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

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 108 (1957)

Heft: 9

Artikel: Neuzeitliche Methoden des Waldwegebaus

Autor: Roth, Conrad

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-767635

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: 08.07.2025

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

Neuzeitliche Methoden des Waldwegebaus

Von *Conrad Roth,* Zofingen

Oxf: 383.1

I. Einleitung

Die Methoden des Waldwegebaues erfuhren seit einigen Jahren wesentliche Wandlungen. Diese wurden einerseits ausgelöst durch den Mangel an menschlicher Arbeitskraft, die dadurch bedingte zunehmende Mechanisierung der Materialgewinnung und -bewegung und andererseits durch neuere Erkenntnisse über die Tragfähigkeit von Baumaterialien im Oberbau. Die bisher bewährten Grundsätze und Baumethoden durften dabei nicht über Bord geworfen werden. Es blieben die fundamentalen Grundsätze der generellen und Detailplanung, der Linienführung in Situation und Längenprofil, der Kunstbauten und Unterbauentwässerung bestehen. Die Forstwirtschaft wird sich aber in verschiedener Hinsicht den Verhältnissen auf dem Arbeitsmarkt und im Bauwesen anpassen müssen. Die Notwendigkeit dazu ergibt sich

1. aus der Feststellung, daß der Einsatz von Maschinen wesentliche finanzielle Einsparungen ermöglicht,
2. aus der Tatsache, daß infolge der allgemeinen Motorisierung unsere Waldarbeiter für Handarbeit (Erdbewegung, Steinbettstellen), die anderswie bewältigt werden kann, kaum mehr zu haben sind,
3. aus der Tatsache, daß die Steinbettsteinlieferanten sich außerstande erklären, dieses Sortiment, das für Gewinnung und Verlad Handarbeit verlangt, weiterhin zur Verfügung zu stellen,
4. aus dem Umstande, daß im Ausland neue Oberbaumethoden angewandt werden, die wesentliche Kostenherabsetzungen erwarten lassen,
5. aus der Feststellung, daß die den Forstkassen infolge der heutigen guten Holzerlöse zur Verfügung stehenden Überschüsse weitmöglichst zu einem raschen Ausbau des Waldwegnetzes verwendet werden sollten.

Der Forstwirstchaft stellt sich die Frage nach der technischen und wirtschaftlichen Verwendbarkeit neuer Bauverfahren.

II. Neue Oberbauarten

Bagdasarjanz (1956) gab eine knapp und genau formulierte Übersicht der verschiedenen Oberbauarten, ihrer Kosten, bezogen auf den Lehrwald der ETH, und ihrer Rentabilität. Im folgenden soll auf Einzelfragen eingetreten werden, wie sie sich in der Praxis stellen.

In den Jahren 1945 bis 1950 hat Dr. A. Kurth im Forstkreis Olten einige weitgehend maschinell erbaute *Waldwege mit Übertragungsschichten aus Kalkschruppen* auf sehr wirtschaftlicher Grundlage, teils

in Regie, teils durch Unternehmer erstellt. Es stand dafür außerordentlich billiges Stollenausbruchmaterial bzw. Kalkschotter aus waldeigenen Gruben zur Verfügung. Beispiele:

a) Im Gemeindewald Dulliken wurde die Rohplanie bei einseitiger Querneigung talwärts, ohne Längsgraben, 3,0 m Fahrbahnbreite mit dem Traxcavator erstellt. Als Übertragungsschicht wurde ein Kalkschruppenbett in zwei Schichten von je 20 cm eingewalzt. Aufgewalzt und eingeschlämmt wurde eine Verschleißdecke aus Kalk-Feinkies von 5 cm Stärke. Kosten: Reine Traxarbeit Fr. 1.20/m^3, Kalkschruppen Ankauf und Transport Fr. 6.70, Gesamtkosten Fr. 23.—/m.

b) In den Gemeindewaldungen Starrkirch wurde die Rohplanie mit dem Traxcavator erstellt, die Übertragungsschicht bestand aus gewalzten Kalkschruppen von 30 bis 35 cm Stärke, bei 3,0 m Breite. Gesamtkosten inkl. Längsgraben (ohne Projekt und Rutschsicherungen) Fr. 21.50/m.

