Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 118 (1967)

Heft: 4

Artikel: Bermen für die Aufforstung am Hang

Autor: Beda, G.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-764290

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.10.2025

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

Bermen für die Aufforstung am Hang

Von *G. Beda*

(Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf ZH)

Oxf. 232.216:233

Einleitung

Der allgemeine Auftrag der Arbeitstechnik besteht in der Gestaltung der Arbeit. Das damit verfolgte Ziel ist letzten Endes immer eine Erhöhung der Arbeitsproduktivität in weitestem Sinn.

Dem Arbeitstechniker erwächst daraus die Pflicht einer zweifachen Rechenschaftsablage über den Erfolg seiner Arbeiten: Einmal hat er diesen Erfolg hinsichtlich einer besseren Gestaltung der in Frage stehenden Arbeiten nachzuweisen, sei es, daß nunmehr, nach der Neugestaltung der Arbeit, geringere menschliche Anstrengung zu ihrer Erfüllung notwendig ist, sei es, daß — und in welchem Ausmaß — sich der hierfür erforderliche Aufwand gegenüber dem vorherigen Arbeitszustand geändert hat. Dieser Nachweis, der lediglich die Aufwandseite einer Arbeit einbezieht, genügt aber — wenn auch vielfach allein erbracht — dennoch nur der einen Hälfte der Nachweispflicht des Arbeitstechnikers. Die andere Hälfte dieser Pflicht besteht im Erweis des Arbeitsertrages, sei es, daß sich dieser gleich geblieben ist, sei es, daß seine Änderung und ihre Richtung aufgezeigt werden.

Der Nachweis des Arbeitsertrages ist nun im allgemeinen auf denjenigen Gebieten der forstlichen Arbeitstechnik, welche sich mit der Bereitstellung forstlicher Endprodukte befassen, insofern unproblematisch, als sich diese Produkte — jedenfalls soweit sie die Rohstoffunktion des Waldes betreffen — quantitativ und qualitativ in einfacher Weise normieren lassen; sie sind es auch und besitzen als solche einen Marktpreis, der als absolute Vergleichsbasis dienen kann.

Anders dagegen auf dem Gebiet der Arbeitstechnik in der Aufforstung und Pflege: Eine angekommene Aufforstung, ein gepflegter Jungwuchs, eine gesäuberte Dickung lassen sich nicht in ähnlicher Weise normieren wie etwa die verschiedenen Holzsortimente mit Hilfe einheitlicher Ausformungsvorschriften. Ebensowenig existiert für Aufforstungen oder die ersten Jugendstadien eines Bestandes ein Marktpreis, weil sie kaum je verkauft werden; soweit aber bei ihnen Handänderungen vorkommen, gilt ihr Kostenwert — der wiederum einen Aufwandswert darstellt — als Schätzungsgrundlage für ihren Preis.

Die Arbeitstechnik in der Aufforstung und Pflege ist also in der Ermittlung der Ertragsseite der von ihr gestalteten Arbeiten auf sich selber angewiesen. Sie geht sicher nicht fehl, wenn sie hierfür zunächst einmal biologische Daten ermittelt. Unabhängig davon, welcher Art diese Daten nun seien, jedenfalls können sie nicht früher ermittelt werden, als bis die einer Aufforstung (einem Jungwuchs, einer Dickung) zuteilgewordene arbeitstechnische Behandlung eine biologische Reaktion gezeitigt hat, diese erfaßbar geworden und in ihrer Dauer abgrenzbar ist. Das ist also die Spanne, welche für einen arbeitstechnischen Versuch in der Aufforstung und Pflege zeitbestimmend ist; ihr Minimum ist, weil es sich nur um Freilandversuche handeln kann, die Dauer einer Vegetationsperiode; ihr Maximum ist nur soweit zu fixieren, als ein derartiger Versuch um so gültigere Ergebnisse in Aussicht stellt, je länger er sinnvoll durchgehalten werden kann.

Diese Umstände mögen es gestatten, über einen Versuch der Arbeitstechnik im Aufforstungs- und Pflegewesen zu berichten, der alles andere als abgeschlossen ist, vielmehr erst in seinen Anfängen steht. Es handelt sich um die Anwendung von *Bermen* — worunter hier Erdterrassen mit einer Breite von etwa 80 cm verstanden werden, die mehr oder weniger parallel zu den Höhenschichtlinien verlaufen — für Aufforstungsarbeiten am Hang sowie um deren *Herstellung mit mechanischen Mitteln*. Eine erste Fragestellung in diesem Zusammenhang lautet:

1. Wozu Bermen?

In der Beantwortung dieser Frage interessieren den Arbeitstechniker zuerst die Rationalisierungsmöglichkeiten, das heißt Möglichkeiten für eine wirksame Steigerung der Arbeitsproduktivität, welche sich allenfalls durch die Anwendung von Bermen für eine Aufforstung und die Sicherung ihres nachhaltigen Erfolges ergeben. Nun steht fest, daß die Rationalisierung der letzten Jahrzehnte in der Forstwirtschaft im wesentlichen der Mechanisierung zu verdanken ist. Die größten Erfolge dieser Mechanisierung sind dabei auf der *Ebene* durch den Einsatz fahrbarer, vom Bewegungsrhythmus des Menschen unabhängiger Maschinen verwirklicht worden. Die Verhältnisse eines gebirgigen Geländes stellen nun demgegenüber gerade das Gegenteil dar, woraus verständlich wird, wenn Strehlke (1964) ein solches Gelände als «maschinenfeindlich» und damit auch als mechanisierungsfeindlich bezeichnet.

Eine Berme nun schafft — wenn auch in sehr bescheidenem Ausmaß — *jene Ebene* und damit also die wichtigste Voraussetzung einer erfolgreichen Mechanisierung. Gelingt es, Bermen als durchlaufende, ebene Geländeterrassen mit einer solchen fahrbaren Breite herzustellen, daß wenigstens Einachstraktoren darauf eingesetzt werden können, dann lassen sich daraus gewichtige arbeitstechnische Vorteile erwarten, wie:

- eine zweckmäßige Ausgestaltung des Querprofils einer Berme wird auf mechanischem Wege ermöglicht;
- eine mechanische Bodenbearbeitung auf der Berme, etwa mit Hilfe eines Fräswerkes, kann realisiert werden;
- Pflanzarbeiten werden sich auf einer Berme zwar nicht ohne weiteres voll mechanisieren lassen, auf jeden Fall aber werden sie stark erleichtert;
- Ausschneidearbeiten auf der Berme können grundsätzlich mechanisiert werden; jedenfalls werden sie wesentlich erleichtert, soweit sie nicht durch entsprechende Ausgestaltung des Querprofils der Berme und die Wahl des Pflanzortes auf der Berme überhaupt in Wegfall kommen;
- alle weiteren Pflegearbeiten und die gesamte Kontrolle einer auf Bermen angelegten Aufforstung werden erleichtert. Tatsächlich braucht dann nicht mehr die ganze Aufforstungsfläche, sondern (als Erfolgsminimum) nurmehr Aufforstungslinien (die Pflanzreihen) unter unmittelbarer Kontrolle gehalten zu werden, und dies kann auf ebenen Oberflächen geschehen. Dieser Umstand einer erleichterten Kontrolle kann sogar als der wesentlichste erscheinen. In den Berichten über Aufforstungen im Gebirge werden diese unmittelbar nach ihrem Ankommen meist als gut bezeichnet — die größte Gefahr für sie stellen aber erst die kommenden Jahre (und Jahrzehnte) dar, worüber die Berichte von Hess (1936), Schlatter (1935), Oechslin (1939) eine deutliche Sprache sprechen.

