

FORSTTECHNISCHE INFORMATIONEN

herausgegeben im Auftrage der

TECHNISCHEN ZENTRALSTELLE DER DEUTSCHEN FORSTWIRTSCHAFT

HAMBURG 36, NEUER WALL 72

von Oberforstmeister Müller-Thomas, Mainz, auf der Steig 12 / Druck und Verlag: Rud. Francken, Bonn, Poppelsdorfer Allee 46

Verlagsort Bonn

September 1953

Nr. 61

Die Sicherung der Buchen-Naturverjüngung durch Bodenverwundung oder Bodenbearbeitung

von Oberforstmeister Dr. H.J.Loycke

Technische Zentralstelle der deutschen Forstwirtschaft (TZF), Hamburg

Das Jahr 1953 bringt eine Buchenmast, die in manchen Gegenden eine Vollmast zu werden verspricht. Es wird wegen des seltenen Eintritts einer Vollmast darauf ankommen, die zu erwartende Samenernte weitgehend zur Erzielung wohlgeschlossener Ansammlungen in verjüngungsnotwendigen Althölzern auszunutzen. Die Rotbuche hat in den letzten Jahrzehnten erheblich an Fläche verloren. Die Gründe für den Rückgang sind auf basenarmen Standorten in einem gehemmten Streuabbau zu suchen. Man ließ noch im vergangenen Jahrhundert in vielen Buchengebieten den weniger verjüngungsfreudigen Waldboden durch Schweibeeintrieb verwunden bzw. hatte in den abgeleisteten Hand- und Spanndiensten eine äußerst wertvolle Hilfe der Bodenvorbereitung. Man glaubt in letzter Zeit, auf derartige bodenvorbereitende Maßnahmen verzichten zu können; man verließ sich allein auf den Verjüngungshieb, d.h. die Arbeit der Art.

Nach Wiedemann haben sich die Bedingungen für die natürliche Verjüngung der Buche in den letzten Jahrzehnten durch die immer schärfere Durchforstung zwar im günstigen Sinne verändert. Die Samenjahre treten in bisher nicht gekannter Häufigkeit auf. Der erhöhte Lichtzutritt zum Boden und die Arbeit der Bodenflora verbessern die Empfänglichkeit der Böden für die Besamung wesentlich. Andererseits bereiten starker Grasfilz und demzufolge Mäusefraß bzw. übermäßiger Himbeerwuchs sehr oft erhöhte Schwierigkeiten. Das Ausbleiben der Verjüngung ist dann auf vielen Standorten die Folge. Mittlere sowie basenreiche Standorte verangerten nach der Verlichtung der Altbestände infolge häufiger Brennholzholze oft erheblich. Forstpolitische Erfordernisse oder privatwirtschaftliche Notwendigkeiten gestatten es nur noch selten, leidlich vollständige Buchen-Naturverjüngungen durch langsamen Verjüngungsgang zu erzwingen. Die Vorstellungen von dem Aussehen einer wirtschaftlich brauchbaren Buchendickung, aus der einmal ein Qualitätsbestand hervorgehen kann, haben sich sehr gewandelt. Wirklich wertvolle Rotbuchen-Bestände können nur aus dichten Naturverjüngungen heranwachsen, die in einem Guß aufgelaufen und bei steter Pflege im Kollektiv erzogen sind. Lückige und mangelhaft geschlossene Buchenverjüngungen gelten nach der heutigen Auffassung als mißlungen, denn sie ergeben nicht einmal einen hoffnungsvollen Buchen-Grundbestand. Derartige Jungbestände verursachen bei der Jungwuchspflege und der Säuberung außergewöhnlich hohe Aufwendungen, denen niemals ein entsprechender technisch-biologischer Erfolg gegenüber stehen wird.

Rechtzeitige Bodenverwundung und Bodenbearbeitung vermögen den Erfolg der Naturverjüngung durch Erfüllung der nachstehenden Ziele zu sichern.

1. Der Waldboden kann den Samen gut aufnehmen und diesem ein einwandfreies Winterlager bieten; der Boden ist "fängisch".
2. Der Samen bleibt im Boden vor dem Verderben, vor allem vor dem Verschimmeln und vor der Vernichtung durch Tiere, - Vieh, Wild, Vögel - bzw. durch Menschen bewahrt.

3. Der säureempfindliche Same findet im Frühjahr, sofern er den Winter gut überstanden hat, ein ideales Keimbett.
4. Das "Fußfassen" der Jungpflanzen und damit das Anwachsen wird erleichtert. Die Jungbuchen werden widerstandsfähiger, sie überstehen Dürreperioden besser.
5. Die Begründung dichtgeschlossener, individuenreicher Verjüngungen aus dem Samenfall eines Jahres ist bei Voll- oder Halbmast möglich. Solche Jungbestände
 - a) verfügen über genügend Reserven, um den üblichen Wildverbiß und gelegentlichen Mäuseschaden ohne nennenswerte Nachteile zu überstehen und
 - b) versprechen einmal zu glatten, langschäftigen, astreinen und gleichmäßig bekronten Althölzern heranzuwachsen.

Es ist Aufgabe der Bodenarbeiten, in Ergänzung der auf die Verjüngung abgestellten Hiebsmaßnahmen, einen günstigen Bodenzustand zu schaffen, d.h. dem Boden zu der erforderlichen Gare zu verhelfen, um dadurch die Empfänglichkeit des Bodens zu steigern. Gleichzeitig müssen alle der Verjüngung entgegenstehenden Hemmnisse beseitigt werden. Folgende Teilaufgaben bedürfen der Lösung:

- I. Die Beseitigung der die Verjüngung hindernden Bodendecken. Es sind dies
 1. lebende Bodendecken, wie Hochstaudenfloren, Himbeerplatten, dichte hohe Grasdecken bzw. mittelhohe Grasteppiche und u.U. Heidelbeerdecken auf den podsoligen Braunerden oder auf Böden mit einem ausgesprochenen Podsolprofil. Derartige Bodendecken müssen vornehmlich wegen ihrer verdämmenden Wirkung und der zu erwartenden Wurzelkonkurrenz für den Keimling und die Jungpflanze entfernt werden.
 2. tote Bodendecken aus Laub- und Nadelstreu bzw. aus dem den Mineralböden abschließenden Rohhumus. Ungünstige Humusansammlungen, d.h. störende Rohhumusdecken, müssen durch Bearbeitung und gleichzeitige Kalkung beseitigt werden. Hierbei soll ein möglichst großer Teil des Rohhumus der Mineralisierung entzogen und in beständigen Humus hoher Qualität, d.h. in sog. "echte Humusstoffe" umgewandelt werden.
- II. Die Lockerung und die Lüftung des Bodens, wobei es im allgemeinen nur darauf ankommt, die obersten Bodenschichten mäßig zu lockern. Zur Verdichtung neigende Lehm Böden bedürfen dagegen besonderer Maßnahmen.
- III. Die Bodendurchmischung, d.h. die Mischung von Humus- und Mineralboden bezweckt u.a., dem Keimling die Entwicklung einer gesunden, im Mineralboden in die Tiefe gehenden Wurzel zu ermöglichen. Die Wurzeln der Keimlinge biegen in Laub- oder Rohhumusschichten größerer Mächtigkeit sehr bald seitlich ab, um sich nur flach auszubreiten. Der Keimling stirbt bei Eintritt von Trockenheit ab.

Je seltener Buchen-Samenjahre auftreten, je geringer die Ernte an keimfähigen Bucheln, je ungünstiger der Standort, d.h. je mehr die günstigen natürlichen Voraussetzungen zur Besamung fehlen, oder je naturwidriger die Art geführt wurde, bzw. je kürzer die Zeitspanne ist, die für die Einleitung der Naturverjüngung zur Verfügung steht, umso eher wird der Wirtschaftende sich mechanischer oder mechanisch-chemischer Bodenvorbereitungsmaßnahmen bedienen müssen. Auch eine Viertel- oder Halbmast kann durch rechtzeitig eingeleitete und der Eigenart des Standorts angepaßte Bodenbearbeitung besser ausgenutzt werden. Eine Sprengmast war für die natürliche Verjüngung der Rotbuche bisher nur von untergeordneter Bedeutung; Sprengmasten können u.U. in Verbindung mit Einsaat von Bucheln in die bearbeitete Fläche zur Ergänzung von Fehlstellen einer Verjüngung dienen.

Es lassen sich zur Erledigung der vorgenannten Teilaufgaben nachfolgende Wege einschlagen:

1. Es ist einmal möglich, sich auf eine bloße Bodenverwundung zu beschränken, d.h. das Gefüge des Bodens im wesentlichen zu erhalten, indem nur eine Verletzung des Oberbodens vorgenommen wird.
2. Man kann den Oberboden ebenso einer mehr oder weniger intensiven Bodenbearbeitung unterziehen, d.h. den Boden durch gründliche mechanische Eingriffe an der Oberfläche im Aussehen wesentlich verändern.
3. Es ist schließlich denkbar, durch mechanische Bearbeitung in Verbindung mit bodenchemischen und biologischen Maßnahmen eine Melioration des Waldbodens anzustreben.

Es wird ganz von dem Zustande, in dem sich Boden und Bestand befinden, den herrschenden klimatischen Bedingungen, den wirtschaftlichen Absichten sowie den zur Verfügung stehenden technischen und finanziellen Mitteln abhängen, für welchen der vorbezeichneten Wege sich der Wirtschaftende entscheidet.

Die Anforderungen an die auszuführenden Bodenvorbereitungsarbeiten wechseln mit dem Standort und der Bodenbewachsung. Es lassen sich etwa folgende Grundtypen nach der Bodenbewachsung herauschälen, deren Unterscheidung für den Zweck dieser Betrachtung genügen dürfte.