Mit den aufgeführten Beispielen wurde der Nachweis geleistet, daß unter Einsatz von Traxcavator und Walze bei ausnahmsweise günstigen Oberbaumaterialbeschaffungsmöglichkeiten kurzfristig und sehr billig Waldwege mit Kalkschruppen-Übertragungsschichten erstellt werden können.

Eine Weiterentwicklung dieses Bauverfahrens unter Verwendung von Brechschotter als Übertragungsschicht stellt die von W. Schaltenbrand im Forstkreis Pruntrut auf Grund ausländischer Bauverfahren in den Gemeindewaldungen Courchavon seit ca. 1954 angewandte Baumethode dar. Diese Bauten wurden, wie sich aus späteren Darlegungen ergibt, in nicht ganz zutreffender Weise als «stabilisierte Erdwege» bezeichnet. In zwei Schichten wird eine Kalksteinlage von 12 cm fertiger Höhe auf die Rohplanie aufgewalzt. Es folgt eine gewalzte Auflage von 4 cm hartem Brechkies 30/60 mm ∅ zur Erzielung einer planen Fahrbahn. In verschiedenen Passen erfolgt nun die Aufspritzung bestimmter Teer- und Bitumenemulsionen («Composol») mit Überschotterung mit Brechkies von 12/25 mm bis 3/5 mm ∅ bei einer Gesamtstärke von ca. 2 cm (4 × 5 l je m^2). Die reinen Oberbaukosten wurden zu Fr. 8.60/m^2 oder bei 3,0 m Fahrbahnbreite zu Fr. 25.80/m ermittelt. Dieses Verfahren wirkt vor allem deshalb bestechend, weil es versucht, mit Hilfe einer plastischen Schwarzdecken-Verschleißschicht zu geringerer Gesamtstärke des Oberbaues (gesamthaft 18 cm; meist auf festem Jura-Untergrund) und zu einer Herabsetzung der Unterhaltskosten zu gelangen. Tragfähigkeitsuntersuchungen in Gegenüberstellung mit andern Oberbauarten liegen u. W. aber nicht vor, und in bezug auf die Unterhaltskosten müssen Erfahrungen erst gesammelt werden. Die gegenüber den übrigen bewährten Bauverfahren (Steinbett, verdichtete Kalkschruppen oder Kies/Sand-Tragschichten) bedeutend höheren Anlagekosten dieses

Oberbaues (siehe B a g d a s a r j a n z) lassen aber dessen allgemeine Anwendung vorderhand kaum erwarten.

Seit ca. 10 Jahren werden die Übertragungsschichten von öffentlichen Straßen, Flugpisten usw. in der Schweiz nicht mehr mit dem traditionellen Steinbett erstellt, sondern, wo entsprechendes Material beschafft werden kann, aus maschinell *verdichteten Kies/Sand-Schichten.* Die Stärke dieser Übertragungsschichten beträgt mindestens 50 bis 70 cm (verdichtet), und die Verdichtung erfolgt mit schweren Flach- bzw. Vibrationswalzen oder Vibratoren von meist über 1000 kg. Aus Kosten- bzw. Rentabilitätsgründen kann der Bau von Waldwegen mit Kies/Sand-Tragschichten genannter Stärken und mit teuren Verschleißdecken nicht in Frage kommen. Es stellt sich deshalb die Frage, ob verdichtete Kies/Sand-Tragschichten geringerer Stärke und ohne Schwarzdecke oder Betonbelag den forstlichen Ansprüchen in bezug auf Tragfähigkeit und Dauerhaftigkeit zu genügen vermögen und wie sich diese kostenmäßig zu den traditionellen Oberbauverfahren im Waldwegbau stellen.

Tragfähigkeitsversuche mit dem VSS-Prüfgerät bei öffentlichen Straßenbauten in Biel, von B l u m e r 1955 publiziert, ergaben sowohl bei Verdichtung durch Walzung als mit dem Vibrator, bei gleichen Schichtstärken eine eindeutige Überlegenheit von Übertragungsschichten aus unsortiertem, ungewaschenem Wandkies aus Niederterrassenschottergruben gegenüber Tragschichten aus Steinbett oder Kalkschruppen.