Bermen verändern aber auch den Standort und seine Bedingungen; tun sie das in einer für Aufforstungszwecke günstigen oder ungünstigen Weise? Zwei Gegebenheiten interessieren in der Beantwortung dieser Frage besonders: das Wasser- und Schneeregime. Mit Bezug auf die erstere Frage ist die Anwendung von Bermen für Aufforstungen, welche etwa im gesamten Mittelmeerraum eine praktisch durchgehende Maßnahme zur Wassererhaltung darstellt, bekannt. Wird dort also — und teilweise auch bei uns (Wallis) — die Berme zur Wassererhaltung angelegt, so kann sie aber auch, bei entsprechender Neigung ihres Längenprofils und Ausgestaltung ihres Querprofils, zur *Wasserableitung* dienen, wo dies für das An- und Aufkommen einer Aufforstung notwendig erscheint, was ganz besonders in tonreichen Böden mit sehr kleiner Wasserdurchlässigkeit der Fall ist. Die Untersuchungen von Richard (1963) in unvollkommen durchlässigen Böden erweisen eindringlich, daß bei solchen Gegebenheiten kleine Grabenabstände von wenigen Metern erforderlich sind, wenn die Entwässerung überhaupt eine günstige ökologische Standortsveränderung herbeiführen soll. An neuesten Beiträgen zu diesem Thema ist die unter Richard und Leibundgut angefertigte Diplomarbeit von Stebler (1965) zu nennen, welcher Veränderungen des Wasserregimes in einem wassergesättigten, tonreichen Boden durch die Anlage einer Erdterrasse untersucht. In dieser Arbeit wird gezeigt, wie am Hang ein stark wirksamer Wasserentzug in der

Bermenoberfläche ausgelöst wird; dieser begünstigt die Bodendurchlüftung und damit die Wachstumsbedingungen von Pflanzungen. In unserem Zusammenhang sind schließlich auch die Untersuchungen von Grünig (1955) im Flysch von besonderer Bedeutung; aus ihnen gehen die günstigen Bedingungen hervor, welche das auf dem Grabenaushubmaterial entstehende *Molinia-coerulea*-Stadium für das Aufkommen von Fichtenkulturen darstellt.

In zweiter Hinsicht wurde die *Wirkung von Bermen auf die Schneebewegungen* genannt. Hier ist auf die große Bedeutung hinzuweisen, welche Fischer und In der Gand (1958) gerade der Anlage von Bermen gegen Gleit- und Kriechschneewirkungen in den ausgedehnten Versuchen bei Davos zumessen. Für die Bermenherstellung rückt dann freilich die Frage ihrer Haltbarkeit in den Vordergrund.

Schließlich ist jedes Aufforstungsvorhaben am Einbezug und der möglichsten *Ausnützung natürlicher Verjüngung* interessiert. Wie verhalten sich hierin Bermen oder auch nur eine ihrer Eigenschaften, etwa die Bodenverwundung? Darüber liegt eine Fülle von Unterlagen vor. Es genügt, auf einige jüngeren Datums hinzuweisen, so vor allem auf die Publikation von Hess (1936), der in der Anlage von Bermen und Bodenschürfungen geradezu *das* Mittel für eine weitestgehend durch natürliche Verjüngung zu bewerkstelligende Aufforstung im Gebirge sieht. Die ökologischen Untersuchungen von Auer (1947) bestätigen diese Beobachtungen für das Aufkommen der Lärche; Auer fordert zudem eine großflächige Ausführung von Bodenschürfungen. Auf die starke Hilfe, welche Bodenschürfungen und Ausschaltung konkurrenzierender Flora gleichfalls für die natürliche Verjüngung im Gebirge bilden, weist schließlich Leibundgut (1954) in zusammenfassender Weise hin.

Arbeitstechnische Erwägungen sowie Beobachtungen, Erfahrungen und experimentelle Untersuchungen von der biologischen Seite her geben also der Anlage von Bermen für Aufforstungszwecke Chancen. Ihre Realisierung hängt davon ab, daß Bermen rationell, das heißt heute: mit mechanischen Mitteln, hergestellt werden können. Die nächste Fragestellung bezieht sich demnach auf:

2. Die mechanische Herstellung von Bermen

Es war naheliegend, an die Verwendung eines Einachstraktors als Arbeitsmittel für die mechanische Herstellung von Bermen zu denken und damit die heute im Gebirge durch den Einsatz dieser Traktorentypen praktisch am oberen Rand der Mähwiesen verlaufende Mechanisierungsgrenze eine Stufe weiter hinaufzutragen. Demgegenüber erwies sich aber einerseits in einem ersten, 1965 durchgeführten Versuch, daß die Einsatzfähigkeit eines wenngleich mit verstellbaren Rädern ausgestatteten Einachstraktors bei einer Hangneigung von etwa 30% eindeutig ihre Grenze findet. Anderseits

konnte die Entwicklung eines speziell für die Herstellung von Bermen geeigneten Anbaugerätes an irgendeinen Traktorentyp — sei es von seiten der Versuchsanstalt ihrer geringen Mittel wegen, sei es von seiten der Industrie wegen ihrer durch die Hochkonjunktur ohnehin gegebenen Überlastung — nicht realisiert werden.

Wir entschlossen uns daher, unsere Versuche mit möglichst einfachen, bereits vorhandenen Mitteln fortzusetzen und benützten zunächst ein etwas abgeändertes Selbsthalterpflug-Modell der Firma F. Lüthi, Lindenholz BE, welches nach den Versuchserfahrungen von 1965 im darauffolgenden Jahr weiterhin für unsere Zwecke verbessert wurde. Der Pflug wurde im Seilzug eingesetzt, wozu wir zuerst ein bereits erprobtes Windenmodell und dann eine eben erst neu entwickelte Seilwinde zum Einsatz brachten. Der nachfolgende Bericht bezieht sich auf die Versuchsarbeiten mit dem zuletzt angeführten Pflugmodell (II/1966, Abb. 2) zusammen mit den beiden genannten Seilwinden; er legt das bisher damit Erreichte dar und zeigt seine Grenzen auf.

2.1 Die Arbeitsmethode

Einer näheren Beschreibung der Arbeitsmittel sei eine kurze Darstellung der Methode vorausgenommen, welcher wir uns zur mechanischen Herstellung von Bermen bedienen. Sie besteht im wesentlichen darin, daß wir, mit dem erwähnten Selbsthalterpflug, entweder horizontal oder mit einer geforderten Neigung den Hang entlang fahrend, pro Berme je zwei Furchen hangabwärts aufwerfen. Die erste der beiden Furchen, welche wir während der Hinfahrt pflügen, halten wir dabei kleiner als die zweite, während der Rückfahrt aufgeworfene Furche, so daß diese möglichst über die zuerst angelegte Furche zu liegen kommt. Damit entsteht teils im Auf-, teils im Abtrag eine Bermenoberfläche von 60 cm bis 1 m Breite — je nach der Neigung des Hanges, in welchem solche Bermen erstellt werden. Die tiefste Stelle einer solchen «Roh-Berme» findet sich dabei bergwärts, unmittelbar am aufsteigenden Hang, während ihre höchste Erhebung in das äußere Drittel der Bermenoberfläche zu liegen kommt (Abb. 1).

2.2 Die Arbeitsmittel

Es ist zunächst das schon kurz erwähnte *Selbsthalterpflug-Modell II/1966* vorzustellen. Gegenüber dem in der Landwirtschaft verschiedenenorts noch üblichen Selbsthalterpflug besitzt es, neben einer allgemein robuster gehaltenen Konstruktion, eine für beide Räder gesonderte Möglichkeit zur Verlängerung der Radachse, die damit einer wechselnden Furchenbreite, beziehungsweise einem wechselnden Bermenabstand angepaßt werden kann. Ferner sind die Radfelgen wesentlich verbreitert und mit einem durchgehenden Stollenkranz versehen worden, womit das Einsinken des Pfluges in weichem Boden verhindert und die Führung des Pfluges erleichtert wird. Der Pflug weist zwei Seitensteuermöglichkeiten auf: Einmal über die Ver-

lagerung des Zug-Angriffspunktes, dann über eine direkte Drehschemelsteuerung der Räder; beide Steuerungen werden unabhängig voneinander über zwei Handhebel betätigt. Die Tiefer- bzw. Höherstellung der Pflugschar zur Regulierung der Furchentiefe erfolgt über eine Gewindespindel, die mittels eines Handrades angehoben und gesenkt werden kann, während zwei Laschen («Ohren») mit Feststellschrauben zur Einstellung des Anstellwinkels des Pfluges dienen. Die praktische Belastbarkeit des Pfluges liegt bei 1600 kg und ist über eine selbsttätige Ausklinkvorrichtung für das Zugseil regulierbar. Das Gewicht des Pfluges schließlich beträgt etwa 150 kg.