- Typ 1: Gesunder Boden im besten Gare- und im idealen Begrünungszustand, ein Boden, der von weitem grün und aus der Nähe braun aussieht. Eine Bodenbearbeitung wird unter normalen Verhältnissen nicht erforderlich. Hat sich infolge Ausbleibens der Mast auf einzelnen, dem Licht stärker ausgesetzten Bodenpartien eine mäßige Begrünung eingefunden, so kann eine Bodenverwundung angebracht sein. Man pflügt solche Böden außerdem zu bearbeiten, wenn eine Spreng- oder Viertelmast gut ausgenutzt werden soll. Selbst eine geringe Vergrasung kann auf frostgefährdeten Standorten dieser Art den jungen Buchen bei Spätfrösten gefährlich werden.
- Typ 2: Verhagerte Bodenpartien, d.h. verhärtete Waldböden, denen eine nennenswerte Bewachsung fehlt, auf denen sich nur wenig Laubstreu halten kann und deren magere Humusaufgabe vertorft ist, bedürfen in jedem Falle einer Bearbeitung. Laubstreu soll sich an der rauhen Oberfläche des bearbeiteten Bodens fangen, um allmählich den Stickstoff- und den Wasserhaushalt zu heben und dadurch den Boden tätiger zu machen.
- Typ 3: Böden mit stärkerer, geschlossener Verangerung, auf denen bei lichtigem Stand neben einer Strauchschicht (Acer, Cornus, Evonymus, Sorbus torminalis, Daphne mezereum) ein bemerkenswerter Hochstaudenanteil zu finden ist (Brennnessel, Hohlzahn, Springkraut, Waldziest, Bingelkraut). Es sind dies schwere Lehm Böden, Böden mit humosem, lockerem Oberboden über milden Lehmen, sowie frische lehmhaltige Böden. Die besten Buchenstandorte, z.B. Verwitterungsböden des Basalt, des Rotliegenden, des Muschelkalkes, sowie ein Teil der diluvialen Moränenböden, gehören hierher. Die üppige Süßgräserflora (Melica-Arten, Millium effusum, Brachypodium silvaticum, Festuca gigantea, Festuca heterophylla, Aira caespitosa usw.) bedeutet ein arges Hindernis für die Verjüngung. Die Bekämpfung stärkerer Verangerung ist nur mit Hilfe energisch anpackender, schwererer Geräte und Maschinen möglich.
- Typ 4: Böden in einem mittleren Verangerungszustand, wie man sie in diluvialen Gebieten, auf Grauwacke oder etwa auf oberem Buntsandstein findet, erscheinen durchweg grün. Die Grasdecke wird jedoch nicht so hoch und in sich geschlossen; braune Laubstreu schaut im näheren Umkreis des Betrachtenden allerorts durch das Grün. Man findet Poa nemoralis, Dactylis glomerata, Luzula pilosa neben Holcus mollis und Aira flexuosa.
- Typ 5: Himbeere kann bei Freilage auf kleineren oder größeren Flächenpartien der Typen 3 und 4 auftreten. Die Ausstockung der gewöhnlich mannshohen Himbeere geschieht zweckmäßig mit schleppergezogenen schweren Geräten, z.B. einem Scheibenpflug. Ein zuvoriges Mähen der Himbeerstauden ist mit

Hilfe des neuen Kulturreinigungsgeräts "Wiesel" schnell und mühelos ausführbar. Ein Mähen kann bei Einleitung der Bodenbearbeitung ein oder zwei Jahre vor dem Fallen der Mast unterbleiben. Es dürfte sich im Hinblick auf ein gutes Setzen des unmittelbar vor der Mast bearbeiteten Bodens empfehlen, die Himbeergärten zu mähen und zu vernichten.

Typ 6: Geringere basenarme Standorte, zumeist Sandböden oder Sandböden über in größerer Tiefe anstehendem Lehm, gehören zu den podsoligen Braunerden oder sie haben Podsolprofil. Diese Böden tragen eine lebende Decke von Blaubeere, Polstermoosen und Drahtschmiele. Es muss in diesem Falle Aufgabe der Bodenbearbeitung sein, mit der Bodenbewachsung auch die verjüngungshindernde Rohhumusdecke zu beseitigen. Dichte und Höhe der Beerkräutdecke sowie die Mächtigkeit der Rohhumusdecke sind letzten Endes für die Wahl eines brauchbaren Großgeräts und des zweckentsprechenden Bearbeitungsverfahrens entscheidend.

Die Anforderungen an die mechanische Bodenvorbereitung sind sehr vielseitige. Die besonderen Verhältnisse jedes der 6 vorgenannten Bearbeitungstypen bedingen jedoch Abweichungen in der Bearbeitungstechnik. Man hat abzuwägen, inwieweit die standörtlich zu stellenden Mindestanforderungen an eine Bearbeitung durch jeden der 3 eingangs geschilderten Bearbeitungswege erfüllt werden.

Der verwundete Boden soll sich einmal genügend öffnen, um die nachfallende Mast in sich aufzunehmen. Das Buchenlaub wird später die in die Vertiefungen der rauhen Oberfläche hineingeglittenen Bucheln locker bedecken. Die Niederschläge ebenen im Laufe des Winters den Boden mehr und mehr ein, sie sorgen für eine gewisse Übererdung des Samens. Das auf die Bucheln gefallene Laub schützt gegen Winterfröste und vor Austrocknung im Frühjahr. Wild und Vögel finden den Samen nicht so leicht. Das Laub haftet nach Bearbeitung des Bodens besser. Je schwächer die Bedeckung ausfällt, desto eher keimen die Bucheln. Burckhardt empfiehlt auf Standorten mit Spätfrostgefahr eine 5 cm starke Erdbedeckung anstelle der üblichen Bedeckung von 2-3 cm. Man wird sich vor allem in Süd- und Südwestlagen um eine etwas stärkere Bedeckung der Bucheln zu bemühen haben. Andererseits kann eine 5 cm hohe oder eine noch stärkere Übererdung Nichtauflaufen eines erheblichen Teiles des Samens zur Folge haben. Holm machte im Forstamt Koberg die Erfahrung, dass auf den mit Scheibenpflügen bearbeiteten Flächen die Bedeckung der Mast getrost der von den Niederschlägen bewirkten Bodeneinöbnung überlassen werden kann. Eine leichte Übererdung mit der Notzon-Egge, wie sie Holm in Koberg vorgenommen hat, wäre wohl nicht erforderlich gewesen. Auf Waldpflugstreifen ist dagegen eine Bedeckung unerlässlich.

Der bearbeitete Boden soll auch bei sonst weniger geeigneten Verhältnissen ein günstiges "künstliches" Keimbett abgeben. Der Boden darf weder zu locker noch zu hart oder gar verdichtet sein. Die Laubdecke soll keine außergewöhnliche Mächtigkeit besitzen. Die Samen müssen in möglichster Nähe des gewachsenen Mineralbodens zu liegen kommen, um beim Keimen die Bodenfeuchtigkeit möglichst ausnutzen zu können. Humus ist nur in der Mull- oder Moderform erwünscht; Rohhumus soll mit dem Mineralboden möglichst gut vermengt werden. Laubstreu und Humus dürfen auf keinen Fall "beerdigt" werden. Die Bearbeitung ist so flach auszuführen, wie es der Standort gestattet. Der Mineralboden muß jedoch bei Rohhumusaufgabe unbedingt erfaßt werden. Ein allgemein gültiges Maß für die optimale Tiefe der Bearbeitung läßt sich aus den geschilderten Gründen nicht geben.

Eine schollige Bearbeitung ist auf verangerten Böden sowie auf den von der Himbeere eroberten Flächen am Platze. Die groben Schollen sollen tunlich, wie es z.B. mit dem schweren Scheibenpflug möglich ist, senkrecht gestellt oder nur leicht übergekippt werden. Die Schollen sind bei mehrmaliger Bearbeitung nach dem Vertrocknen der Bodenflora und dem Austrocknen des Wurzelfilzes in einem anschließenden Arbeitsgang zu zerkleinern. Hat eine unmittelbar nach der Bearbeitung einsetzende Trockenperiode das Gras oder Unkraut abgetötet, so kann man u.U. mit der zweiten Bearbeitung bis nach dem Samenfall warten, um gleichzeitig eine Übererdung der Bucheln zu bewirken.

Die grobe Scholle ist als Keimbett sowie zum Abdecken der Bucheln ungeeignet. Burckhardt empfahl deshalb, grob handgehackten Boden in Buchenbeständen mit der Rodehacke usw. bröckelig zu hacken. Andererseits ist auch jede zu feine Bearbeitung des Bodens vom Übel. Vorsicht erscheint in dieser Beziehung bei Einsatz der "Pionier"-Forstbodenfräse angebracht. Der nach zweimaligem Durchgang der Fräse sehr feinkrümelige Boden wird u.U. von Niederschlägen leicht verdichtet. Verhagerte und verhärtete Böden erfordern ein Kurzhacken des Bodens durch einen zweiten Maschinenarbeitsgang.

Es ist von besonderer Wichtigkeit, die Bodenbearbeitung im richtigen Zeitpunkt auszuführen. Der Forstmann entschließt sich gewöhnlich erst zu einer mechanischen Vorbereitung, wenn eine Voll- oder Halbmast in Aussicht steht. Stark vergraste Standorte werden zweckmässig erst kurz vor dem Fallen der Mast, dafür aber umso intensiver bearbeitet. Es müssen in einem solchen Falle stets mehrere Arbeitsgänge nacheinander ausgeführt werden, deren Anzahl von der Wirksamkeit des eingesetzten Gerätes abhängt. Es ist empfehlenswert, den zweiten Arbeitsgang von dem ersten um 3 - 4 Wochen abzusetzen, damit das mit schwerem Gerät gelöste Unkraut und dessen Bewurzelung an der Luft vertrocknen. Die Bearbeitung verangerter Böden reicht nach Koberger Erfahrungen erst dann aus, wenn der bearbeitete Boden ein völlig schwarzes Aussehen erhalten hat. Die einmalige Bearbeitung stark verwilderter Böden mit einem schweren Scheibenpflug schafft wenigstens äußerlich das geforderte Bild. Ein zweiter Arbeitsgang ist jedoch am Platze, weil die von den Pflugschollen begrabenen sperrigen Überreste der Pflanzendecke bis zum Frühjahr weder genügend verrotten, noch sich ausreichend setzen können.

