängt, sofern es Boden und Bodenzustand gestatten. Das Fräsen bewährt sich vor Nachbesserung lückiger Kulturen ebenso wie bei der Wiederaufforstung kleiner Hiabsflächen und zur Auflockerung schwerer Lehmböden (ERBACHER, Pforzheim).

Die plätzeweise Bearbeitung (Platten, Stückriefen, Pflanzlöcher) wird vorgezogen, wenn die Ausführung zusammenhängender Streifen untunlich oder unmöglich ist. (Kultivierung großer Fläche mit geringer Pflanzenzahl, gruppen- und horstweiser Anbau, Nachbesserung, Aus- und Überpflanzen von Naturverjüngung, Kultur auf schweren oder steinigten Böden sowie an steilen Hängen.) Motorisch getriebene Pflanzlochbohrer bekommen mit der zunehmend positiven Einstellung zur Bearbeitung von Waldböden mehr Bedeutung. Man bohrt nicht nur Pappelpflanzlöcher. Nach den von R. MEYER, Trittau/Holstein, im Verlauf von 10 Jahren mit Fichten- und Douglasien-Großpflanzung (80 bis 120 cm) gewonnenen Erfahrungen braucht die Großpflanze zum schnellen und guten Gedeihen unbedingt eine Bodenbearbeitung.

b) Die Bodenverwundung

Wir wissen seit langem, daß bei natürlicher Verjüngung, — die im modernen Waldbau mit der Kunstverjüngung eng verzahnt ist —, von Fichte, Weißtanne, Kiefer und Rotbuche durch eine voraufgehende, geeignete Bodenbearbeitung, sich das Keimprozent und die Lebensbedingungen für die natürlich angekommenen jungen Holzpflanzen wesentlich verbessern lassen. BONNEMANN und BURSCHEL führten nach der Buchen-Vollmast des Jahres 1960 Untersuchungen durch, die nachstehende Ergebnisse hatten:

- a) Die Eckernverluste bei Winterlagerung im Waldboden, der Prozentanteil auskeimender Eckern und die Entwicklung der Jungbuchen in den beiden ersten Lebensjahren erlauben exakte Aussagen über Erfolg oder Mißerfolg der ausgeführten Bodenverwundung.
- b) Unbehandelte oder nur mit chemischen Unkrautmitteln behandelte Flächen hatten ebenso wie die nach dem Fallen der Mast erstmals gegrubberten Flächen i. S. a) sehr hohe Ausfälle.
- c) Am besten bewährten sich Bearbeitungsweisen (Pflügen oder Abschieben des Oberbodens mit dem Planierschild des Schleppers), bei denen der aufliegende Rohhumus vor dem Abfallen der Buheckern entfernt und die Eckern in den Mineralboden zu liegen kamen. Die Keimlingsausbeute war 7 bis 8 mal so hoch wie auf unbehandelten Vergleichsflächen.
- d) Bearbeitungsverfahren, die lediglich eine Vermischung von Humusaufgabe und Mineralboden bewirken, (Fräsen sowie Grubbern vor und nach dem Fallen der Mast) erhöhen die Keimlingszahl dagegen nur auf das Vierfache.
- e) Rationalisierungsversuche durch Kombination mit anderen Kulturarbeiten

Im Interesse einer Produktivitätssteigerung und der Kostensenkung wird im Ausland versucht, mit der Bo-

denbearbeitung die Ausführung anderer Teilarbeiten der Arbeitskette Kultur zu verbinden. Man benutzt die gleiche Zugkraftquelle und benötigt nur einen Maschinenführer. Als Beispiele seien genannt:

1. Vollbestellungsgerät aus USA, das in einem Arbeitsgang pflügt, pflanzt und sät (s. o.).
2. Kombination einer von einem Kettenschlepper (ca. 60 bis 70 PS) gezogenen Pflanzmaschine mit einem frontangebauten hydraulisch zu hebenden Forstpflug (Furche 100 cm breit, 10 cm tief gelockert, ebenfalls in USA).
3. Englischer Portalforstpflug der üblichen Bauart mit eingebauter Düngevorrichtung (Volumen des Vorratsbehälters 150 kg).
4. Niederländischer Anhäng-Forstpflug gekoppelt mit einem einreihig arbeitenden Pflanzaggregat zum Einsatz auf leichten Böden.

Diese und andere im Ausland erarbeiteten Lösungen mögen als Anregung für die Gestaltungsarbeit dienen.