Druckprüfungen des kant. Tiefbauamtes, veranlaßt durch das kant. Oberforstamt Aargau im Jahr 1956, zeitigten im Staatswald Gränicher Eichwald bei Hunzenschwil mit dem VSS-Prüfgerät unter Anwendung der 700-cm²-Druckplatte nachfolgende M_E-Vergleichswerte für verschiedene Oberbauarten, wobei

$$M_E\text{-Wert (kg/cm}^2) = \frac{\Delta p \text{ (kg/cm}^2)}{\Delta s \text{ (cm)}} \times D \text{ (cm)}$$

p = spezifische Belastung s = Setzung der Druckplatte
D = Durchmesser der Druckplatte.

Oberbauart	M_E-Werte Belastungsbereich 1,5—2,5 kg/cm² kg/cm²	2,5—3,5 kg/cm² kg/cm²
1. Rollierung aus Bollenmaterial 15 cm; Bekiesung, durch Fahrverkehr gefestigt, 5 cm . . .	125	ca. 37 (Grundbruch)
2. Steinbett aus Bruchstein (harter Muschelsandstein) von Hand gestellt, 20 cm; Bekiesung, durch Fahrverkehr gefestigt, 10 cm .	185	134

3. Vibrierte Kies/Sand-Tragschicht
30 cm; Feinsplitter-Bekiesung,
lose, 5 cm 206 189

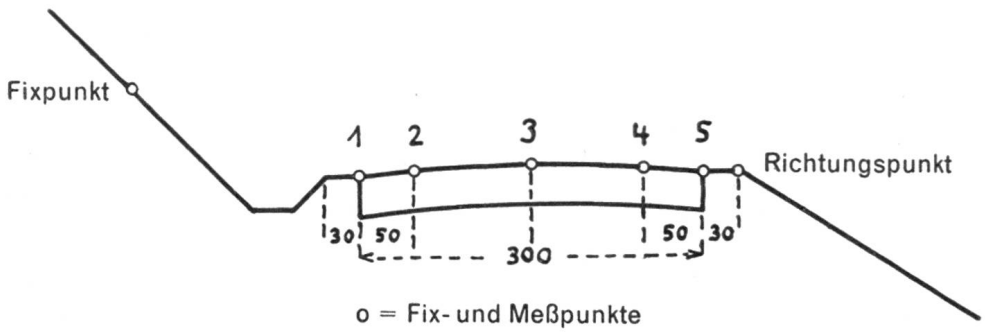
Bei den ausgeführten Druckproben bestand der Untergrund aus Rißmoräne (Staublehm-Böden). Wenn auch der vorstehende Versuch auf schmaler Basis aufgebaut erscheint, indem bei jeder Oberbauart nur zwei Stellen in der Fahrbahnmitte geprüft wurden, so zeigen die bedeutenden Unterschiede in den M_E-Werten doch deutlich die ungenügende Tragfähigkeit der früher angewandten Rollierungen. Diese erklärt sich übrigens aus der einfachen Überlegung, daß das in zeitweise wasserübersättigtem Staublehm liegende Bollenmaterial mit seinen Kugellagereigenschaften der Gefahr von Profilverschiebungen in hohem Maße unterworfen ist. Sodann steht fest, daß eine verdichtete Kies/Sand-Tragschicht von 30 cm Stärke eine Tragfähigkeit aufweist, die dem traditionellen Steinbett, vor allem bei höheren Belastungen, nicht unwesentlich überlegen ist.

Da die Ergebnisse der rein statischen Tragfähigkeitsversuche mit dem VSS-Prüfgerät u. E. nicht ohne weiteres für die Beanspruchung mit rollenden Lasten Gültigkeit besitzen, wurde in den Jahren 1953–54 im Staatswald Ban bei Zofingen eine Versuchsstrecke (Länge 250 m, Steigungen 7 bis 10 %) angelegt, auf der abschnittsweise zwei Oberbauarten angewandt wurden:

1. Steinbett aus Kalkbruchsteinen, von Hand gestellt, min. 20 cm stark, gedichtet mit Niederterrassen-Kies/Sand und überdeckt mit 5 bis 8 cm gleichen Materials, ohne Verdichtung.
2. Vibrierte Kies/Sand-Tragschicht aus Niederterrassenschotter ab Wand, in zwei Schichten eingebracht, jede mit dem 500-kg-Vibrator verdichtet, Gesamthöhe verdichtet min. 35 cm.