Die Monate August bis Mitte Oktober sind für diese Art der Bearbeitung der geeignete Zeitpunkt. In diesen Nachsommer- und Frühherst Wochen müssen jedoch auch die nicht so stark vergrasten verjüngungsnotwendigen Buchenbestände, deren Bearbeitung bereits im Jahre zuvor begonnen wurde, das letzte Mal verwundet werden. Die zur Verfügung stehende Zeit wird damit knapp. Eine mehrmalige Bearbeitung aller Flächen dürfte selbst bei guter Planung und Organisation der Arbeiten nicht immer gelingen. Strebt man nach einem 100 %igen Verjüngungserfolg, so wird man nach Erfahrungen der Praxis auch auf Böden des Typ 1, soweit diese Böden überhaupt einer Bearbeitung bedürfen, zwei aufeinander folgende Arbeitsgänge auszuführen haben. Ebenso bedürfen Flächen mit leichter bis mittelstarker Vergrasung wenigstens einer zweimaligen Bearbeitung mit dem Holm'schen Scheibenschälplflug oder einer zwei- bzw. dreimaligen Bearbeitung mit dem Hessischen Schwinggrubber. Böden, die Aushagerungserscheinungen zeigen, oder auf denen reichlich Rohhumus zu finden ist, erfordern im Interesse der guten Zersetzung stets eine mehrjährige Bearbeitung. Die Mehrjährige Vorbereitung hat in jedem Falle mit besonders intensiver Bearbeitung in den Wochen vor dem Samenfall abzuschließen.

Da der Hauptteil der Buchemast Oktober bis Anfang November fällt, sollte man die Bodenbearbeitung mit schweren Geräten oder Maschinen, die Bucheckern beschädigen oder zerquetschen können, bei Eintritt des Samenfalls abbrechen. Die Bearbeitung kann mit anderen Geräten, z.B. mit Grubbern, vor und nach dem Samenfall fortgesetzt werden, da diese Geräte, - so auch der Schwinggrubber -, die Beschädigung von Saatgut ausschließen. Eine Unterbringung des Samens in tiefere Bodenschichten sowie eine zu starke Übererdung ist bei Grubbern nicht zu befürchten. Die Bearbeitung ist so rechtzeitig abzuschließen, daß sich der Boden bis zum Keimen der Bucheln im Frühjahr zureichend setzen kann.

Die zu verjüngenden Flächen können den nachstehend angeführten B e a r b e i - t u n g s w e i s e n unterzogen werden:

- a) Zunächst ist eine streifenweise Bodenvorbereitung möglich, von der man bis zur Gegenwart viel Gebrauch macht. Diese Art der Bearbeitung ist bei Ausführung in Handarbeit oder bei Einsatz von Waldpflügen das gegebene Verfahren. Auf Streifen von etwa 0,4 - 0,6 m Breite sowie 1,0 - 1,5 m Abstand von Rand zu Rand wird die Rotbuche jedoch nach heutiger Auffassung nicht in genügend dichtem Schluß erzogen. Günstiger sind schon 0,5 - 0,6 m breite Fräststreifen, die mit ebenso breiten unbearbeiteten Zwischenstreifen abwechseln.

Eine Abart des Streifenhackens bildet das Rillenhacken, hierbei werden horizontal verlaufende, schmalere Rillen in einem Abstand von etwa einem Meter angelegt. Burckhardt berichtet, daß dieses Verfahren an steilen Hängen in hannover'schen Gebirgen zur Anwendung gekommen ist. Ein Rillenhacken kann auch heute u.U. noch unter ähnlichen Verhältnissen empfohlen werden. Das Laub fängt sich in den Rillen, es deckt die Bucheln ab und es hält gemeinsam mit dem von Niederschlagswasser in die Rille geschwemmten Erdreich die Bucheln im Boden des Hanges fest.

- b) Eine volle Bearbeitung ist bei Handausführung teuer. Es ist gegendweise auch heute noch üblich, den Boden in Buchenaltbeständen an der Oberfläche kurzschollig durchzuhacken. Eine volle Bodenbearbeitung kann nur bei Ausführung als Maschinenarbeit wirtschaftlich vertreten werden. Eine 80 - 90 %ige, d.h. nahezu volle Bearbeitung des Bodens, läßt sich ohne Schwierigkeiten mit dem Gebirgsigel, dem Schwinggrubber oder dem Holm'schen Scheibenschälflug sowie der Forstbodenfräse "Pionier" ausführen.
- c) Schwere und damit weniger wendige Geräte, wie z.B. der Scheibenpflug "Roller I", gestatten es aus naheliegenden Gründen nur, 50 - 75 % der Bodenoberfläche zu bearbeiten, d.h. der Boden kann nur anteilmäßig vollflächig bearbeitet werden. Je kleiner und je winklicher die zu verjüngende Fläche ist, umso weniger eignet sie sich für den Einsatz von Großgeräten und umso höher bleibt bei schleppergezogenen Geräten auch der Anteil der nicht bearbeiteten Fläche. Gestatten verwilderte Standorte beispielsweise nur eine 70 %ige Bearbeitung, so wird angeraten, weitere 15 - 20 % der Bodenoberfläche möglichst nach dem Mähen der Bodenflora mit Hilfe der Pionier-Fräse pflanzfertig herzurichten. Ein Teil der Grasnarbe kann im übrigen nach dem ersten Fräsgang auf den Streifen mit der Dreizinkenhacke ausgemengt werden. Die pflanzfertigen Streifen ermöglichen die trupp- und gruppenweise Einbringung standortsverträglicher Mischhölzer.

Die Notwendigkeit, Haushaltsmittel wirtschaftlich zu verwenden, und gleichzeitig den waldbaulichen Erfolg voll zu sichern, zwingen den Forstmann, die Bodenbearbeitung den kleinstandörtlichen Erfordernissen anzupassen. Man hüte sich vor einer Schematisierung der Arbeit. Es kann in einem Bestand Partien geben, die kaum der Bearbeitung bedürfen. Andere Stellen müssen im gleichen Bestande dagegen wenigstens zweimal, weitere u.U. dreimal mit dem Gerät durchfahren werden.

Das Gleiche gilt für die Verbindung einer Kalkung mit der Bodenbearbeitung. Die endgültige Sicherung der Naturverjüngung auf versauerten und verharteten Böden macht die zusätzliche Gabe einer Kalkdüngung notwendig. Die Buche pflegt zwar im Rohhumus zu keimen, falls sie dort den Winter ohne zu verderben überstanden hat; sie geht aber gewöhnlich nach kurzem Vegetieren zugrunde. Soweit die Jungbuchen nicht in heißen Wochen im Rohhumus wegen der herrschenden extremen Feuchtigkeitsverhältnisse vertrocknen, unterliegen sie der sauren Reaktion des Bodens, gegen die namentlich Laubhölzer im Keimlings- und im ersten Jugendstadium empfindlich sind. Der Kalkgehalt des Bodens spielt für die Durchlüftung, die Wasserführung und die Durchwurzelung eine wesentliche Rolle. Die Bestandsabfallzerersetzung wird in Verbindung mit mechanischer Lockerung und Durchwurzelung des Waldbodens durch Kalkgaben erheblich angeregt. Die Aktivierung der Rohhumusdecke durch Kalk bewirkt nach Wittich einen echten Einbau von mineralisiertem Stickstoff in die verbleibende Humussubstanz; die dadurch eine Erhöhung im Stickstoffgehalt erfährt. Die Umsetzungen steuern nach einer normalen Kalkung in der Hauptsache auf eine Mineralisierung hin. Jede Aktivierung von Rohhumus, die mit einer stärkeren Mineralisierung verbunden ist, ist nach Wittich möglichst in das Bestandsstadium zu legen. Je weniger die Möglichkeit besteht, die Mineralisierung des Rohhumus durch den Bestand ausnutzen zu lassen (Lichtszuwachs!), desto mehr muss versucht werden, die Umsetzung so zu lenken, dass ein großer Teil des Rohhumus in echte Humusstoffe (Nährhumus) umgewandelt wird. Hier sieht Wittich zwei Wege, der eine führt über den Tierdarm (z.B. Regenwurm). Das Kleintierleben im Boden wäre in diesem Falle durch

den Mitanbau von Leguminosen anzureizen. Der zweite Weg besteht darin, die Mineralisierung zu Gunsten einer Umwandlung durch Drosselung des Sauerstoffzutritts mittels Vermischung der Rohhumusdecke mit Mineralboden einzuschränken. Das glaubt man im Forstamt Syke durch Einfräsen des Rohhumus in den Mineralboden bzw. durch Vollumbruch erreicht zu haben. Wittich unterstreicht die Wichtigkeit der Aktivierung einer Rohhumusdecke mit dem Hinweis, eine Auflage von 10 cm Mächtigkeit enthalte etwa das Hundertfache an organischer Trockensubstanz, was im Durchschnitt jährlich den deutschen Ackerböden in Form von Stallmist zugeführt wird. Wittich schreibt schließlich an anderer Stelle: "In Buchenalthölzern auf versauertem Boden, die sich nicht mehr verjüngen wollen, wirkt eine Kalkung Wunder." Der Kalk wird zur Vorbereitung der natürlichen Verjüngung am besten breitwürfig in möglichst gleichmässiger Verteilung über die Fläche ausgestreut. Die feinere Verteilungsmethode sichert bei gleicher Kalkmenge und Kalkart den schnelleren Anfangserfolg, war gerade für die Einleitung der Verjüngung von Bedeutung ist. Motorgetriebene Gebläsestreuer (z.B. "Orkan"), die heute von Lohnkalkungsunternehmen eingesetzt werden, dürften bei der Kalkung der zur Verjüngung heranstehenden Flächen eine zeitigere Wirkung erzielen als Dünger-Schleuderstreuer ("Burco" und "Wald-Rotina") oder eine Kalkung durch Abschaufeln vom Ackerwagen. Der befriedigende Erfolg ist abhängig von

- a) der Aufbringung einer genügenden Kalkmenge in Doppelzentnern je ha bezogen auf 100 % Ca O,
- b) der bereits besprochenen feinen und gleichmäßigen Verteilung
- c) der innigen Einmischung des Kalkes in den Rohhumus und der in den Oberboden eingearbeiteten Mineralerde. Wiedemann hat der mechanischen Einarbeitung des Kalkes trotz der Erfolge des Obenaufstreuens das Wort geredet.
- d) der Wahl einer geeigneten Kalkart.