Als Zugaggregat für den Pflug verwendeten wir zunächst das *Seilwindenmodell* des Typs MSK/D der Firma C. Rigert, Immensee, welches sich bewährte, wenn auch sein 12-PS-Dieselmotor bei der Pflugarbeit in zähem, verfilztem Boden sehr stark beansprucht werden mußte. Während es sich bei diesem Modell um eine bekannte und in der Praxis bewährte Seilwinde handelte, setzten wir im zweiten Versuchsjahr eine Konstruktion der Firma G. Meyer S.A., Bellinzona TI, ein, die neue Konstruktionsprinzipien aufweist, die eine kurze Vorstellung rechtfertigen mögen. Wie die Abbildung 3 erweist, sind bei diesem Modell die beiden Seiltrommeln nicht mehr senkrecht zur Längsachse der Winde, sondern parallel zu ihr angeordnet, was den Einbau langer Trommeln mit einem sehr großen Seilaufnahmevermögen gestattet, ohne die Breite der Winde zu vergrößern. Eine solche Anordnung der Seiltrommeln erfordert ein spezielles Dispositiv für die Eigenbewegung der Winde (Selbstaufzug, In-Stellung-Bringen usw.). Dafür wurde an der unteren Trommel ein Seilspill angefügt, über das ein eigenes, für diese Zwecke bestimmtes Seil läuft, welches unmittelbar unter dem Spill über zwei je für Vorwärts- und Rückwärtsfahrt ausgerichtete Umlenkrollen sowohl nach hinten unter dem Motorenteil der Winde hindurch wie an deren Stirnseite geführt wird, wo es in der Höhe des Windenbodens austritt. Die so gestaltete, sehr tiefe Lagerung dieses «Marschseiles» gibt der in ein Stahlrahmenprofil mit durchgehendem Bodenblech eingebauten Winde eine sehr stabile Führung und eine außerordentliche horizontale wie vertikale Wendigkeit im Gelände. Ist sie in Stellung, so gestattet dieses Seil auch den Aufzug weiteren, auf Schlitten verladenen Materials im Pendelbetrieb und wird schließlich als Verankerungsseil für die Winde ausgenützt, wenn diese ihren eigentlichen Betrieb aufnimmt. An den Trommelteil der Winde ist der Motorenteil angefügt, wobei zunächst ein VW-Industriemotor eingebaut wurde, dessen ruhiger Gang einer guten Verständigung mit dem Windenführer sehr entgegenkommt. Die Kraft des Motors wird über eine Keilriemenverbindung auf das Getriebe übertragen, das jedoch, wie auch weitere Einzelteile der Winde, noch weitere Perfektionierung wünschenswert erscheinen läßt. Aber auch ohne dies ergab der Versuchseinsatz mit dieser Winde an drei Einsatzorten, wobei etwa 7000 m¹ Bermen erstellt wurden, recht befriedigende Resultate.

2.3 Das Arbeitsverfahren

Die Anwendung eines Windenzuges hat für unsere Zwecke grundsätzliche Vorteile, weil damit der Antriebsmaschine ein fester Platz zugewiesen wird und nur das Arbeitsgerät allein — und nicht zugleich auch sein Antriebsaggregat — im steilen Hang zu operieren braucht. Dabei ist der am Zugseil hängende Pflug, der zugleich das Rückholseil nachschleppt, zwischen zwei Seilen gesichert. Diese laufen über je eine an den beiden Seitenrändern der zu bearbeitenden Fläche angebrachten Umlenkrolle auf die Trommeln der Seilwinde. Jedes der Seile dient abwechselnd beim Hin- (= Herstellen der ersten Furche) beziehungsweise beim Rückgang des Pfluges (= Herstellen der zweiten Furche) als Zug- bzw. als Rückholseil. Die beiden erwähnten Umlenkrollen sind ihrerseits mittels Seilklemmen an zwei mit den seitlichen Rändern der zu bearbeitenden Fläche parallel laufenden Halteseilen von etwa 50 m Länge (oder Ketten: Befestigung der Umlenkrollen dann mit einfachen Haken) angebracht und können so beim Wechseln von einer Berme zur nächsten rasch verstellt werden. Der Übergang von der Hin- zur Rückfahrt des Pfluges erfordert jeweils sein Kehren am Furchenende, wozu Zug- und Rückholseil abgehängt werden müssen; der Pflug ist dann nicht gesichert. Diese Manipulation des Kehrens ist bis zu etwa 50 % Geländeneigung mit einer Arbeitsgruppe von zwei Mann am Pflug ohne weitere Sicherung des Pfluges durchführbar; bei höherer Geländeneigung und besonders dann, wenn die Bodenoberfläche naß und rutschig ist, so daß der Fuß des Arbeiters nur schwer einen zuverlässigen Halt finden kann, sind unter Umständen drei Mann erforderlich. Der Pflug bedarf dann einer Sicherung; wir haben sie so hergestellt, daß wir ihn für das Kehrmanöver mittels eines Hanfseiles an einen in den Boden gerammten Pfahl befestigten.

3. Die bisher ausgeführten Arbeiten

Bei Beginn der praktischen Arbeiten zur mechanischen Herstellung von Bermen standen wir vor allem einer Anzahl von Unbekannten gegenüber: zwar erwarteten wir, daß Bermen mit Hilfe von Pflugfurchen herstellbar sein würden; bis zu welcher Längs- und Querneigung eines Hanges dies aber mit unserer Ausrüstung möglich sein würde, wie viele Furchen es zur Herstellung einer Berme brauchen würde, welcher eventuellen weiteren Bearbeitung dermaßen aufgeworfene Furchen zu unterziehen wären und vor allem: ob und bis zu welchen Neigungen derartige Bermen überhaupt haltbar sein würden, oder ob sie nicht vielmehr durch Regen und Schnee des Winters den Hang hinabfahren würden — all das waren ungeklärte Fragen.

Wir sind daher den Herren Kantonsoberförster L. Lienert, Sarnen, E. Blumer, Glarus, und Herrn Landesforstmeister E. Bühler, Vaduz, sehr dankbar, daß sie uns in bereitwilligster Weise Versuchsgelände zur Ver-

fügung gestellt haben und uns überdies weitestgehend entgegengekommen sind. Wir konnten so unsere Versuche auf sehr unterschiedlichem Untergrund, in verschiedenen Lagen und in einem angemessenen Umfang durchführen. Eine kurze diesbezügliche Übersicht mag zunächst dienlich sein.

3.1 Versuchsorte und Versuchsumfang

Der erste Versuchsort, an dem wir – noch mit dem Pflugmodell I/1965 – etwa 1000 m¹ Bermen herstellten, war eine Magerwiese oberhalb Giswil OW in einer Meereshöhe von 660 bis 740 m, welche zur Aufforstung heranstand. Geologisch aus einem sehr skelettreichen Moränenmaterial bestehend, wies der Hang Neigungen von 30 bis 100 % auf (Abb. 8).

Noch im gleichen Jahr und dann wiederum im Herbst 1966 verlegten wir unsere Versuche in ein typisches Flyschgebiet unweit des Sattelpasses OW, wo auf einem bis dahin als Streuwiese benutzten, 1400 bis 1440 m ü. M. gelegenen, stark verfilzten und wasserhaltigen Hang mit einer Neigung zwischen 10 und 50 % insgesamt etwa 2000 m¹ Bermen hergestellt wurden (Abb. 6).