3. Kulturdüngung

In zurückliegenden Jahrzehnten wurden Düngemittel im Wald nur bei Melioration degraderter Böden und bei Aufforstung armer Standorte eingesetzt. Die seit der Jahrhundertwende angelegten Düngungsversuche sind nach dem zweiten Weltkrieg ausgewertet worden. Die Ergebnisse bringen den Beweis, daß durch Forstdüngung beachtliche und nachhaltige Zuwachssteigerungen zu erzielen sind. Trotzdem war es noch nicht möglich, für die einzelnen Standorte „Rezepte“ über die Düngefolge und die Dosierung zu geben.

Die forstliche Praxis ist jedoch im letzten Jahrzehnt, ohne aufschlußreichere Ergebnisse abzuwarten, zur großflächigen Bestands- aber auch zur Kulturdüngung übergegangen. Die Startdüngung (auch als Pflanzloch-, Plätze-, Streifendüngung) bezweckt ein schnelles Hochwachsen der Kultur aus der Gefahrenzone, baldigen Dichtschluß und erhöhte Widerstandskraft der Bäumchen gegen Schädlingsbefall. Eine Vorratsdüngung kann ebenso wie die Startdüngung mit der Bodenbearbeitung verbunden werden; sie soll die optimale Verfügbarkeit aller wichtigen Pflanzennährstoffe sicherstellen und die Zuwachsleistung während des ganzen Bestandslebens (Wiederholung notwendig) günstig beeinflussen. Die Kulturdüngung dürfte in Zukunft auf vielen Standorten zum festen Bestandteil der Arbeitskette Kulturgründung werden.

Kalk sowie Kali- und Phosphordüngemittel sollen möglichst mit dem Boden vermengt werden, weil sie sich nicht im Boden selbst bewegen. Leicht lösliche Stickstoffdüngemittel, u. U. auch stickstoffhaltige Mehrnährstoffdünger, gelangen dagegen von selbst in den Boden. Eine gute und tiefe Unterbringung der Düngemittel erlauben Vollumbruch und vollumbruchähnliche Bodenbearbeitungsverfahren, eine flachere verbunden mit besonders guter Durchmischung das Fräsen. Durch Ausbringen von Mehrnährstoffdünger läßt sich der Arbeitsaufwand u. U. verringern. Neue

mechanische Düngerstreuer bewirken eine wesentlich bessere Verteilung als Streuen von Hand; ihre Leistung ist abhängig von der Arbeitsbreite, der Arbeitsgeschwindigkeit, der Düngergabe und dem Fassungsvermögen des Behälters. Man verwendet Kasten-Breitstreuer und Schleuderstreuer als Anhäng- oder Anbaugeräte für Schlepper und Unimog.

4. Saat und Pflanzung

Bildete die Bodenbearbeitung einst den Mittelpunkt der Arbeitskette Kulturgründung wurden später Saat und Pflanzung als Schwerpunkt empfunden. Es war nur natürlich, daß man sich um die Vereinfachung dieser wichtigsten Teilarbeiten der Aufforstung besonders bemühte. Ebenso folgerichtig wurde anschließend überlegt, welche der der Saat oder Pflanzung vorausgehenden und nachfolgenden Kulturarbeiten zwecks technischer Rationalisierung des Arbeitsprozesses womöglich ganz entfallen könnten.

Wir beginnen zu erkennen, daß jedes einzelne Glied der Arbeitskette, technisch und wirtschaftlich betrachtet, mit den übrigen Gliedern in gegenseitiger Abhängigkeit steht und in ähnlicher Weise mit den Jugendpflagemassnahmen verknüpft ist. Eine Entscheidung über die Art der Ausführung einer Kulturarbeit, — auch über die der Saat und Pflanzung —, hat Rückwirkungen auf die Ausführung oder Nichtausführung jeder der übrigen Teilarbeiten. Die Neugestaltung hat grundsätzlich mit der Regelung des Gesamtprozesses zu beginnen. Es muß zunächst immer erst die große Linie festgelegt werden. Saat und Pflanzung haben sich dann in den Gesamtprozeß ebenso einzufügen wie andere Teilarbeiten, deren Ausführung für notwendig gehalten wird. Diese Teilarbeiten sind anschließend in technischer Beziehung und arbeitsorganisatorisch bis in die letzten Feinheiten durchzugestalten.