Bei Rotbuche genügen normalerweise Gaben von 20 - 40 dz/ha zur Vorbereitung der Verjüngung, sofern kohlen-saurer Kalk oder Mischkalk gestreut werden. Entscheidet man sich für Branntkalk, so kann man u.U. auf Mengen von 10 - 20 dz/ha heruntergehen. Wittich empfiehlt, falls keine PH-Messung durchgeführt werden konnte, als Anhalt für den Säuregrad in normalbehandelten Buchenaltholz-Beständen nachstehende PH-Werte zu verwenden, denen die nachstehend angeführten Ca O-Mengen entsprechen dürften.

Rohhumusstärke	PH-Wert	Etwa benötigte Menge Ca O in Sand und lehmigem Sand	dz/ha für Lehm
5 cm	4,3	15 dz	25 dz
10 cm	3,7	30 dz	40 dz

Eine Gefahr der Überkalkung tritt im Walde nur auf sehr humus- und nährstoffarmen Böden ein, deshalb ist auf verhärteten Partien eine gewisse Vorsicht angebracht.

Man sollte auf leichten Böden nur kohlen-sauren Kalk (Ca CO_3) verwenden, der eine verhältnismässig geringe Löslichkeit in Wasser nach dem Umsetzen mit Kohlensäure des Bodens zu doppelkohlen-saurem Kalk besitzt. Die Wirkung ist langsam aber nachhaltig. Branntkalk löscht sich bei der Vermischung mit Boden ab. Das entstehende Kalkhydrat ist wesentlich löslicher als kohlen-saurer Kalk, es wirkt schnell und kräftig. Branntkalk ist der Kalkdünger des schweren Bodens, d.h. er eignet sich für den Buchenstandort mit Lehm bis lehmigem Sand sowie für eine Rohhumusauflage von wenigstens 3 cm. Branntkalkgaben haben eine rasche Abstumpfung der Bodensäure und eine verhältnismässig baldige Verbesserung der physikalischen Bodeneigenschaften zur Folge. Mischkalk ist der Dünger aller bisher nicht genannten Buchenstandorte, die der Kalkung bedürfen. Er verbindet die Eigenschaften des kohlen-sauren und des Branntkalkes in abgemilderter Form miteinander. Mischkalk ist der Kalk für den bindigeren bis mittelschweren Boden. Man muss für die Errechnung der Düngergaben je Hektar wissen, dass Branntkalk einen Ca O-Gehalt von 80 - 95 % und Mischkalk einen solchen von etwa 60 - 65 % besitzt.

Der Zeitpunkt des Ausstreuens von Kalk wird durch die anschließende maschinelle Einbringung bestimmt. Branntkalk darf erst unmittelbar vor der Bearbeitung und nur bei trockenem Wetter gestreut werden. Man sollte eine Kalkung, die die natürliche Verjüngung der Buche zu fördern hat, nicht erst im Samenjahre vornehmen, sondern diese frühzeitig, d.h. wenigstens ein, möglichst mehrere Jahre vorher auszuführen bestrebt sein. Ein Abweichen von dieser Regel wird auf Standorten notwendig, auf denen als Reaktion des Bodens eine starke Verunkrautung nach Kalkung zu erwarten ist. Wiedemann warnt davor, auf trägen Buchenböden allzu grosse Kalkmengen zur Einleitung der Verjüngung zu streuen. Die Dürgung dürfe vor allem nicht unmittelbar vor dem Fall der Bucheln erfolgen, "da der Humus bei Trockenheit hitzig werden kann". Eine besonders feine und gleichmässige Verteilung des Kalkes in den oberen Bodenschichten erzielt man mit der Forstbodenfräse "Pionier". Der Kalk wird von dieser Fräse schon nach einmaliger Bearbeitung in idealer Weise untergemischt. Man kann nach zweimaligem Fräsen nur noch mit scharfem Auge feine Spuren des Kalkes im locker-krümeligen Boden erkennen. Scheibenpflüge schwerer Bauart, wie der "Roller I", bringen die Kalkgabe wohl in einem einzigen Arbeitsgang unter, ohne jedoch den Dünger im Boden sonderlich gut zu verteilen. Der kleine Scheibenschälpflug "Holm" und der "Roburit" besorgen vor allem nach zweimaligem Durchgang diese Verteilung besser. Grubber und Eggen benötigen im allgemeinen 3 Arbeitsgänge, um eine ähnlich zufriedenstellende Einbringung zu bewirken.

Für die Bearbeitung des Bodens in Buchenalthölzern stehen der Forstwirtschaft heute eine Reihe brauchbarer und wirtschaftlich arbeitender Großgeräte und Maschinen zur Verfügung. Diese Geräte können wahlweise als Einzelgerät, wie es der Regelfall ist, oder in Kombination mit anderen Geräten eingesetzt werden. Wir unterscheiden Eggen und Grubber, Rolleggen, Scharpflüge, insbesondere Waldpflüge, Scheibenpflüge und Scheibenschälpflüge sowie motorgetriebene Geräte bzw. Maschinen, wie Motorfräsen oder Schlepper und Unimog mit entsprechenden Anbaugeräten. Die Ausführung der Bodenvorbereitung durch bloße Handarbeit dürfte der Vergangenheit angehören. Handarbeit ist zu teuer, vor allem wenn noch die durchschnittlich mit 50 % der Lohnsumme anzusetzenden Sozialanteile zugeschlagen werden. Der gleiche Arbeitserfolg lässt sich durch Maschineneinsatz oft für ein Drittel bis ein Fünftel der Handarbeitskosten bei zu meist besserer biologischer Wirkung ausführen. Der Handarbeit kommt in Zukunft nur noch bei der Bearbeitung kleiner Fehlstellen in gelungenen Verjüngungen oder bei der Ausführung von Bodenarbeiten an Steilhängen einige Bedeutung zu. Es ist neuerdings auch auf Steilhängen möglich, die Bodenvorbereitung motorisierten Seilwinden mit angehängten Grubbern oder einscharigen Scheibenpflügen zu übertragen, die in fortschrittlichen Weinbergsbetrieben bereits zum Einsatz kommen.

Eggen wurden bereits in der Mitte des vorigen Jahrhunderts von der dänischen Buchenwirtschaft zur Bodenvorbereitung eingesetzt (sog. "Schwedische Eggen" und "Dänische Kultureggen"). Die Zinken dieser Eggen gingen bei Auftreffen auf einen horizontalen Widerstand, z.B. beim Anstossen an flachstreichende Wurzeln bei gemischter Fichte, leicht zu Bruch. Wesentlich besser geeignet für ein Arbeiten im Bestand ist der "Neumann-Hilf'sche Gebirgsigel" mit Grubberschar-Ausrüstung. Oft fehlen geeignete Forstspezialgeräte, wenn es darum geht, Bodenarbeiten kurzfristig auszuführen. Hier besteht die Möglichkeit, behelfsmässig auf moderne landwirtschaftliche Anhängergrubber oder Wühlgrubber zurückzugreifen. Lohnschlepperführer besitzen als Landwirte gewöhnlich geeignete Geräte, die von Schleppern mit 25 - 35 PS gezogen werden können. Es lassen sich z.B. folgende landwirtschaftliche Grubber gelegentlich auch im Walde verwenden: Anhänger-Grubber Mula III mit 9 Arnszinken, Arbeitsbreite 144 cm, und Wühlgrubber Mula K 2 mit 12 Arnszinken, Arbeitsbreite 210 cm, beide von der Firma Gebr. Eberhardt in Ulm gefertigt, oder Schlepper-Kultivator "Raku 10" des Rabewerks, Gesamtbreite 220 cm. Diese Geräte sind allerdings durchweg für den Waldeinsatz zu breit und zumeist auch zu schwer. Es können außerdem Zinkenbeschädigungen eintreten.