Gleichfalls im Kanton Obwalden und wiederum auf einem vernäßten, teils als Streu-, teils als Magerwiese genutzten Hang ob Alpnach, der jedoch auf Moränenuntergrund gelegen war, umfaßte ein weiterer Versuch im Frühjahr 1966 die Herstellung von etwa 2200 m¹ Bermen, wobei sich die örtlich stark wechselnde Geländeneigung zwischen 30 und 60 % bewegte. Die Fläche liegt zwischen 640 und 700 m ü. M.

Ein weiterer Versuch mit der Herstellung von 3700 m¹ Bermen wurde in einer bis dahin wiederum teils als Streu-, teils als Magerwiese genutzten Fläche ob Mühlehorn GL, welche Neigungen zwischen 20 und 70 % aufwies, durchgeführt. Geologisch gehört die Fläche, auf einer Höhe über Meer

---

Abbildung 1

Das Querprofil einer Berme: Ihre tiefste Stelle befindet sich bergwärts am aufsteigenden Hang, während ihre höchste Stelle in das äußere Drittel der Bermenoberfläche zu liegen kommt (Abschnitt 2.1)

Abbildung 2

Das Selbsthalterpflug-Modell II/1966 beim Aufwerfen der zweiten Furche, welche über die zuerst gepflügte zu liegen kommt (Abschnitt 2.2)

Abbildung 4

Bermen ob Mühlehorn; der Abstand von Berme zu Berme beträgt hier 1,5 m (Abschnitt 3.1)

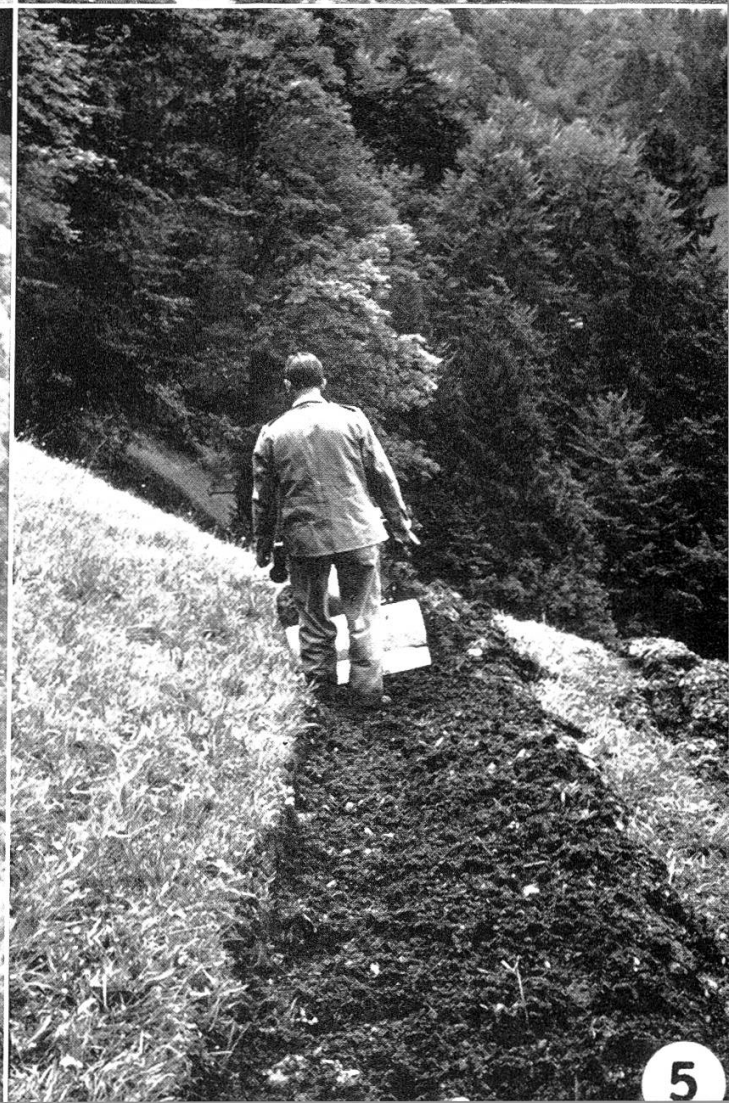
Abbildung 5

Das Querprofil einer Rohberme kann mit einem Einachstraktor weiter bearbeitet werden; hier ist ein Fräswerk mit einer Breite von 64 cm im Einsatz (Abschnitt 3.2)

1

2

4


5

3

6

zwischen 1200 und 1260 m gelegen, einer teilweise stark sandhaltigen (Taveyannaz-Sandstein) Lokalmoräne an (Abb. 4).

Die Versuchsreihe mit unserem Pflugmodell II/1966 wurde schließlich auf einer bis dahin als Mähwiese (Fettwiese)genutzten Fläche ob Triesenberg FL, wo wir 3000 m¹ Bermen herstellten, abgeschlossen. Bei Neigungen von 40 bis 80 % wies diese Fläche, zwischen 1380 und 1460 m ü. M. gelegen, im Gegensatz zu den anderen genannten Flächen einen sehr brüchigen, lockeren Rasen auf. Ihr geologischer Untergrund besteht aus Hangschuttmaterial mit einem mäßigen Skelettanteil triassischer Kalke (Abb. 7).

3.2 Das derzeit Erreichte und seine Grenzen

Insgesamt sind also etwa 12 km Bermen in Geländeneigungen, welche sich zwischen 10 und 100 % bewegen und Höhenlagen von 700 bis 1400 m einnehmen, hergestellt worden. Dabei lassen sich, nach ihrem geologischen Herkommen, drei Typen unterscheiden: Flysch, Moräne und Hangschuttmaterial von triassischen Kalken, für deren Vegetation Streuwiesen, zum Teil vernäßte Magerwiesen und schließlich Fettwiesen bezeichnend sind. Neben anderen Kriterien sind es insbesondere diese Unterschiede, welche nach dem derzeitigen Stand unseres Verfahrens und unserer Ausrüstung für die mechanische Herstellung von Bermen besonders bedeutsam sind. Sie können daher für die weiteren Darstellungen als Gliederungsschema dienen; dabei sollen diejenigen Verhältnisse, wie sie die *Moräne* bietet (Versuche Giswil, Alpnach und Mühlehorn) vorausgenommen werden. Infolge ihrer eher kompakten Bodenverhältnisse mit einem zwar genügend dichten, aber noch nicht zu starken Wurzelfilz der Streu- und Magerwiesen kommt hier die Pflugschar gut voran, die Schollen lassen sich auch bei geringeren

---

Abbildung 3

Ein neues Seilwindenmodell (Firma G. Meyer AG, Bellinzona) mit längsgestellten Trommeln und einem Seilspill für das Aufziehen der Winde (Abschnitt 2.2)

Abbildung 6

Bermen im Flysch (Nähe Sattelpaß): Je nach dem Verlauf der Fallinie werden die Bermen in verschiedener Richtung angelegt (Abschnitt 3.1)

Abbildung 7

Bermen ob Triesenberg FL: Gegen den dunklen Waldrand zeichnen sich die Querprofile der Bermen gut ab (Abschnitt 3.1)

Abbildung 8

Eine Fichtenpflanzung auf Bermen ausgeführt im Frühling 1966 ob Giswil; Herstellung der Bermen im Herbst 1965; 1966 mußte die auf den Bermen angelegte Pflanzung nicht ausgeschnitten werden, wohl dagegen die (im Bildvordergrund sichtbare) nicht auf Bermen angelegte (Abschnitt 3.1)

Geländeneigungen noch gut umlegen und bleiben in der ganzen Länge der Furche erhalten. Vornehmlich diesem Umstand ist es zu verdanken, daß solche Schollenbänder auch bei höheren Geländeneigungen, wie sie sowohl in Giswil (bis zu 100 %) und auch in Mühlehorn (bis zu 70 %) vorlagen, nicht den Hang hinuntergleiten, sondern an Ort und Stelle verbleiben und damit einen haltenden Bermenfuß bilden. Zweifellos wird die Stabilität dieses Fußes durch die rauhe, borstenartige Oberfläche des unmittelbar vor dem Pflügen geschnittenen Rasens unterstützt, wobei hier *eine* solche Rasenoberfläche (diejenige der umgelegten Scholle) auf die andere (des ursprünglichen Geländes) zu liegen kommt. Derartige stabilitätserhöhende Wirkungen gemähter Rasen sind ja auch hinsichtlich des Schneegleitens bekannt. — So kann vom geologischen Untergrund her und für alle Geländeneigungen, welche wir bisher in unseren Versuchen auf der Moräne antrafen (20 bis 100 %), zusammenfassend gesagt werden, daß auf ihr die Herstellung von Bermen mit den angewandten Verfahren und auch unter Einsatz des jetzigen Pflugmodells kaum Schwierigkeiten bietet.