a) Die Saat

Die Saat hatte der Pflanzung gegenüber zweifellos an Boden verloren. Gegenwärtig rückt sie wieder mehr in den Vordergrund. Das gilt nicht nur für Laubholzsäen, sondern im gewissen Sinne auch für Nadelholzsäen. Es sprechen u. a. dafür:

- a) Der anlässlich der Tagung des Nordwestdeutschen Forstvereins 1963 gegebene Hinweis, die Kiefern säen sei bei entsprechenden standörtlichen Voraussetzungen und passender Bodenvorbereitung erfolgssicher und billig. Gelingene Säen erfordern vor der Durchforstung nur im ersten Dickenstadium einen Pflegeeingriff. Ringsum-Schältschaden sind viel seltener als in Pflanzungen.
- b) JUNACK bezeichnet die breitwürfige Streifensaat der Kiefer in Pflugfurchen auf trockenen bis mäßig frischen Talsanden „auch heute noch als die wirtschaftlichste Form der Kiefernkultur“. (1961)
- c) REITHMEYER (München) gab 1963 gelegentlich der Tagung des Bayr. Forstvereins die sicherlich richtige Empfehlung: „Saat soviel wie möglich, Pflanzung soviel wie nötig.“

- d) Weißtanne wird im Schwarzwald und andernorts nach Bodenverwundung mit der Fräse mit Erfolg gesät.
- e) Der Nadelholzsäen wurde im Ausland, so in den USA, durch die eingangs beschriebenen Vollbestellungsmaschinen ein breites Feld eröffnet.
- f) Unkrautwüchsige Standorte schlossen bisher die Nadelholzsäen aus. Es dürfte mit den heute zur Verfügung stehenden Maschinen und Mitteln zur Unkrautbekämpfung möglich sein, wenigstens auf einem Teil dieser Standorte das Unkraut vor der Saat so vernichtend zu treffen und nach dem Auflaufen so kurz zu halten, daß der Versuch, Nadelholz zu säen, erfolgversprechend erscheint.
- g) Gute Erfahrungen mit neuen, aus der Landwirtschaft entlehnten Säemaschinen (verstärkte „Isaria“) bei der Kiefern säen und die Entwicklung von Säemaschinen für Eiche und Roteiche erleichtern schließlich die Durchführung der Saat selbst.
Unerläßliche Voraussetzung jeder Saat sind hinreichend große Samenvorräte, die leider häufig fehlen.

Die landwirtschaftliche Forschung befaßte sich, — bezogen auf den Zuckerrübenbau —, 1962/63 mit Untersuchungen über die zweckmäßige Ausführung der Bodenbearbeitung vor Saateinbringung. Die Ergebnisse sind auch für die Forstwirtschaft bedeutsam. Ein gleichmäßiger und sicherer Aufgang des Saatguts hängt von der Bodenvorbereitung bzw. Saatbeetgestaltung ab. Der Samen verlangt eine verhältnismäßig hohe Keimtemperatur; er muß außerdem ausreichend mit Feuchtigkeit versorgt, jedoch nicht zu naß gehalten werden. Die physikalische Beschaffenheit der Deckschicht verdient deshalb besondere Beachtung. Der mechanische Widerstand der Deckschicht sollte gering sein, damit die Keimlinge keine Stauchungen erleiden. Ihre Nährstoffreserven werden sonst vorzeitig in Anspruch genommen; ein lückenhaftes Auflaufen ist die Folge.

Die erwähnten Anforderungen an das Keimbeet werden in optimaler Weise erfüllt, wenn der Rübensamen in der ihm gemäßen Tiefe von 3 cm auf der Grenzfläche zwischen dem feuchten Bodenraum und einer lockeren, trockenen Deckschicht zu liegen kommt. Es ist Aufgabe der Bodenbearbeitung, auch in der Forstkulturtechnik diese Grenzfläche in der jeweils erforderlichen Tiefe herzustellen. Die Sämaschine muß das Korn dann exakt auf dieser Grenzlinie ablegen.

b) Die Pflanzung

Der größere Arbeitsaufwand und die höheren Kosten der Pflanzkultur werden bekanntlich durch zahlreiche Vorteile ausgeglichen. Es sei nur bessere Saatgutausnutzung und Wachstumsvorsprung gegenüber der Saat, die höhere Sicherheit, der leichtere Schutz gegen Wildverbiss und Verdämmung erwähnt.