Das modernste Gerät dieser Gruppe ist der Hessische Schwinggrubber nach Revierförster Hartmann. Dieses Forstspezialgerät hat ein Gewicht von 320 kg, es lässt

sich bei Auswechslern der Achsen fünfscharig in den Arbeitsbreiten 100 und 125 cm, sowie dreischarig in der Arbeitsbreite 51 cm einsetzen. Der Schwinggrubber überschreitet Wurzelstöcke bis zu 35 cm Höhe. Die fünf Schare arbeiten unabhängig voneinander, sie sind ausschwenkbar. Ein Federzug setzt den Schar nach dem Überfahren eines Hindernisses selbsttätig wieder ein. Die Schare dringen etwa 10-15 cm tief in den Boden. Jedes Schar greift in Abständen von 60 - 65 cm tiefer ein, um dabei Mineralboden oft bis zu 30 cm Entfernung von der Eingriffsstelle in den oberen Boden hineinzureißen. Man verwendet auf Böden mit fehlender Begrünung sog. Breitschare, bei mäßiger bis mittlerer Verangerung Schmalschare und vor diesen Scharen als Vorschneider auf Beerkrautdecken Messerschare. Der Schwinggrubber benötigt als Anzugmittel entweder 2 - 3 schwere Zugpferde oder einen Schlepper von ca. 25 PS Stärke. Die Geländegängigkeit des Schwinggrubbers ist ausgezeichnet und seine Wendefähigkeit gut. Das kritische Gefälle für ein Arbeiten quer zum Hang beträgt 22 %. Der Einsatz an Hängen ist nur im Pferdezug möglich. Der Schwinggrubber übertrifft in den Fahreigenschaften am Hang alle übrigen Geräte.

Die besprochenen Grubber und Eggen haben den Nachteil, sich mit abgerissenen Teilen der Bodenbewachsung zu verstopfen. Das Entfernen verursacht häufige Arbeitsunterbrechung. Diese Arbeit kann bei Pferdezug der Gespannführer selbst übernehmen. Die Reinigung des Schwinggrubbers ist verhältnismäßig einfach. Wird der Schwinggrubber vom Schlepper gezogen, so ist es zweckmäßig, eine Hilfskraft einzustellen. Man kann mit Eggen und Grubbern den Boden unter Beständen im eingangs besprochenen Sinne eigentlich nur verwunden. Eine bedingte Bearbeitung des Bodens, an deren Abschluss dieser sein Aussehen grundlegend verändert haben soll, läßt sich mit dem Schwinggrubber bestenfalls durch eine drei- bis viermalige Bearbeitung erzielen. Befindet sich auf einer Fläche bereits Verjüngung, die der Ergänzung bedarf, so dürfte diese Verjüngung nur bei Einsatz des Schwinggrubbers erhalten werden können. In vielen Fällen wird man allerdings auf die Übernahme einer unvollkommenen Verjüngung verzichten, da sich diese Stämmchen erfahrungsgemäß nur zu sperrigen Protzen entwickeln.

Auch R o l l e g g e n eignen sich eher zur Verwundung als zur Bearbeitung des Waldbodens. In der zweiten Hälfte des verflorenen Jahrhunderts wurde die norwegische und die dänische Rollegge sowie die Konradsdörfer Röllhacke entwickelt; diese drei Geräte waren die Vorläufer des heute noch in einzelnen Forstbetrieben zum Nachteil für Pferde und Fahrer benutzten Geist'schen Wühlgrubbers "Frischling". Praktische Bedeutung für die Bodenverwundung in Buchenbeständen hat in dieser Gruppe nur noch die Finnische Spatenrollegge in mittelschwerer Ausführung mit 3 Spatenrollen und Stubben-Kletterwalze. Dieses Gerät besitzt ein Gewicht von ca. 440 kg; es hat eine Arbeitsbreite von 80 cm und gestattet eine Bodenbearbeitung auf 20-25 cm Tiefe. Ein Schlepper von etwa 30 PS muss als Zugmittel zur Verfügung stehen. Der Berichterstatter hat in den letzten Wochen je eine Spatenrollegge im Stadforstamt Frankfurt und im hessischen Forstamt Kranichstein beim Einsatz in Buchenbeständen beobachten können. Die schwere Rollegge verwundet infolge Schrägstellung der 3 Achsen unter leichten bis mittleren Verhältnissen den Boden recht intensiv. Der Boden soll grundsätzlich zweimal, bzw. bei mittlerer Verangerung dreimal bearbeitet werden. Der Zugkraftbedarf ist in Beziehung zur Leistung des Gerätes unverhältnismäßig gross (s. unten). Die gemessenen Zugkraftspitzen gestatten Pferdezug nicht mehr. Das äußere Erscheinungsbild der mit der Finnischen Spatenrollegge bearbeiteten Flächen kommt denen des Schwinggrubbers sehr nahe. Die Eingriffe in den Boden sind u.U. einige wenige Zentimeter tiefer als beim Schwinggrubber, dem zum mindesten unter leichten Verhältnissen aus arbeitswirtschaftlichen Erwägungen der Vorzug zu geben ist.

Die Reinigung der Spatenrollegge von Graspalten, Reisig und Unkraut bereitet laufend Schwierigkeiten. Es ist nicht jedesmal möglich, die Egge mit einem Schürhaken ähnlichen Instrument zu säubern; es wird gelegentlich erforderlich, die schwere Egge umzulegen und diese nach dem Reinigen wieder aufzurichten.

In die Gruppe der Rolleggen kann schließlich auch der "Lindwurm" von Forstmeister Auerochs eingeordnet werden, ein Gerät, das gelegentlich in Laubholzrevieren eingesetzt und von nur einem Pferd gezogen wird. Der "Lindwurm" genügt jedoch bei

einer Arbeitsbreite von 30 - 50 cm und höchstens 8 cm Arbeitstiefe nicht den hier zu stellenden Anforderungen.

Scharpflüge in Gestalt des verbesserten Eckert'schen Waldpfluges (40 cm Arbeitsbreite) oder etwa des Forstkulturpfluges "Waldfreund" (70 cm Arbeitsbreite) werden noch heute im Buchengebiet Holsteins zur streifenweisen Vorbereitung der Verjüngung eingesetzt. Ein anschließendes Grubbern des freigelegten Mineralbodens mit dem Gebirgsigel ist unerlässlich, um den nackten Boden aufzurauen, zu öffnen und um Laubstreu zu fangen. Auf diese Weise werden seit Jahrzehnten in Holstein mit gutem Erfolg Buchenbestände verjüngt, obwohl die streifenweise Verjüngung der Buche aus den dargelegten Gründen nicht besonders erwünscht ist. Das beschriebene Verfahren ist sicherlich nicht sehr humuspfläglich. Der Einsatz von Waldpflügen in Buchenbeständen dürfte mit dem von Gené konstruierten zweischarigen Furchenpflug seinen Anfang genommen haben, mit dessen Hilfe im Mastjahr 1869 auf Flächen des Forstamts Mühlenbeck, Bez. Stettin, erstmalig wohlgelungene dichte Verjüngungen erzielt werden konnten.

Scheibenpflüge und Scheibenschälpflüge beginnen nunmehr auch in der Forstwirtschaft den Scharpflug zu verdrängen. Diese Pflüge benötigen weniger Zugkraft als Scharpflüge. Man kann mit dem Scheibenpflug auch auf trockenen und harten Böden arbeiten, was mit Scharpflug oder Bodenfräse nicht gelingt. Der Scheibenpflug stellt den Boden entweder auf ca. 90° hoch, oder er kippt ihn über 90° hinaus leicht über, d.h. er legt den Boden um. Ein Unterpflügen von Humus, das späteres Vertorfen zur Folge hat, unterbleibt. Scheiben, wie sie bei der Arbeit im Walde Verwendung finden, haben Durchmesser von 51 cm (Holm), 56,5 cm ("Roburit") oder 65,6 cm (Roller I, Robert, Rodrigo sowie die Schlepper-Anhängerpflüge TSCH 40 und TSCH 50). Sämtliche Scheibenpflüge mit Ausnahme des Holm (2-3 Pferde) erfordern Schlepperzug (30 - 50 PS). Für die Bodenbearbeitung in Buchenaltholzern sind nachstehende Geräte von besonderem Interesse:

"Roller I"

Bereits forstlich bewährt bei Vollumbrucharbeiten auf der Freifläche und unter Bestand in Buche sowie Kiefer. Das Gerät darf wegen ernster Beschädigung flachstreichender Fichtenwurzeln in Buchen-Fichten-Mischbeständen nicht eingesetzt werden. Oberarmstarke Fichtenwurzeln werden ohne Nachteil für die Scheiben glatt durchschnitten. Als schwerstes der besprochenen Geräte kann der Roller I vor allem zur Bearbeitung stärker verangerter oder verunkrauteter Böden dienen. Eine Strauchschicht oder mannshohe Himbeerhecken bedeuten für ihn kein Hindernis. Sein Einsatz erfolgt zweckmäßig bei Typ 3 und 5 sowie bei stärkeren Beerkräutdecken des Typ 6. Arbeitstiefe bis zu 30 cm, mit Hebeln verstellbar, in Buchenbestand je nach Bodendecke 12 - 16 cm ausreichend. Pflug kann vom Schlepperführer mühelos während der Arbeit eingesetzt und ausgehoben werden. Arbeitsbreite bei 3 Scheiben 70 cm, bei 4 Scheiben 92 cm. Die Länge des Gerätes stört gelegentlich beim Wenden in weniger lichtstehenden Beständen. Gewicht ca. 880 und 960 kg.

Anstelle des Roller I können der zweiseibige Drehpflug "Robert" und der Dreischeiben-Drehpflug "Rodrigo" der Firma Eberhardt eingesetzt werden. Diese Pflüge findet man häufiger in landwirtschaftlichen Betrieben. Sie besitzen bei gleicher Scheibengröße eine Arbeitsbreite von 50 und 75 cm. Die maximale Arbeitstiefe beträgt 25 cm bei einem Gewicht von 530 und 785 kg. Der Zugkraftbedarf liegt bei 30 - 35 PS. Eine Zugkraftreserve ist in jedem Falle erwünscht. Versuche, die kürzlich mit dem Roller I und dem Robert im Frankfurter Stadtwald gemacht wurden, zeigten, daß diese Scheibenpflüge den Boden bei Fahrt im dritten Gang (Geschwindigkeit etwa 6 - 7 km/h) am besten ablegen. Das Fahren im zweiten Gang (Geschwindigkeit 4 - 5 km/h) erbrachte noch gutes Ablegen. Ein Arbeiten im ersten Gang (Geschwindigkeit ca. 3 km/h) befriedigt dagegen auf mittelstark bewachsenen Böden nicht mehr. Schwerere Böden werden sauberer umgelegt als leichte.