Dies kann nicht im gleichen Maß vom *Flysch* — wobei sich unsere Versuche auf einen praktisch skelettlosen, stark vernäßten Boden (Versuch Sattelpaß) beschränkten — und vom *Hangschutt* des Kalkgebirges (Versuch Triesenberg) gesagt werden. Beim ersteren Typ erfordert der stark verfilzte, sehr harte Streuwiesenrasen erhebliche Zugkräfte für den Pflug, und die Erdscholle neigt bei geringeren Geländeneigungen (weniger als 20 %) infolge des durch den starken Wurzelfilz gegebenen Zusammenhangs dazu, sich nicht umzulegen, sondern in die Furche zurückzuklappen. Bei höheren Neigungen fällt dieser Übelstand selbstverständlich dahin und wird eher zum Vorteil, weil sich dann einerseits die Erdscholle leichter umlegt, während anderseits der starke Wurzelfilz der gekehrten Erdscholle einen guten Zusammenhalt mit dem ursprünglichen Rasen verleiht. Wiederum andere Verhältnisse herrschen in letzterem Typ, auf Gehängeschutt des Kalkgebirges, vor: Der dort nur locker zusammenhängende Rasen läßt vielfach die Bildung einer über die ganze Furchenlänge zusammenhängenden Erdscholle nicht zu; sie bröckelt vielmehr gerne in einzelne, wenn auch meist mehrere Meter lange Stücke auseinander und neigt dann bei höheren Geländeneigungen dazu, den Hang hinabzugleiten, ein Nachteil, der hier erst bei Neigungen unter etwa 40 % — eben des Auseinanderreißens der Scholle wegen — zum Verschwinden kommt.

Indes dürften die bisher aufgezeigten Grenzen des Verfahrens zur mechanischen Herstellung von Bermen keineswegs solche endgültiger Art sein. Durch weitere Änderungen an der Pflugkonstruktion, die zurzeit ausgeführt werden und auf die noch zurückzukommen sein wird, sollten sie überwunden werden können. Aber auch mit dem bisherigen Verfahren und seinen Mitteln haben die damit hergestellten Bermen bis jetzt keinerlei Rutschbewegungen gezeigt. Dies trifft sowohl auf die im Flysch hergestellten

Bermen zu wie auch für diejenigen in der Moräne oder im Hangschuttgebiet oberhalb Triesenberg, wobei die beiden ersten, auf Geländeneigungen bis zu 100 % hergestellt, nunmehr den zweiten Winter erleben, während die letzteren in Neigungen bis zu 80 % und einer Höhenlage von 1400 m erstellt, jedenfalls den derzeitigen an Schnee bereits reichen Winter bisher ohne irgendeinen Schaden zu zeigen überstanden haben.

Eine weitere Art von Schwierigkeiten, welche die Anwendung unseres Verfahrens in gewissen, wenn auch weit zu steckenden Grenzen halten, ist durch die Geländeausformung gegeben, wobei allerdings eindeutige Unterschiede zwischen einem im Längsprofil konkav oder konvex ausgebildeten Hang bestehen. Diese Erschwerungen betreffen die exakte Einhaltung einer vorgeschriebenen Längsneigung der Berme, wie sie etwa zur Wasserableitung (oder -erhaltung) notwendig sein kann, und treten insbesonders in konkav ausgebildeten Hängen auf, wo zunächst bergeinwärts, dann bergauswärts gefahren werden muß. Hier ist es unter Umständen erforderlich, das Zugseil des Pfluges über eine Umlenkrolle, welche oberhalb des Scheitelpunktes der zu fahrenden Kurve fixiert werden muß, zu führen. Bei konvex ausgebildeten Hängen entfällt jedoch eine entsprechende Maßnahme gewöhnlich, weil dann das Zugseil sich von selber an den Hangrücken anlegt und so der Pflug in genügender Weise korrekt durch die Kurve geführt wird. Es ist einsichtig, daß Kurven — solche bis zu 35g sind in unseren Versuchen ohne weiteres bewältigt worden — um so leichter herstellbar sind, je weiter entfernt die an den Halteseilen (siehe Abschnitt 2.3) angebrachten Umlenkrollen vom Furchenende bzw. -anfang fixiert werden.

Neben diesen eher weniger ins Gewicht fallenden Grenzen für das Pflügen von Bermen am Hang ist endlich auf solche hinzuweisen, die kaum gänzlich beseitigt werden können. Sie sind durch Flächen gegeben, welche stark mit oberflächlich anstehendem Stein- und Blockmaterial durchsetzt sind, oder durch solche, die starkes Wurzelwerk aufweisen. Zwar fördert der Pflug durchaus Steine oder Steinplatten bis zu einem Durchmesser von 20, auch von 30 cm ohne besondere Störung des Pflugvorganges selber noch heraus; ebenso werden Wurzeln bis zu einem Durchmesser von etwa 5 cm meist noch durchschnitten oder zerrissen. Weisen aber derartige Hindernisse größere Dimensionen auf, dann ist es meist erforderlich, den Pflug anzuhalten, zurückzuziehen und erneut — über das Hindernis hinweg — anzufahren. Die Berme erleidet an dieser Stelle gewöhnlich eine Unterbrechung, die von Hand ausgemerzt werden muß. Durch eine ebenfalls bereits in Ausführung begriffene Änderung an unserem bisherigen Pflugmodell werden zwar auch hierin einige Verbesserungen geschaffen werden können. Gleichwohl dürften Geländeteile, welche mit Wurzelstöcken durchsetzt sind oder einen hohen Anteil grobblockigen Steinmaterials aufweisen, von einer rationellen mechanischen Bermenherstellung mit den dargelegten Mitteln ausgeschlossen bleiben.

Es ist schließlich noch kurz auf die Ausführung von Arbeiten nach der Erstellung der Rohbermen selber einzugehen. Grundsätzlich lassen sich auf der Rohberme Maschinen in der Größenordnung von Einachstraktoren einsetzen. Von Fall zu Fall abzuklären ist der Zeitpunkt, wann eine Weiterbearbeitung der Rohberme (soweit sich eine solche überhaupt als nötig erweist) erfolgen soll: ob sogleich nach deren Erstellung oder erst im darauffolgenden Jahr, wobei letzteres im allgemeinen vorzuziehen sein wird. In einem Fall (Versuch Giswil) haben wir einen 6-PS-Einachstraktor mit angebautem Fräswerk von 64 cm Breite unmittelbar nach der Erstellung der Rohbermen zur Ausformung des Bermenprofils und zur Auflockerung der umgelegten Erdschollen eingesetzt, was ohne Schwierigkeiten durchführbar war (Abb. 5). In einem anderen Fall (Versuch Sattelpaß) vertieften wir den bergseits der Bermen ohnehin schon durch das Aufwerfen der Pflugfurchen entstandenen leichten Graben von Hand um eine Spatentiefe und -breite, was sich, da der rasenbildende, starke Wurzelfilz durch den Pflug bereits entfernt war, mit recht geringem Aufwand durchführen ließ.