Pflanzverfahren, Pflanzengröße bzw. Pflanzgut und Pflanzverband müssen Boden und Standort angepaßt werden. Der Pflanzung ist der Vorzug zu geben auf armen, oberflächlich austrocknenden wechselfeuchten,

zeitweilig überfluteten oder dauernd nassen Böden und im allgemeinen nach Bodenmelioration.

Die Lehrbücher zierte bisher eine Unmenge Pflanzverfahren, von denen heute nur noch einige wenige wirklich angewendet werden. Die übrigen sind lediglich noch von forsthistorischem und entwicklungstechnischem Interesse. Es kommt hinzu, daß **Handpflanzverfahren** in der Maschinenpflanzung einen Rivalen gefunden haben. Es verbleiben:

Schragpflanzung: (Hackenschlagpflanzung) auf unvorbereiteten lockeren bis bindigen Böden, auch wenn flachgründig, steinig und wurzelreich, jedoch kein nennenswerter Unkrautwuchs und nur schwache Rohhumusdecke für Sämlinge von Fi, Kie, Ta, Ei usw. sowie Wildlinge bis 30 cm Sproßlänge.

Winkelpflanzung: hat auf unvorbereiteten, mäßig bindigen bis strengen Böden mit mildem Humus weiteste Verbreitung gefunden, allenfalls noch auf schwach ausgebleichten Böden mit geringer Rohhumusaufgabe, Unkraut ist zuvor auszuschneiden. Wird angewendet beim Einbringen von 2j. Lä- und Kie-Sämlingen, besonders für 3 bis 4j. Fi, 3j. Dougl. u. Lä 4/5j. Ta mit geschmeidigen Wurzeln bis zu 60 cm Oberhöhe. Leistungseinbuße bis zu 50 Prozent auf unkrautwüchsigen und leicht steinigen Böden.

Bohrlochpflanzung: körperliche Beanspruchung (Bücken) größer als bei Wiedehopfhaue, vor allem auf schweren Böden anstrengend. — Qualität der Pflanzung auf unvorbereiteten leichten und steinfreien Böden sowie am Hang der Winkelpflanzung überlegen. — Zum Einbringen von Sämlingen und Verschulpflanzen bis zu 30 cm Höhe; Bohrhacke auch zur Stock- und Baumachselpflanzung; Abziehen von Rohhumus und Ablaggen von Beerkraut möglich. Mehrleistung beträgt auf leichten Böden gegenüber Winkelpflanzung wenigstens 10—12 Prozent, u. U. bis zu 40 Prozent.

Stoßloch- oder Klemmpflanzung: enge Pflanzlöcher werden in gewachsenen oder vorgelockerten Boden gestoßen. Nur Pflanzung von Sämlingen und kleinen Verschulpflanzen auf gereinigten bzw. unkrautfreien Böden. (Vor allem als Hand- und Spatelklemmpflanzung nach Bodenbearbeitung.)

Hohlspatenpflanzung: auf mäßig bindigen bis schweren Böden, möglichst steinfrei, oberflächlich nicht durchwurzelt, unter Verwendung kräftiger Pflanzen mit langen, noch schmiegsamen bis starren Wurzeln — Ersetzt die Lochpflanzung in voll gelockerten Waldboden (Nachbesserung, Anschluß an Steilränder, Auewald), Höhlung mit ausgehobenem Pfropf oder mit zerkrümelter Füllerde verschlossen.

Hohlbohrerpflanzung: bei Austrocknungsgefahr, geringer Bindigkeit des Bodens, Steingehalt und Durchmischung angewendet, wenn Hohlspatenpflanzung versagt, jedoch nicht auf schmierigen Tonböden, Unkrautwuchs hindert nicht — Zum Einbringen 2—3j. Pflanzen mit geschmeidiger aber langer Wurzel — Vorwiegend als gelöstes Verfahren mit zerkrümeltem Pfropf.

Lochpflanzung: in voll gelockerten Boden, sollte nur noch ausgeführt werden, wenn sehr große

Pflanzen mit starrer Wurzel, Lohden und Heister (vor allem Pappel) einzubringen sind.