Schließlich sind die nach dem gleichen Prinzip entwickelten Anbau-Scheibenpflüge TSSB 40 (2 Scheiben, 46 cm Arbeitsbreite) und TSSB 50 (3 Scheiben,

70 cm Arbeitsbreite) zu erwähnen, die Lohnschlepper-Unternehmen häufiger besitzen und ausleihen werden. Die Pflüge entsprechen etwa dem Robert und dem Rodrigo; sie bilden als Anbaupflüge mit dem Schlepper eine Einheit (Kraftheber und Dreipunkt-Aufhängung). Die Wendigkeit des Schleppers mit Anbaugerät ist besonders groß. Der Schlepper kann sich gut den im Bestand herrschenden Verhältnissen anpassen.

Die Scheibenträger des Roller I und des TSSB 50 sind mit einer Schnittwinkelverstellung versehen, die es gestattet, die Scheiben in einem bestimmten Winkel zur Zugrichtung zu bringen. Harte und stärker bewachsene Böden erfordern eine stumpfe Schnittwinkelstellung, bindige und nasse Böden eine spitze.

"Roburit"

Ein Scheibenschälflug der Firma Gebr. Eberhardt mit 8 oder 10 Scheiben und einer Arbeitsbreite von 136 und 170 cm bei einem Tiefgangbereich von 4 - 18 cm. Das Gerät hat sich bei Vollumbruch als Schälflug besonders bewährt. Es ist jedoch für den Einsatz im Bestand bei 2 m Gesamtbreite weniger geeignet. Die Räder beschädigen, wie Versuche im Stadtforstamt Lübeck ergeben haben, leicht die Wurzelanläufe der Buchen. Der Roburit ist stärkerer Verangerung gewachsen.

Man achte auf eine jahreszeitlich nicht zu späte Bearbeitung des Bodens von Verjüngungsflächen mit schweren Scheibenpflügen. Der Boden benötigt längere Zeit zu einem guten Setzen; er ist u.U. im Frühjahr zu locker.

Scheibenschälflug nach Forstmeister Holm (Fa. Warncke, Mölln)

nebst Vorderwagen und Automobil-Steuerung. Gewicht 228 kg. Arbeitsbreite 100 cm und damit den Verhältnissen in Beständen gut angepaßt. Die Eindringtiefe beträgt 10 - 15 cm, sie wird über Belastungskästen reguliert. Der Flug muss mit 75 - 100, unter schwierigen Bodenverhältnissen bis zu 150 kg belastet werden.

Je 3 Tellerscheiben von 51 cm ϕ sind durch Spriegel parallel und schräg zur Arbeitsrichtung verstellbar. Zugmittel bei leichter und mittlerer Bodendecke 2, bei schwererer 3 schwere Zugpferde oder eine Zugmaschine von 20 - 25 PS. Eine Hilfskraft wird als Pflugführer neben dem Schlepper- oder Pferdeführer erforderlich, die den Flug an den Holmen dirigiert.

Der Holm'sche Scheibenschälflug ist im Pferdezug wendiger als sämtliche der vorgenannten Scheibenpflüge. Er kann bis zu einem Gefälle von 20 % eingesetzt werden. Stöcke von 10 - 15 cm Höhe werden ohne besondere Kippgefahr überrollt. Die Bodenmischung ist bei Humusaufgaben bis zu 5 cm Mächtigkeit gut. Eine zu reichende Bodenkrümelung erzielt man nur auf leichten und verhältnismässig trockenen Böden. Der Boden erreicht nach zwei- bis dreimaliger Bearbeitung einen scholligen bzw. grobkrümeligen Zustand. Die parallel gestellten Halbachsen schneiden die Bodendecken vor, nach Abwinkelung von 20 - 25° zerkleinert und wendet der Pflug den Oberboden. Hohen Beerkrautdecken oder stärker verangerten Böden ist der leichte und preiswerte Holm'sche Scheibenschälflug jedoch nicht gewachsen. Mit Hilfe des Holm ist im Forstamt Koberg selbst auf trockenen Kuppen lichtgestellter Althölzer reicher Buchenaufschlag erzielt worden. Das Gerät wurde mit dem Eignungszeichen des Forsttechnischen Prüfausschusses ausgezeichnet und folgendermaßen beurteilt:

"Für die Forstwirtschaft geeignet und zu empfehlen beim Einsatz im Bestand unter leichten bis mittleren Bodenverhältnissen, bei schwacher Bodenbewachsung in nicht zu flachwurzelnden Fichten- sowie Kiefern- und Buchenaltbeständen."

Forstbodenfräse "Pionier" (Firma Mullikas, Quickborn) 9,0 PS,

luftgekühlter Zweitakt-Motor mit Geländebereifung, Gewicht ca. 440 kg, Lenkbremse, auswechselbarer Frässhwanz in 45 und 60 cm Arbeitsbreite mit 22 bzw. 40 Hauenmessern, die an Hauenscheiben befestigt sind. Die Hauenscheiben sind mit Rutschkupplung versehen. Schlagen die Messer einer Scheibe auf ein Hindernis, so setzt die Scheibe selbsttätig aus. Die Arbeitstiefe ist einstellbar, im

allgemeinen in bewachsenem Boden je nach der Anzahl der Arbeitsgänge 10 - 20 cm. Radspur 65 - 80 cm. Der Maschinenführer benötigt bei schwierigen und unübersichtlichen Bodendecken eine Hilfskraft, die die Fräsenführung durch Halten am Maschinenbügel auf unebenen Waldboden zu unterstützen sowie abzulösen hat.

Die Forstbodenfräse "Pionier" verträgt in jeder Beziehung eine erhebliche Beanspruchung; sie kann ohne Bedenken auch auf schwierigen Bodendecken eingesetzt werden. Dichtgeschlossenes Beerkraut bildet bis zu einer Höhe von ca. 35 cm kein nennenswertes Hindernis, es wird zerschlagen. Höheres Beerkraut sowie dicke Gras- und Unkrautfloren werden zweckmässig vor dem Durchgang der Fräse mit dem Vordermähbalken des Pionier-Einachsschleppers oder eines anderen Einachsschleppers bzw. mit dem Kulturreinigungsgerät "Wiesel" gemäht. Wurzeln bis zu Fingerstärke (etwa 20 mm) werden von den Hauenmessern glatt durchschlagen. Steine bis zu Kindskopfgrösse bedeuten kein Hindernis für die Fräse, sie werden herausgehoben. Für ausgesprochen steinige Böden kann die Fräse nicht mehr empfohlen werden. Die Pionier-Fräse ist äußerst wendig, man vermag auf der Stelle zu drehen. Die geringe Einsatzbreite und die hohe Wendigkeit gestatten die Bearbeitung kleinster Verjüngungs-Restflächen ebenso wie ein Arbeiten in mehrstufigen Mischbeständen. Die Arbeitstiefe schwankt mit der Bodenbewachsung und der Einstellung bei einmaligem Durchgang zwischen 10 und 17 cm, bei zweimaligem zwischen 12 und 20 cm. Die gleichmässige und innige Mineralboden-Einmischung ist von der Stärke des Auflagehumus, der Arbeitstiefe und von der Zahl der ausgeführten Arbeitsgänge abhängig. Das jeweilige Einmischungsprozent von Mineralboden erläutert nachstehendes Schema:

Arbeitstiefe i.D.		Mächtigkeit der Rohhumusdecke				
		5 cm	8 cm	12 cm	16 cm	20 cm
1. Arbeitsgang	12 cm	40 %	30 %	0 %	0 %	0 %
2. Arbeitsgang	15 cm	60 %	40 %	20 %	0 %	0 %
3. Arbeitsgang	18 cm	70 %	50 %	30 %	10 %	0 %

Auf Böden mit mehr als 10 cm Auflagehumus sollen wenigstens 2 Arbeitsgänge ausgeführt werden. Übersteigt die Mächtigkeit des Rohhumus 15 cm, so ist vor Beginn der Bearbeitung ein Teil des Auflagehumus zu entfernen. Einmalige Bearbeitung des Bodens ergibt nur grobe Krümelung, man findet im Mineralboden noch derbfaserigen Rohhumus und sperrige Pflanzenreste. Zur Vorbereitung der Buchenverjüngung dürfte im allgemeinen eine einmalige Bearbeitung ausreichen. Eine mehrmalige Bearbeitung kann u.U. ein Dichtschiessen des Bodens durch Niederschläge zur Folge haben. Die Fräse arbeitet am besten auf nicht zu nassen und nicht zu trockenen Böden, sie ist harten Böden nicht in gleichem Maße gewachsen wie Scheibenpflüge. Die Forstbodenfräse "Pionier" wurde mit dem Eignungszeichen des Forsttechnischen Prüfausschusses ausgezeichnet und wie nachstehend beurteilt:

"Für die Forstwirtschaft zum Einsatz im Bestand und auf der Freifläche auch unter schwierigen Verhältnissen und bei geschlossenen Beerkrautdecken sowie zur intensiven Bodenbearbeitung geeignet und zu empfehlen".

Schlepper-Anbaugeräte werden in Zukunft auch in der forstlichen Bodenbearbeitung eine Rolle spielen. Sie sind aus den dargelegten Gründen für die Arbeit unter Bestand besonders geeignet. Zwei Anbau-Scheibenpflüge fanden Erwähnung; zur Bodenverwundung in Buchenbeständen eignen sich aber auch Anbaufräsen, wie wir sie in Gestalt der Anbaufräse "Ackerwolf" der Rotenburger Metallwerke oder neuer Eberhardt-Fräsen (System Fey) besitzen (FB 530 N, Arbeitsbreite 80 cm, ca. 15 cm Arbeitstiefe). Beide Fabrikate können auch hinter dem Unimog eingesetzt werden. Eine vergleichende Prüfung beider Geräte wurde kürzlich in der Eifel eingeleitet.