3.3 Der Arbeitsaufwand und sein Geltungsbereich

Wie schon den bisher mitgeteilten Ergebnissen, so haftet auch den folgenden über den Aufwand bei der mechanischen Bermenherstellung der Charakter der Vorläufigkeit an. Zurzeit ist ja die Entwicklung der Arbeitsmittel noch im Gang, so daß auch das Arbeitsverfahren noch nicht in allen seinen Teilen feststeht und auch noch kein Bestverfahren ist. Gleichwohl dürften die bisherigen Aufwandfeststellungen, denen die Fertigung von etwa 8 km Bermen unter Einsatz des Pflugmodells II/1966 zugrundeliegt, für eine Beurteilung des Aufwandrahmens unseres Verfahrens durchaus geeignete Werte vermitteln. Diese bewegen sich, als *Gesamtzeitaufwand* für eine Arbeitsgruppe von drei bis vier Mann (ein Mann an der Seilwinde, zwei bis drei Mann am Pflug) ermittelt und auf die Herstellung von 40 m langen Bermen standardisiert, zwischen

1,0 bis 1,6 Minuten pro m¹ fertiggestellter Berme.

Diese Zeitangabe setzt sich aus der sogenannten Grundzeit (= reine Arbeitszeit einschließlich kurzer, sachlich bedingter Wartezeiten und Verschnaufpausen) sowie persönlicher und sachlicher Verteilzeiten, aller Zeiten für die Behebung von Störungen und schließlich auch des vollen Zeitaufwandes für das nachträgliche manuelle Zurichten von nicht gut gelungenen Bermen zusammen. *Nicht* eingeschlossen ist dagegen die Zeit für den Auf- und Abbau der gesamten, für die Bermenherstellung erforderlichen Einrichtung, worauf noch zurückzukommen sein wird.

In der vorstehenden Aufwandsangabe fällt zunächst die relativ große Spanne von 1,0 bis 1,6 Minuten ins Auge; sie erklärt sich aus der schon im vorangehenden Abschnitt 3.2 dargelegten Verteilung unserer Versuche auf

unterschiedliche Standorte, nämlich Moränen-, Flysch- und Hangschuttböden, sowie der dadurch bedingten verschiedenen Gruppengröße. Tatsächlich betrug der entsprechende Aufwand der beiden auf Moränenböden durchgeführten Versuche (3- bis 4-Mann-Gruppe) im Mittel 1,0 Minuten pro Laufmeter, während er sich auf dem Flysch (3-Mann-Gruppe) um 1,2 Minuten bewegte und schließlich auf dem Hangschuttboden (3- bis 4-Mann-Gruppe) auf 1,6 Minuten anwuchs. Eine weitergehende Untergliederung des Gesamtzeitaufwandes gibt die nachstehende Tabelle, in der die einzelnen Angaben wiederum auf die mittlere Bermenlänge aller Versuche (40 m) standardisiert sind.

Tabelle 1

Standort und mittlere Hangneigung in %	*Grundzeit in Min. pro m¹ für*			*zusätzlicher Aufwand in Min. pro m¹ für*				*Gesamtzeitaufwand in Minuten pro m¹*
	«Fahren»	*«Kehren»*	*insgesamt*	*Behebung von Störungen*	*Zurichtung der Furchen von Hand*	*Verteilzeiten*	*insgesamt*	
Moräne 45 % 3- bis 4-Mann-Gruppe	0,47	0,38	*0,85*	0,09	—	0,06	*0,15*	*1,00*
Flysch 30 % 3-Mann-Gruppe	0,43	0,37	*0,80*	0,24	0,10	0,04	*0,38*	*1,18*
Hangschuttboden 60 % 3- bis 4-Mann-Gruppe	0,60	0,63	*1,23*	0,22	0,10	0,09	*0,41*	*1,64*

Erste Versuchsergebnisse für den Zeitbedarf bei der mechanischen Bermenherstellung: *Aufgliederung des Gesamtzeitaufwandes* (auf 40 m lange Einzelbermen standardisiert)

Die obige tabellarische Zusammenstellung, aufgegliedert in zwei Teilzeitgruppen, nämlich die «Grundzeit» und den «zusätzlichen Zeitaufwand», deren Summe dann den Gesamtzeitaufwand ergibt, läßt eine Abhängigkeit aller dieser drei Zeiten von den in der ersten Spalte gekennzeichneten Standorten erkennen.

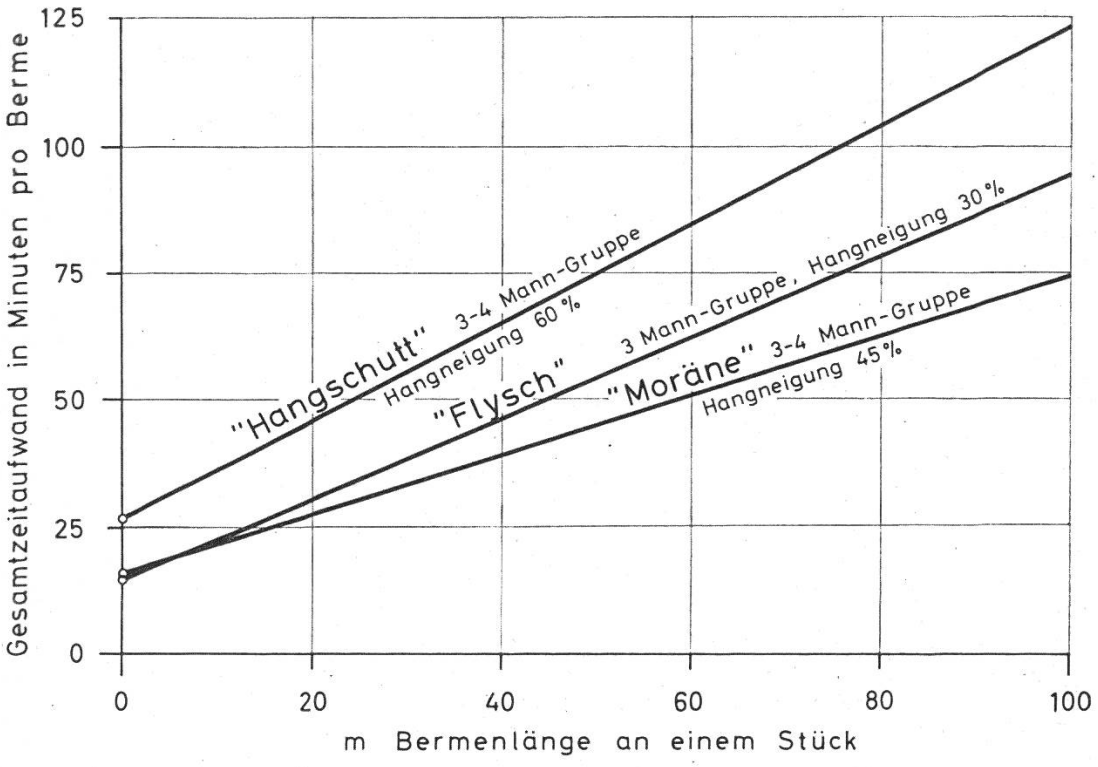
Zunächst die *Grundzeit,* welche in «Fahren» (= Zeitspanne, während welcher sich der Pflug in Bewegung befindet) und «Kehren» (= Zeitbedarf für das zwischen dem Ziehen jeder Furche erforderliche Umkehren des Pfluges) unterteilt ist. Die letztere Manipulation ist zweifellos von der Geländesteilheit abhängig, die ja auch bei höheren Neigungen ein Anbinden des Pfluges erfordert (vgl. Abschnitt 2.3), während das Vorankommen

der Pflugschar im Boden (es wurde durchweg im niedrigsten Gang gefahren) vornehmlich durch die Gelände- und Bodenbeschaffenheit sowie durch die Bodenbedeckung variiert wird: So kommt der Pflug in stark verfilztem Flyschboden langsamer vorwärts als in der Moräne; im Hangschuttboden mit seinem lockeren Rasen muß sehr vorsichtig und kann daher nur langsam gefahren werden, um ein Abreißen des umgelegten Schollenbandes möglichst zu vermeiden.