Durch Übergang zu **Maschinenpflanzung** läßt sich die Arbeitsproduktivität bis auf das Zehn- oder Fünfzehnfache der Handausführung steigern. Gegenwärtig kommen z. T. aus Rübenpflanzgeräten entwickelte, im Grunde preiswerte Maschinen, einzeln oder zu mehreren hinter der Ackerschiene des Radschleppers angehängt, zum Einsatz. (Systeme: Pflanzgerät „Accord“, „Super Prefer“, „The Lowther“.) Vorläufig ist die Benutzung von Pflanzmaschinen nur auf relativ großen, intensiv bearbeiteten Kulturfächen üblich. Die Entwicklung eines Maschinentyps zum Bepflanzen kleinerer Flächen (z. B. ein leistungsstarker Geräteträger mit Fräswerk vor der Vorderachse, Walze zwischen den Achsen und zwei hinter dem Schlepper angehängten Pflanzaggregaten) liegt durchaus im Bereich des technisch Möglichen.

Was das **Pflanzgut** anbelangt, so werden neben den obligaten Sämlingen und Verschulpflanzen in Praxis und Versuch noch die nachstehend erwähnten Sorten verwendet. **Ballenpflanzen** lassen sich unabhängig von der Jahreszeit pflanzen, wachsen schnell an und sind gegen Unkrautkonkurrenz erstaunlich widerstandsfähig, so daß ein Ausschneiden unterbleiben kann. Arbeitsaufwand und Kosten sind auch bei ausgefeilter Arbeitsorganisation und Transport mit Motorfahrzeugen noch hoch.

SPECHT entwickelte in Mitteldeutschland die **Keimlingspflanzung** bzw. die Pflanzung unterjähriger Sämlinge, um bei der Kiefernkultur Material und Arbeitskräfte einzusparen. Die Pflanzen werden auf der Fläche selbst gezogen und ab Mitte Juni bis zum Spätherbst verpflanzt. Sie wachsen auf grundfrischem Standort gut an, falls sie vom Ausheben bis zum Wiedereinbringen genügend vorsichtig behandelt werden.

R. MEYER, Trittau, erzielt seit 1953 gute Erfolge mit der **Großpflanzung** zunächst von Douglasie, ab 1954 auch von 80 bis 120 cm hohen, mit etwas Ballen (erdige Wurzeln) behafteten Fichten, die anfangs aus zu eng begründeten Kulturen entnommen, später aus Handelsbaumschulen bezogen wurden. REISINGER pflanzt seit 1961 aus Pflanzenanzuchtbetrieben stammende Fichten 2/3 (70—110 cm hoch) mit entblößter Wurzel unter Verwendung der Wiedehopfhaue auch in hohes Gras oder Beerkraut bei mehr als 1000 mm Niederschlag. Der Winkelspalt wird nach beiden Richtungen durch je einen Verlängerungshieb erweitert. Als **Vorteile** der „Weihnachtsbaumpflanzung“ werden angegeben:

- a) Leichteres Anwachsen, Wachstumsvorsprung, die Kultur schließt sich schnell.
- b) Wildverbiß hält Fichte dieser Größe nicht mehr entscheidend zurück; Zäune werden überflüssig.
- c) Großpflanzen leiden nicht unter Unkrautkonkurrenz; sie werden im Winter durch abgestorbenes Gras nicht verdämmt. Das Ausschneiden kann unterbleiben.

Nach R. MEYER brauchen Großpflanzen zum **guten Gedeihen eine Bodenbearbeitung**; sie werden deshalb in Bohrlöcher von 25 cm Durch-

messer mit Pflanzenhäckchen oder Hohlspaten gepflanzt. Nach seinen Erfahrungen befriedigt die Winkelpflanzung nur beim Einbringen von Verschulpflanzen bis 50 cm Höhe. Sehr wahrscheinlich begünstigen hohe Jahresniederschläge und große Luftfeuchtigkeit das Anwachsen von Starkfichte in Oberbayern und Holstein besonders. Das im Grunde nicht einmal neue Verfahren, — Starkfichten werden im Bauernwald Niederbayerns von jeher gepflanzt —, sollte seiner Vorteile wegen auch auf anderen Standorten erprobt werden. Aus der Praxis ist inzwischen eine Reihe von Einwänden erhoben worden, die zum Teil Beachtung verdienen:

1. Der Transport von Großfichten ist erschwert. Ein Korb mit ca. 200 Fichten mit erdigen Wurzeln wiegt 1,5 bis 2,5 Zentner.
2. Der von Reissinger vorgeschlagene Pflanzverband von $2,5 \times 1,3$ m (ca. 3000 je ha) sei zu weit; es sollte ein Verband von $1,4 \times 1,8$ m (ca. 4000) je ha nicht unterschritten werden.
3. Auf die Verwendung stufig entwickelter Pflanzen darf auch hier nicht verzichtet werden.
4. Es wird befürchtet, daß große Pflanzen (Winkelpflanzung) in trockener Erde oder bei Barfrost umfallen sowie daß
5. infolge stärkerer Wurzelstauchung erhöht Rotfäulegefährdung eintritt.