Die Entscheidung, welche Arbeitsverfahren und welche Geräte unter den herrschenden Verhältnissen die geeignetsten sind, ist zunächst nach waldbaulich-biologischen Gesichtspunkten zu fällen. Der jeweilige Standortstyp, der Bewachungszustand, die Steigung des Hanges sowie die Grösse der zu bearbeitenden

Fläche werden den Entschluss in erster Linie bestimmen. Stehen mehrere Verfahren in der engeren Wahl, so geben gewöhnlich arbeitswirtschaftliche und betriebswirtschaftliche Erwägungen den Ausschlag. Die arbeitswirtschaftliche Überlegung zieht den Zugkraftbedarf eines Geräts, Art und Anzahl der Bedienungsmannschaft, Beweglichkeit und Geländegängigkeit sowie die mit dem Gerät bei Einsatz eines Zugmittels zureichender Stärke zu erzielende Flächenleistung je Hektar, die in qm voll-bearbeiteter Fläche gemessen und aus der Arbeitsbreite multipliziert mit der durchschnittlichen Arbeitsgeschwindigkeit hergeleitet wird, in Betracht. Schließlich müssen die für die Bearbeitung eines Hektars erwachsenden Gesamtkosten verglichen werden. Der betriebswirtschaftliche Erfolg hängt von den Aufwendungen für die Gestellung des Zugmittels, die Lohnkosten nebst Sozialzuschlägen, von dem Kaufpreise des Gerätes sowie dessen Lebensdauer bzw. dessen Reparatur- und Ersatzteilbedarf ab.

Zugkraftmessungen an Bodenbearbeitungsmaschinen

Sie sind in der Forstwirtschaft bisher nicht durchgeführt worden. Der Berichtersteller hat derartige Messungen vor kurzem in verjüngungsnotwendigen Buchenalthölzern in Frankfurt und Kranichstein vorgenommen. Die Ergebnisse dieser Messungen sind, soweit sie für den Praktiker Interesse haben, in den nachstehenden drei Übersichten zusammengestellt worden.

Übersicht 1: Zugkraftmessungen in lichtgeschlossenen Buchenalthölzern des Stadforstes Frankfurt/M. - Boden eben, - feucht und regnerisch. -

<u>Zugkraftbedarf</u>	<u>Hessischer Schwinggrubber</u>		<u>Holmer'scher Scheibenschäl-</u> <u>pflug</u>
	<u>im Pferdezug</u> (3 Studien a - c)	<u>im Schlepperzug</u>	<u>im Pferdezug</u>
im <u>Anzug</u>	a) 240-320 kg b) 250 kg c) 300 kg	280 kg	320 kg
in <u>Bewegung</u>	a) 170-200 kg b) 200 kg c) 210-240 kg	220-240 kg	240-250 kg
1) <u>als Durchschnitt</u>			
2) <u>Zugkraftspitze</u>	a) 290 kg b) 300 kg c) 240 kg	260 kg	280-300 kg (8 1/2 mal je Min.) 380-400 kg (3 mal je Min.)

Häufigkeit des Auftretens von Zugkraftspitzen je Minute:

	<u>geringfügig</u>	<u>geringfügig</u>	
			11,44
<u>Durchschnitts-</u> <u>geschwindigkeit</u> in m/Min.	a) 52 m/Min. b) 52 m/Min. c) 61 m/Min.	---	50 m/Min.
<u>Bodenverhält-</u> <u>nisse</u>	Entspricht im wesentlichen <u>Typ 1</u> , nur stellenweise mittlere Veran- gerung, d.h. <u>Typ 4</u>		Überwiegend <u>Typ 4</u> , nur gelegentlich <u>Typ 1</u> mit- sprechend.

Der Schwinggrubber und der Holm'sche Scheibenschälflug liegen bei 120 bzw. 100 cm Arbeitsbreite im Zugkraftbedarf nahe beieinander, der schmalere arbeitende Scheibenschälflug verwundet dafür den Boden intensiver. Arbeits- und Fahrwiderstand lassen sich beim Holm nicht trennen, da der Pflug gleichzeitig auf den Tellerscheiben, mit denen er arbeitet, rollt. Er überschreitet kleinere Hindernisse wie Wurzelstöcke, Schlagreisig, Steine oder Bodenunebenheiten nicht so leicht wie der auf zwei hohen Rädern laufende Schwinggrubber. Die beim Scheiben-

schälpflug beobachteten zahlreichen Zugkraftspitzen finden hierin ihre Begründung.

Übersicht 2: Zugkraftmessungen in lichtgeschlossenen bis lückig stehenden Buchenalthölzern des Stadtforstamts Frankfurt/M. und des Forstamts Kranichstein. Boden eben und feucht - regnerisch. - Finnische Spatenrollegge - 3 Spatenachsen - mittel-schwer

Zugkraftbedarf	Stadtforst Frankfurt (im Pferdezug)			Forstamt Kranichstein (Gülder Radschlepper 28 PS)			
	unbe- lastet	zunächst unbela- stet, dann durch Auf- setzen mit 75 kg	belastet	- durchweg belastet -			
				I. und II. Gang	II. Gang	I. Gang	II. Gang
<u>im Anzug</u>	280 - 500 kg	480 kg	500-640 kg	450 - 600 kg	500 kg	580 kg	540 kg
<u>in Bewegung</u>		unbela- stet: 400-420 kg während Belastung					
1. als <u>Durch- schnitt</u>	400 - 450 kg	650 kg belastet 450 kg	450-500 kg	550 kg	425 kg	450 - 475 kg	400 kg
2. <u>Zugkraft- spitze</u>	850 kg	--	750-860 kg	750 - 900 kg	550 - 600 kg	650 kg	600 kg
<u>Häufigkeit des Auftretens von Zugkraftspitzen</u>							
A. je Min.	A.30,4	--	A.54,5	sehr zahl- reich	treten stark zurück	häufig	treten stark zurück
B. je 100 m	B.50,0	--	B.88,9				
<u>Durchschnitts- geschwindigkeit in m/Min.</u>	61 m/Min.	--	61 m/Min.	60 m/Min.	74 m/ Min.	53 m/ Min.	66 m/Min.
<u>Bodenverhält- nisse</u>	Überwiegend Typ 4 (mittlere Verangerung)			zumeist Typ 4 (mittlere Verange- rung), stellenweise Typ 3 (star- ke Verangerung)			

Die benötigte Zugkraft war bei nur 80 cm Arbeitsbreite nahezu doppelt so groß wie beim Schwinggrubber und beim Holm, ohne daß die Finnische Spatenrollegge in der Wirkung den vorgenannten Geräten in nennenswerter Weise überlegen war. Die Spatenrollegge ist den Böden des Typ 3 ebenfalls nicht mehr gewachsen. Zugkraftspitzen treten drei- bis fünfmal so häufig auf wie beim Holm'schen Scheibenschälpflug. Diese Spitzen sind bei Pferdezug sowie beim Fahren im ersten Gang zwei- bis zweieinhalbmal so hoch wie beim Holm. Höhe und Häufigkeit des Auftretens der Zugkraftspitzen schließen den Pferdezug der Spatenrollegge praktisch aus. Die maximale Zugkraft zweier schwerer Zugpferde liegt nach Messungen des Berichterstatters bei 750 bis 850 kg. Als Dauerleistung darf man solchen Pferden allenfalls eine Zugleistung zumuten, die zwischen 200 und 400 kg schwankt;

Schwinggrubber und Holm eignen sich in ebenem Gelände gut zum Pferdezug. Auf welligem und unebenem Boden steigen die benötigten Zugkräfte zeitweilig bis auf das Doppelte der oben für die Bewegung als Durchschnitt wiedergegebenen Werte. Unter solchen Verhältnissen wird die Anspannung von drei Pferden oder Schlepperzug erforderlich.

Da stets die auftretenden Spitzen den tatsächlichen Zugkraftbedarf bestimmen, sollte die Finnische Spatenrolle nur im Schlepperzug (wenigstens 25 PS) eingesetzt werden. Ein Fahren im II. Gang erhöht die Tagesleistung und senkt die Häufigkeit sowie die Höhe der Zugkraftspitzen. Die mechanische Wirkung der Spatenrolle auf den Waldboden ist bei Typ 1, 2 und 4 bei größerer Arbeitsgeschwindigkeit ebenfalls besser.

Übersicht 3: Zugkraftmessungen am schweren Scheibenpflug "Roller I" mit 4 Tellerscheiben bei Fahrt im I. Gang. - Lichtgeschlossenes bis lückiges Buchenaltholz im Frankfurter Stadtwald, - Typ 3 (mittlere Verangerung) Wurzelstöcke 18-20 cm hoch, befinden sich z.T. im ersten Stadium der Verrottung.

Zugkraftbedarf	Leerfahrt in Transportstellung	Einsatz in Arbeitsstellung	
		Arbeitstiefe 12 cm	Arbeitstiefe 18-20 cm
im Anzug	350 kg	--	--
in Bewegung			
1. als Durchschnitt	280 - 300 kg	600 - 900 kg	900-1340 kg
2. Zugkraftspitze	350 kg	1350 kg	1600 kg
Zugkraftspitzen beim Überwinden von Hindernissen	----	2900 kg x)	2700 kg

x) Fahrt über Wurzelstock, dabei Herausbrechen von Seitenwurzeln.