Unter der dann aufgeführten Teilzeitgruppe «*zusätzlicher Aufwand*» beanspruchte die an erster Stelle genannte «Behebung von Störungen» den größten Zeitaufwand; er erreicht im Hangschuttboden, wo teilweise keine natürlichen Verankerungsmöglichkeiten für die seitlichen Halteseile vorhanden waren, etwa dieselbe Höhe wie im Flysch – hier aber wegen zahlreicher, im Boden eingewachsener Holzstücke, die oft ein Anhalten des Pfluges veranlaßten. Dann das nachträgliche Zurichten der Furchen von Hand: Auf der Moräne fiel es überhaupt nicht an; im Flysch und auf dem Hangschuttboden von Triesenberg dagegen belief es sich beide Male auf etwa eine Minute pro 10 m¹; dabei war es auf dem ersteren Standort durch die Tendenz des Zurückklappens der Schollen und auf dem letzteren durch diejenige ihres Abgleitens bedingt.

Aus den Angaben der tabellarischen Zusammenstellung resultiert schließlich die nachfolgende *graphische Darstellung,* die eine weitere Information über den Arbeitszeitaufwand bei unserem Verfahren der Bermenherstellung vermittelt. Aber anders als bei jener ist bei ihr nicht der (auf eine Länge der Einzelberme von 40 m standardisierte) Laufmeter fertiggestellter Berme, sondern eine variable Länge der Einzelberme selber als Bezugsgröße gewählt worden. Tatsächlich hängt der Aufwand pro Laufmeter insgesamt hergestellter Bermenlänge wegen der relativ hohen Kehrzeiten für den Pflug weitgehend davon ab, wie lange dabei die Einzelberme gehalten werden kann. Die Darstellung weist aber – wie die tabellarische Zusammenstellung – den Gesamtaufwand (= Summe der Arbeitszeiten aller an der Fertigung beteiligten Arbeiter) aus; er entspricht damit dem personellen Arbeitszeit-Gesamtaufwand und ist für die Ermittlung des Maschinen- und Gerätezeitaufwandes (Seilwinde, Pflug) mit der Anzahl der jeweils eine Gruppe bildenden Arbeiter zu dividieren.

Die nebenstehende graphische Darstellung läßt zunächst wiederum die Standortsabhängigkeit des Aufwands bei unserer mechanischen Bermenherstellung erkennen. Dies trifft zunächst auf die Kehrzeiten zu, welche ja unabhängig von der Bermenlänge immer annähernd die gleichen bleiben und in der Darstellung bei einer Bermenlänge von 0 m erscheinen; dabei weist im Flysch die 3-Mann-Gruppe etwa dieselbe Zeit auf wie die 3- bis 4-Mann-Gruppe in der Moräne, während im steilen Hangschuttboden von Triesenberg das Kehren des Pfluges mit einer 3- bis 4-Mann-Gruppe einen um 70% höheren Zeitaufwand bedingt. In analoger Weise hat die Standortsabhängig-



Darstellung 1

Erste Versuchsergebnisse für den Zeitbedarf bei der mechanischen Bermenherstellung: *Gesamtzeitaufwand bei verschiedener Länge der Einzelbermen*

keit auch für die übrigen, zugleich mit der Bermenlänge anwachsenden Zeiten Geltung. Diese sind in der Moräne, wo bei mittleren Fahrzeiten nur sehr wenig Störungen auftraten und keine Furchen zuzurichten waren, am geringsten; die Neigung der Regressionsgeraden beträgt demnach nur 58 %; sie steigt im Flysch, wo bei zwar geringeren Fahrzeiten häufig Störungen auftraten und vielfach die Furchen nachträglich zuzurichten waren, auf 79 % und erreicht schließlich im Hangschuttboden von Triesenberg bei sehr hohen Fahrzeiten und ähnlichem zusätzlichem Aufwand wie im Flysch eine Neigung von 96 %. Aus Lage und Neigung der drei Geraden resultiert schließlich mit wachsender Länge der Einzelbermen eine Reduktion des Zeitaufwandes pro Laufmeter, der in der Moräne und im Flysch bis zu einer Bermenlänge von 60 m überproportional und stark absinkt und von da ab nurmehr linear und schwach weiterhin zurückgeht; dieser «kritischen» Länge der Einzelberme entspricht im Hangschuttboden eine solche von 80 m. In der Praxis der mechanischen Bermenherstellung sollte daher eine Länge der Einzelberme zwischen 60 und 80 m möglichst nicht unterschritten werden.

Die in diesen Angaben sich kundtuende Auswirkung des Stück-Masse-Gesetzes in Abhängigkeit von der Länge der Einzelberme tritt bei Hereinnahme des *Installationszeitaufwandes,* der in allen bisherigen Angaben nicht enthalten ist, noch verstärkt hervor; tatsächlich ist infolge der in unseren

Gebirgsverhältnissen stets beschränkten Geländeübersicht von einer Windenstellung aus jeweils nur eine begrenzte Stückzahl von Einzelbermen herzustellen. Sie betrug bei unseren bisherigen Versuchen, in denen ein Abstand von etwa 1,5 m zwischen den Bermen einzuhalten war, im Durchschnitt 50 Stück, während sich der Gesamtzeitaufwand pro Installation auf 15 bis 20 Stunden (3-Mann-Gruppe) belief, je nachdem, ob es sich lediglich um einen Stellungswechsel der Winde oder um einen Neubezug des Versuchsortes handelte. Pro Berme entfielen demnach im Mittel 21 Minuten an Installationsaufwand und pro Laufmeter der gesamten Bermenherstellung, bei der die mittlere Länge der Einzelberme 40 m betrug, 0,53 Minuten. Bei 60 m langen Einzelbermen hätte sich dieser Aufwand auf 0,35 Minuten und bei 80 m langen auf 0,26 Minuten pro Laufmeter erniedrigt. Es versteht sich, daß diese Angaben nur als sehr grober Anhalt dienen können; sie sind deswegen auch nicht in die tabellarische Zusammenstellung oder die graphische Darstellung übernommen worden.

4. Die Weiterentwicklung der Bermenherstellung

Im vorangegangenen Abschnitt war in den Ausführungen über das bisher Erreichte wiederholt von Grenzen in der Anwendung des Verfahrens die Rede; analog dazu mußte bei den Aufwandsangaben auf die Vorläufigkeit der mitgeteilten Daten, die ja auch in einen Grund- und einen «zusätzlichen» Aufwand unterteilt wurden, hingewiesen werden. In beiden Umständen manifestiert sich die Tatsache, daß die Versuche, wie schon eingangs betont, keineswegs abgeschlossen sind. Die gleichwohl mitgeteilten Ergebnisse liefern aber auch Hinweise über die Richtung, in welcher die Arbeiten zunächst fortzuführen sind.

An erster Stelle steht dabei die Verbesserung der bisher angewendeten *Arbeitsmittel,* vor allem diejenige unseres Pfluges. Das eben fertiggestellte Modell III/1967 weist als besondere Merkmale verschieden große und unterschiedlich ausgestaltete Pflugscharen (Riester) für die Herstellung der ersten Furche auf, welche den Bermenfuß zu bilden hat, und der zweiten, welche dann die Bermenoberfläche darstellt; zudem besitzt es für die Anfertigung der ersten Furche zwei gegenseitig leicht auswechselbare Scharen, deren Ausformung und Zusätze sowohl den Verhältnissen in sehr lockeren wie in sehr dichten Bodendecken Rechnung tragen. Ferner ist nunmehr die Horizontalsteuerung des Pfluges über einen einzigen Hebel zu tätigen, während seine Vertikalsteuerung wesentlich vereinfacht wurde. Diesen Verbesserungen schließen sich weitere von geringerer Bedeutung an, welche das Überwinden von Hindernissen, die Führung des Pfluges am Seil und sein Kehren am Steilhang erleichtern. Hand in Hand mit dieser Ausgestaltung des Pfluges ist die schon erwähnte weitere Perfektionierung der Seilwinde vorgesehen, so daß dann an eine detaillierte Ausgestaltung des *Arbeitsverfahrens* herangegangen werden kann. Dabei handelt es sich darum, die bis-

her unter gewissen Verhältnissen aufgetretenen, verfahrensbedingten Störungen und Leerläufe im Arbeitsablauf auszuschalten, um schließlich zu einem unter minimalem Personal- und Zeitaufwand durchzuführenden — gleichwohl immer noch vorläufigen — Optimalverfahren der mechanischen Bermenherstellung zu kommen, das dann normiert werden kann; in ihm werden die bisherigen Grenzen seiner Anwendung weiter hinausgeschoben und mit größerer Eindeutigkeit festlegbar sein als bisher.