Die Ansichten über den **Pflanzverband** und seine zweckmäßige Weite sind uneinheitlich. Im Hinblick auf die Ertragsleistung werden bei Fichte für gute und sehr gute Standorte in der Praxis u. U. noch recht enge Verbände (Standfläche über 1 bis 2 qm) benutzt. Die ungünstige Marktsituation, der Betriebskoeffizient und der Mangel an Arbeitskräften zwingen jedoch auch hier zu einer Umstellung. REITHMEYER schlägt um so weitere Verbände vor, je mehr der Fichte der Standort zusagt und um so geringer die äußeren Gefahren sind. Die Grenzen des Vertretbaren dürften für Fichte bei einer Standfläche von 2,5 qm liegen, der Verbände von etwa $1,4 \times 1,8$ m oder $1,2 \times 2,0$ m entsprechen. (Kiefer höchstens $0,4 \times 1,3$ m bei Wertholz-, bis $0,6 \times 1,5$ m bei Bauholzerzeugung.)

(Anmerkung der Schriftleitung: In letzter Zeit hat RICHTER im „Der Forst- und Holzwirt“ vom 23. 2. d. J. zur Frage des Pflanzverbandes der Fichte Stellung genommen. Eine schematische Anwendung bestimmter Verbände lehnt er ab. Den auf zahlreichen Versuchsflächen von Weitverband auf Standorten mit guter Wasserversorgung beobachteten Rückgang der Massenleistung führt VANSELOW auf die unterschiedlichen Ergebnisse der ersten drei Eingriffe zurück, die in seinen 48j. Versuchsflächen im Mittel bei Engverbänden ($1,1 - 1,3$ m²) 176 fm., beim mittleren ($1,5 - 1,7$ m²) 134 fm., bei Weitverbänden 90 fm. betragen, beim 4-m²-Verband sogar nur 2 fm., freilich auf Kosten grober Astigkeit. Man wird Extreme meiden, sollte aber eine gewisse Astigkeit weiterer Verbände in Kauf nehmen, die man durch Astung beseitigen kann, wenn es die künftige Verkaufslage erfordern sollte.)

Quadrat- und Dreiecksverband werden aus arbeitsbetriebstechnischen Gründen immer mehr vom Reihen- oder Rechteckverband abgelöst (Vorteile: Reisigablage auf Wällen, einfache Kultur- und Jungwuchspflege, leichtere Begehbarkeit usw.). Der Reihenabstand sollte wegen des Maschineneinsatzes nicht zu eng (mindestens 1 m) gewählt werden. In Mischkulturen ist den Bedürfnissen der einzelnen Baumarten allein durch den Pflanzenabstand innerhalb der Reihe zu entsprechen.

Weite, der Baumart und dem Standort gerade noch gemäße Pflanzverbände, bieten nachstehende Vorteile:

1. Arbeitsaufwand, Pflanzenbedarf und Kulturgründungskosten sinken fühlbar.
2. Im Falle der Eigenanzucht wird weniger Pflanzgartenfläche benötigt.
So konnte für Nordwürttemberg die durchschnittlich je 1000 ha Holzbodenfläche benötigte Beetfläche vornehmlich durch Erweiterung des Pflanzverbandes bei Fichte (80 Prozent) auf zunächst $1,0 \times 1,5$ m, z. T. bereits auf $1,2 \times 1,8$ m von 1,0 ha auf 0,6 ha verringert werden.
Die hierdurch bedingte Verringerung der Pflanzgartenfläche eines Forstbetriebes begrenzt andererseits die weitere Rationalisierung der Anzucht durch Mechanisierung. Es ist i. d. R. zu prüfen, ob unter solchen Umständen nicht der Bezug des Pflanzguts aus Handelsbaumschulen wirtschaftlicher ist.
3. Höchste Volumenleistungen (vor allem hohe Vornutzungserträge verbunden mit früh einsetzenden Durchforstungen) liegen unter den veränderten Wirtschaftsverhältnissen nicht unbedingt im Interesse des Betriebes. Der weite Verband ist auch in dieser Beziehung zeitgerecht.