Die Zugkraftschwankungen sind bei diesem schweren Gerät selbst bei ebenen und verhältnismässig einfachen Verhältnissen auffallend stark. Als Zugmittel wird daher im Walde ein Schlepper mit 50-60 PS benötigt. Stark verwilderte Böden, auch z.B. Böden mit geschlossener Ginster-Bestockung, lassen sich jedoch mit schweren Scheibenpflügen ohne zuvorige sonstige Bearbeitung umbrechen. Die Arbeitsgeschwindigkeit von 31 - 36 m/Min. bei Fahrt im ersten Gang ist jedoch, wie weitere Versuche gezeigt haben, zu gering. (s.o.).

Der Arbeitserfolg der einzelnen Geräte

Der Arbeitserfolg ist zunächst von der ungefähren Stundenleistung beim Einsatz in verjüngungsnotwendigen Buchenalthölzern abhängig. Die nachstehend wiedergegebenen Leistungen sowie die für die Bearbeitung eines Hektars benötigten Arbeitsstunden sind nicht unmittelbar vergleichbar, denn die Güte der Bodenbearbeitung ist nicht in jedem Falle die gleiche. Die Zahlen geben im übrigen nur einen Anhalt für die Leistungen einzelner Geräte und Maschinen.

Übersicht 4:

Gerät	Arbeitsbreite	Leistung lfd.m.	je Std. qm	Arbeitsstunden je ha	Vollbearbeitungs %
Schwinggrubber	100 cm	1600	1600	5 Std.	80 %
Schwinggrubber	120 cm	1600	1900	4 1/2 Std.	80 %
Spatenrollegge	80 cm	1600	1280	6 1/4 Std.	80 %
Scheibenschäl- pflug	100 cm	1330	1330	6 Std.	80 %
Scheibenpflug "Roller I"	90 cm	1200	1080	6 Std.	65 %
"Roller I"	70 cm	1200	840	7 3/4 Std.	65 %
Scheibenpflug "Robert"	50 cm	2000	1000	8 Std.	80 %
Bodenfräse "Pionier"	60 cm	1050	630	8 Std.	50 %

Kommen wendigere Geräte und Maschinen zum Einsatz, so kann eine etwa 80 %ige Bearbeitung der Bodenoberfläche als Vollbearbeitung angesehen werden, da der aufstockende Buchenbestand eine weitergehende Bearbeitung unmöglich macht. Großgeräte, wie z.B. der "Roller I", gestatten oft nur eine Bearbeitung von etwa 2/3 der Fläche. Mit der "Pionier"-Fräse müssen wenigstens die Hälfte, besser ebenfalls 2/3 der Fläche bearbeitet werden; selbst eine 100 %ige Bearbeitung kann erwünscht sein.

Die Kosten der Maschinenstunde

Die Kosten sind vor allem von den regional sehr unterschiedlich hohen Arbeiterlöhnen, Sozialzuschlägen, Fuhrlöhnen und den Kosten der Schlepperstunde für die verschiedenen Größenordnungen abhängig. Die richtige Lebensdauerschätzung für Gerät oder Maschine zwecks Ermittlung zutreffender Abschreibungssätze sowie die Vorausschätzung des Reparaturbedarfs und der Ersatzbeschaffungen bereiten wegen Fehlens brauchbarer Unterlagen gegenwärtig noch Schwierigkeiten.

Übersicht 5:

Einzelkosten je Std.:	Hessischer Schwinggrubber	Holm'scher Scheibenschäl- pflug	Forstbodenfräse "Pionier"
<u>Abschreibung</u> (Betriebsstunden)	1,60 DM (1000 Std.)	0,70 DM (1000 Std.)	1,80 DM (2400 Std.)
<u>Reparatur u. Ersatz</u>	-0,20 DM	-0,10 DM	-0,90 DM
<u>Treibstoff- und Schmiermittel</u>	--	--	2,10 DM
<u>Zweispännerstunde</u>	(5,60 DM)	(5,60 DM)	--
<u>Schlepperstunde</u> (20 - 25 PS)	(7,50 DM)	(7,50 DM)	--
<u>Maschinenführer</u>	--	--	3,20 DM
<u>1 Hilfskraft + 60 % S.-Z.</u>	(2,40 DM)	(2,40 DM)	2,40 DM
<u>Gesamtkosten je Std.</u>			
a. <u>Gespannzug</u>	7,40 DM	8,80 DM	10,40 DM
b. <u>Schlepperzug</u>	(11,70 DM)	(10,70 DM)	

Die Höhe der Löhne und Gespannkosten usw. wurde etwa auf die Verhältnisse im Darmstadt-Frankfurter Raum abgestellt. Die Bemessung der Sozialzuschläge bezieht sich auf Erfahrungssätze des öffentlichen Dienstes im gleichen Gebiet.

Übersicht 6:

Einzelkosten je Std.:	Finnische Spatenrollegge	Scheibenpflüge	
		"Roller I"	"Robert"
<u>Abschreibung</u>	0,50 DM	0,75 DM	0,40 DM
<u>Reparatur und Ersatz</u>	0,30 DM	0,25 DM	0,20 DM
<u>Schlepperstunde</u>	9,00 DM (ca. 30 PS)	12,-- DM (50-60 PS)	9,00 DM (30-35 PS)
<u>1 Hilfskraft + 60 % S.-Z.</u>	(2.40 DM)	--	2.40 DM
<u>Gesamtkosten je Std.</u>	12.20 DM	13.-- DM	12.-- DM

Die Hilfskraft wird bei Einsatz der Spatenrollegge auf verangerten Standorten benötigt, falls die schwere Rollegge bei häufiger eintretender Verstopfung umgelegt und gesäubert werden muß. Schwere Scheibenpflüge arbeiten nur wirtschaftlich, wenn diese Geräte daneben in der Landwirtschaft oder zum Vollumbruch auf Freiflächen eingesetzt werden können.

Die Kosten der Bodenbearbeitung je Hektar

Die Kosten je Hektar Buchenaltholzfläche betragen somit bei 80 %iger Bearbeitung (Schwinggrubber, Holm, Spatenrollegge, Robert) bzw. bei 65 %iger ("Roller I") oder 50 %iger Bearbeitung ("Pionier"-Fräse):

Übersicht 7: Ungefähre Kosten je Hektar in DM.

Zugmittel und Bedienung	<u>Schwinggrubber</u> Bearbeitung			<u>Scheibenschälflug</u> Bearbeitung			<u>Spatenrollegge</u> Bearbeitung		
	1x	2x	3x	1x	2x	3x	1x	2x	3x
<u>Pferdezug</u> mit <u>1 Mann</u>	(100 cm) 37.-	(100 cm) 74.-	(100 cm) 111.-	-	-	-	-	-	-
mit <u>2 Männern</u>	--	--	---	53.-	106.-	159.-	-	-	-
<u>Schlepperzug</u> mit <u>1 Mann</u>	(120 cm) --	(120 cm) --	(120 cm) ---	-	-	-	61.-	122.-	183.-
mit <u>2 Männern</u>	50.-	100.-	150.-	64.-	128.-	192.-	77.5	155.-	242.5

Es ist beim Vergleichen vorstehender Kostensätze zu berücksichtigen, daß bei vielen Standorten eine zweimalige Bearbeitung mit dem Holm'schen Scheibenschälflug ausreichen kann, auf denen eine dreimalige mit dem Schwinggrubber ratsam ist.

Übersicht 8: Ungefähre Kosten je Hektar in DM.

Forstbodenfräse "Pionier"					Scheibenschälplüge			
Bearbeitung					"Roller I"		"Robert"	
1x	2x	Mähen u. 1x	Mähen u. 2x	Mähen und 2x u. Handarbeit	1x	2x	1x	2x
83.-	166.-	143.-	226.-	266.-	101.-	202.-	96.-	192.-

Es werden schließlich als Anhalt die nachstehenden Bearbeitungsweisen für die einzelnen Bodenbewachungstypen empfohlen. Soweit eine Kalkung angebracht erscheint, wird dies besonders angeführt (Ka).

Übersicht 9:

Gerät	Typ 1 (gesund)	Typ 2 (verhartet)	Typ 3 (stark verhartet)	Typ 4 (verhartet)	Typ 5 (Himbeere)	Typ 6 (Blaubeere) mit Rohhumus von 5 cm 10 cm	
Schwinggrubber	1x besser 2x	2-3x u. Ka.	-	3x als Notbe- half	-	3x u. Ka.	-
Holm	1-2x	2x u. Ka.	3-4x als Notbe- half	3x	-	3x u. Ka.	-
Spatenrollegge	1-2x	2-3x u. Ka.	3-4x als Notbe- half	3-4x	-	3x u. Ka.	-
"Roller I" u. "Robert"	-	(1x u. Ka.)	2-3x	2x	2x	1-2x u. Ka.	2x u. Ka.
"Pionier"- Fräse	1x	2x u. Ka.	Mä u. 1-2x u. Hand- arbeit	a) Mä u. 1-2x b) Mä u. 1x u. Handar- beit	Mä u. 1x u. Hand- ar- beit	1-2x u. Ka.	2x u. Ka.

Verzeichnis der benutzten Literatur

- H. Burckhardt: "Säen und Pflanzen", Hannover 1880
A. Dengler: "Waldbau auf ökologischer Grundlage", Berlin 1930
H. Holm: "Es geht um 600 ha Laubholzfläche", Forst u. Holz 1950, Heft 4
Kalkdienst: "Düngekalk-Leitfaden für Wirtschaftsberater" Köln 1951
H. J. Loycke: "Maschinelle Bodenbearbeitung in Beständen", Forstarchiv 1952, H. 2/3
Mogall: "Für und wider den Mischwald" Forstliche Mitteilungen 1952, H. 1
E. Wiedemann: "Ertragskundliche und waldbauliche Grundlagen der Forstwirtschaft", Frankfurt/M. 1951
W. Wittich: "Der heutige Stand unseres Wissens vom Humus und neue Wege zur Lösung des Rohhumusproblems im Walde" Frankfurt/M. 1952.