Unabhängig davon, welches Verfahren der mechanischen Bermenherstellung sich nun im Laufe der Zeit entwickeln wird (von der konstruktiven Seite her steht zum Beispiel, wie eine russische Entwicklung zu erweisen scheint [Letourneux, 1960], auch der Herstellung eines entsprechend geländegängigen und dann speziell für die Bermenherstellung auszurüstenden, traktorähnlichen Fahrzeugs nichts im Wege), so bleibt ein solches Verfahren jedenfalls mit der Frage der *Haltbarkeit und Dauerhaftigkeit* dermaßen hergestellter Bermen verbunden. Unsere bisherigen Versuche — auf das Jahr 1965 zurückgehend — sind hierin an einem durch diejenigen ob Giswil und Triesenberg (vgl. Abschnitt 3.1) markierten Punkt angelangt; die mutmaßlichen Gründe für die Haltbarkeit der dort hergestellten Bermen wurden genannt. In künftigen Versuchen ist die bisherige Tendenz ihres fortlaufenden Hinaufschiebens in Zonen höherer Schnee- und allgemeiner atmosphärilischer Belastung fortzusetzen und den Ursachen der Haltbarkeit mechanisch hergestellter Bermen näher nachzugehen. Aus ihnen sind dann die weitere Fertigungstechnik für solche Bermen und eventuelle zusätzlich erforderliche Maßnahmen zu ihrer Sicherung, welche grundsätzlich mit mechanischen Mitteln durchführbar sein sollten, abzuleiten. Eine weitere Richtung künftiger Versuche wird die *Bermenanwendung für Entwässerungszwecke* sein. Im einzelnen handelt es sich dabei darum, die vorgeschriebene Längsneigung einer Berme auch in schwierigem Gelände so präzis einzuhalten, daß der Wasserablauf, welcher in dem hangseitig der Berme ohnehin entstehenden Graben erfolgt, gewährleistet bleibt; zudem sollte dieser Graben, wo sich dies als notwendig erweist, vertieft werden können, und auch diese Maßnahme sollte grundsätzlich mit einem mechanischen Verfahren durchführbar sein. Es wäre selbstverständlich auch hier von großem Vorteil, wenn diese Arbeiten mit Untersuchungen über den Wirkungsgrat derartiger das Wasserregime im Wurzelraum beeinflussender Maßnahmen verbunden werden könnten.

Abschluß

Die Anlage von Bermen für Aufforstungszwecke am Hang ist und wird auch bei aller noch zu realisierenden Verbilligung ihrer Herstellung zunächst immer mit einem Mehraufwand gegenüber einem Verzicht auf Bermen verbunden bleiben und bedeutet damit eine Erhöhung der Aufforstungskosten. Eine Aufforstung auf Bermen anzulegen ist also nur dann sinnvoll, wenn

damit künftiger Aufwand entscheidend vermindert oder der nachhaltige Aufforstungserfolg entscheidend verbessert werden kann. In beiderlei Hinsicht bieten Bermen, wie eingangs dargelegt, gute Chancen. Es wird Angelegenheit künftiger, vergleichender Versuche sein, die praktische Realisierungsmöglichkeit solcher Chancen unter verschiedenen Standortsbedingungen abzuklären. Diesem Programm gegenüber stellen die dargelegten Ergebnisse solche aus Vorversuchen dar, die dementsprechend vorläufigen Charakter haben.

Résumé

Les bermes pour l'afforestation en montagne

L'auteur expose tout d'abord les perspectives qu'ouvre une rationnalisation des travaux d'afforestation en terrain montagneux à l'aide de bermes sur la base d'observations, d'expériences pratiques, d'investigations expérimentales et de déductions hypothétiques dérivant de l'étude de la technique du travail.

La réalisation de tels projets dépend des possibilités d'exécution rationnelle des bermes, c'est-à-dire de leur réalisation à l'aide de moyens mécanisés. Un procédé mécanique, qui permet d'établir, à l'aide d'un treuil à moteur, des gradins de 80 cm de largeur est décrit avec indication de ses limites d'emploi. Abstraction faite des sols renfermant de grosses pierres ou de nombreuses et fortes racines, ce procédé a donné d'excellents résultats sur les sols morainiques, même jusqu'à une inclinaison de pente de 100 %. La méthode est par contre en cours d'amélioration pour les sols du Flysch et les éboulis de pente. Les bermes exécutées depuis 1965, situées à des altitudes de 700 à 1400 m, n'ont montré jusqu'à ce jour aucun signe de dégradation.

La durée de travail pour l'établissement de ce genre de gradin atteint à ce jour en moyenne 1 à 1,6 minute au mètre courant, elle est influencée par la topographie, qui détermine en particulier la longueur totale d'une berme. Par exemple, pour un gradin de 40 à 80 m de longueur, la durée d'exécution est augmentée d'un supplément de 0,6 à respectivement 0,3 minute par mètre courant pour le déplacement et l'installation du treuil.

A la suite de ces essais actuellement encore en cours, qui nous fournirent ces résultats provisoires, nous entreprendrons des études comparatives sur la réussite de reboisements exécutés avec et sans gradins. Ces essais constitueront la partie principale de notre programme de recherche. *Traduction : O. Lenz*

Auer, Chr. (1947): Untersuchungen über die natürliche Verjüngung der Lärche im Arven-Lärchen-Wald des Oberengadins. Mitt. Schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchswes. XXV, 1. Heft

Fischer, F., und *In der Gand, H. R.* (1958): Untersuchungen über den Einfluß der Schneebedeckung auf den An- und Aufwuchserfolg von Aufforstungen im Gebirge. Winterbericht des Eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung Weißfluhjoch/Davos Nr. 21, 1958

Grünig, P. E. (1955): Über den Einfluß der Entwässerung auf die Flachmoorvegetation und auf den Zuwachs der Fichte und Bergföhre im Flyschgebiet der Voralpen. Mitt. Schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchswes. XXXI, 2. Heft

Hess, E. (1936): Neue Wege im Aufforstungswesen. Beiheft zu den Zeitschriften d. Schweiz. Forstver. Nr. 15, 1936

Leibundgut, H. (1954): Die pflanzensoziologischen Grundlagen der Aufforstung im Gebirge. Allg. Forstzeitung Wien, 65, 11/12

Letourneux, C. (1960): La mécanisation des plantations forestières dans les pays tropicaux. Centre Technique Forestier Tropical, Nogent sur Marne

Oechslin, M. (1939): Die Aufforstungen im Urserental. Schweiz. Zeitschr. f. Forstwes. 90, 9

Richard, F. (1963): Wasserhaushalt und Entwässerung von Weideböden. Mitt. d. Schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchswes. Bd. 39, Heft 5

Schlatter, A. J. (1935): Die Aufforstungen und Verbauungen des Oberengadins in den Jahren 1875 bis 1934. Schweiz. Zeitschr. f. Forstwes. 86, 9

Stebler, J. (1965): Etude des propriétés de terrasses situées sur une pente au sol saturé d'eau. Travail de diplôme en sylviculture (non publié)

Strehlke, E. G. (1964): Im Umbruch zur Mechanisierung der deutschen Waldarbeit. Allg. Forst- und Jagdzeitung, 136, 1, S. 30