5. Kulturpflege und Kulturschutz

Kulturschutz und Kulturpflege bekommen immer größere Bedeutung. Man erkennt, daß Bodenvorbereitung, Saat oder Pflanzung sowie Pflege und Schutz der Kulturen zu einem System zusammengefügt werden müssen; diese Teilarbeiten bedingen sich gegenseitig nach Form und Ausführung. Das auf Baumart und Standort, besondere örtliche Bedingungen und die betrieblichen Erfordernisse abzustimmende bzw. zu gestaltende Ganze verspricht so erst den bestmöglichen Erfolg unter vertretbarem Aufwand.

Nachbesserungen von Kunstverjüngung und die Ausbesserung von Naturverjüngung sind nicht immer in dem Maße erforderlich, wie sie in der Praxis vorgenommen werden. Durch die technologische Bessergestaltung des Prozesses, Perfektion in der technischen Ausführung und vorbildliche Arbeitsorganisation lassen sich heute Kulturen gründen, die nur im Ausnahmefall der **Ergänzung** bedürfen.

Das **Reinigen** von Kulturen geschieht noch überwiegend auf mechanische Weise. Es ist sicherlich zweckmäßig, hierbei in vernünftiger Abgrenzung Kulturen auszumähen oder zu hacken, je nachdem es Standort, Baumart, Witterung und Entwicklung der Vegetation erfordern. Der Betriebsleiter wird bei Mangel an Arbeitskräften dann am anpassungsfähigsten sein. In der nur kurzen Hackperiode sind in erster Linie zu reinigen,

- a) der Baumart nach hackbedürftige Flächen (Ei, Rot-Ei, Pap, aber auch Es, B-Ah) sowie Kiefer und Heideflächen,
- b) spätfrostgefährdete Standorte und Baumarten sowie

- c) Kiefernkulturen, die vom ersten Jahr an rechtzeitig wiederkehrend gehackt werden konnten.

Ausgemäht werden grundsätzlich Flächen, in denen das Hacken nicht rechtzeitig begonnen oder turnusgerecht fortgesetzt werden konnte. Ein Ausmähen hat außerdem auf Standorten zu erfolgen, die ihre Bodenarbe behalten müssen. Schließlich werden Mischbestände ausgemäht, an denen Baumarten beteiligt sind, die als Flach- oder als Extensivwurzler Hacken nicht vertragen. (Fichte, Lärche.)

Die Mechanisierung der Kulturreinigung mit Motormähgeräten setzt eine entsprechende Anlage der Kultur (nicht zu kleine Fläche, Reihenverband usw.) und rechtzeitigen Pflegebeginn voraus. Produktivitätssteigerung und Kostensenkung sind gegenüber Handausführung i. d. R. erheblich. Das Niederknüppeln von Unkraut wurde durch ein neues Gerät, (Hiernersche Tretschuhe) der Beinmuskulatur übertragen. Inzwischen wurde das Niederknüppeln mit einer von einem 2-PS-Motor angetriebenen fahrbaren Graswalze mechanisiert. (Arbeitsbreite rechts und links der Pflanzreihe je 70 cm, Pflanzhöhe bis zu 60 oder 70 cm.)

Die Ausführbarkeit einer chemischen Unkrautbekämpfung in Kulturen hängt von der Wirksamkeit der Herbizide und der Resistenz der Kulturpflanzen ab. Genaue Angaben haben STORCH, DEPPENMEIER und BOSSEL 1963 an dieser Stelle gemacht. Wegen der höheren Empfindlichkeit von Kiefer und Lärche stößt die Bekämpfung bei diesen Baumarten auf besondere Schwierigkeiten. Ähnliches gilt für die Anwendung von Dowpon zur Grasbekämpfung in Kulturen, deren Unkrautflora eine größere Strauch- und Kräuterbeimischung aufweist, die sich nach der Abtötung des Grases u. U. sehr stark entwickelt. Auf zunächst unkrautfreien Vollumbruchflächen, vor allem Ackeraufforstungsflächen, gewinnt neuerdings die vorbeugende Behandlung mit Vorlaufmitteln (Simazin) zur Verhinderung der Keimung von Gras- und Unkrautsamen Bedeutung.

III. Gestaltung und Überprüfung von Kulturmethoden

Die Gestaltung von Kulturmethoden beruht auf einem **Kombinationsprozeß** besonderer Art. Die forstliche Erzeugung ist auf die Inanspruchnahme biologischer Kräfte angewiesen; sie sind erzeugungstechnisch bedeutsamer als die gleichfalls benötigten mechanischen Kräfte. Die Neugestaltung des Gesamtprozesses beginnt deshalb mit der Frage nach der Behandlung, die der aufzuforstenden Fläche zuteil werden muß, um das Verjüngungsziel zu erfüllen. Anschließend ist zu klären, in welcher Weise, d. h. unter Einsatz welcher Mittel, Stoffe und Arbeitskraft die der Fläche zugedachte Behandlung vollführt werden kann.

Behandlungstechnik und Ausführungstechnik stehen sich bei der dispositiven Gestaltung der Kulturmethoden und -verfahren gleichwer-

tig gegenüber. Die gebräuchlichen Kulturmethoden kranken manchmal daran, daß der sie gestaltende Praktiker nach Denken und Handeln zu ausschließlich Waldbau-techniker oder zu sehr Arbeitstechniker gewesen ist. Technisches Denken ist gemeinhin auf das in der vertretenen Sparte maximal erreichbare Ergebnis gerichtet. Der eine strebt somit nur nach der vermeintlichen biologisch-waldbaulichen Höchstleistung, um dabei u. U. den Arbeitsaufwand und die Kostenfrage zu übersehen. Der andere versucht wiederum unter Vernachlässigung wichtiger bodenbiologischer und waldbaulicher Erkenntnisse die Arbeitskette Kulturgründung bzw. deren Teilvorgänge im Interesse größtmöglicher Produktivitätssteigerung und Kostensenkung (Ziel: absolute Billigkeit) weitgehend zu vereinfachen. Dieses Vorgehen ist sogar erfolgreich, wenn das absolut billigste Kulturverfahren bezogen auf bestimmte Standorte und Baumarten in biologischer Hinsicht noch zu vertreten ist.

Wird die Weiterentwicklung einer Kulturmethode als betriebswirtschaftliche Aufgabe angesehen, ist das erwähnte Wirtschaftlichkeitsprinzip streng zu beachten. Nicht die technisch maximale, sondern die wirtschaftlich optimale Lösung ist das eigentliche Ziel kulturtechnischer Gestaltungsarbeit. Biologisch-technologische Erfordernisse (Behandlung) und technisch-arbeitsorganisatorische Notwendigkeit (Ausführung) wollen bei der dispositiven Gestaltung sorgfältig gegeneinander abgewogen und aufeinander abgestimmt sein. Alle Entscheidungen unterliegen dem Prinzip wirtschaftlicher bzw. forstwirtschaftlicher Zweckmäßigkeit.

Der forstliche Erzeugungsprozeß vollzieht sich auch bei der Kulturarbeit durch die Kombination der Produktionsfaktoren Arbeit, Betriebsmittel und Werkstoff, letzteres sind in unserem Falle Samen, Pflanzen, Handelsdünger und chemische Mittel. Die einzelnen Verjüngungsziele werden normalerweise immer durch mehrere Arten der produktiven Kombination zu erreichen sein. Die Lösungsformen unterscheiden sich, — gleiche oder ähnliche waldbauliche Erfolge vorausgesetzt —, zumeist durch einen verschieden günstigen produktiven Effekt. Eine andere Faktorenproportion kann jedoch auch einen in biologisch-waldbaulicher Beziehung unterschiedlichen, erwünschten oder unerwünschten Endzustand zur Folge haben. **Die mehr oder weniger geschickte Faktorenkombination wird damit zum Zentralproblem der Gestaltung von Kulturmethoden.**

Literatur:

- Es wird ganz allgemein verwiesen auf „Die Technik der Forstkultur“, erschienen im Bayr. Landwirtschaftsverlag, 1963 und auf folgende neuere Arbeiten:
- E. Bauer: „Kurzfassungen der Vorträge der Mündener Hochschulwoche.“ AFZ, Nr. 46/1963, Seite 718 ff.
- A. Gussone: „Möglichkeiten einer Verbindung von Bodenbearbeitung und Düngung in der Forstwirtschaft, in Forstpflanzen, Forstsaamen.“ Heft 2/1963, Seite 11 ff.
- R. Schirmer: „Aufforstung von Grenzertragsböden.“ — AFZ Nr. 19/1963, Seite 308 ff.
- W. Wittich: „Die Bedeutung der Humusform für die Ernährung des Waldes und die Entwicklung seiner Böden.“ — AFZ Nr. 3/1964.