Eine Verschleißdecke wurde vor dem Versuch nicht aufgebracht. Auf der Versuchsstrecke wurden im September 1955 30 Querprofile verpflockt und die Profilveränderungen an je 5 Punkten jedes Profils bei schwerster Beanspruchung durch Lastwagenverkehr an zwei aufeinander folgenden Tagen ermittelt:

Querprofil-Schema Fig. 1.



Veränderung der Querprofile

Arithmetische Mittel, in cm

Steinbett (17 Profile) Profilpunkte: 1	2	3	4	5	*Vibrierte Kies/Sand-Tragschicht* (13 Profile) Profilpunkte: 1	2	3	4	5
1. Fahretappe: Lastwagen 8300 kg Gesamtgewicht, 72 Fahrten in 6½ Stunden.									
± 0,0	—0,7	—0,6	—2,0	—0,7	+0,1	—0,3	—0,2	—1,2	+0,2
2. Fahretappe: Lastwagen 15 400 kg Gesamtgewicht, 46 Fahrten in 3½ Stunden.									
+0,6	—1,5	+0,2	—0,6	+0,6	+0,3	—0,6	+0,1	—0,1	—0,2

Sowohl die vorstehenden Meßergebnisse als auch die okularen Beobachtungen ergaben einwandfrei, daß der Oberbau aus verdichteter Kies/Sand-Tragschicht bei mindestens gleicher Gesamtschichthöhe in bezug auf die Beanspruchung durch schwersten Fahrverkehr bei geeignetem Material und richtiger Verdichtung dem Steinbett überlegen ist.

Ausschlaggebend für die Erstellung einer Kies/Sand-Tragschicht maximaler Tragfähigkeit ist, ähnlich wie bei der Herstellung eines guten Betons, die Verwendung eines Kies/Sand-Gemisches mit idealer Siebkurve (F u l l e r), so daß eine maximale Verdichtung mit möglichstem Schluß aller Hohlräume erzielt werden kann. Die vor und während des Baus laufend und zuverlässig erfolgende okulare oder besser laboratoriumsmäßige Untersuchung des Baumaterials mittels eines vollständigen Siebsatzes und evtl. Schlämmapparates stellt eine der Voraussetzungen für die Erstellung von Übertragungsschichten aus Kies/Sand dar. Vorsicht ist bei Baumaterialien am Platz, die Lehm-Ton-Beimischungen enthalten oder in denen der Kies/Geröll-Anteil groß ist. In ersterem Falle können sich Tragkörper mit zeitweiser oder dauernder zu hoher Plastizität, in letzterem Falle lockere, nicht verdichtbare Tragschichten, in die unerwünschtes Fremdmaterial eindringen kann, oder nicht feste Fahrbahnen ergeben. Genau wie beim Betonieren muß peinlich auf die Vermeidung von Entmischungen bei der Gewinnung, beim Transport und beim Einbringen des Tragschichtmaterials in den Koffer geachtet werden. Von technischen Einzelheiten sei lediglich noch erwähnt, daß sich eine Verbreiterung der Bankette, wo dies die Geländeverhältnisse gestatten, von 30 auf 40 cm empfiehlt, da im Baustadium die Ränder der Kies/Sand-Tragschichten einer etwas besseren Stützung bedürfen als beim Steinbett. Der Wölbung bzw. Neigung des Querprofils muß im Interesse der Entwässerung des Oberbaues, der Verhinderung der Erosion und der Tiefhaltung der Unterhaltskosten bei wassergebundenen Verschleißdecken volle Aufmerksamkeit geschenkt werden. Kies/Sand-Tragschichten sollten, namentlich in Gefällsstrecken, mit einer Verschleißschicht

aus gut bindendem Sand/Lehm oder Kalk-Sand/Splitter von 2 bis 3 cm Stärke, wenn möglich mit Walzung, abgedeckt werden. Bei schlechtem Unterhalt von Kies/Sand-Tragschichten besteht die Gefahr eines unbemerkten Schwundes des Oberbaues.

Die Möglichkeit der Verwendung verdichteter Kies/Sand-Tragschichten richtet sich naturgemäß auch nach den Kosten. Das Preisverhältnis von Oberbauten aus Steinbett und verdichteter Kies/Sand-Tragschicht sei lediglich an einem einzigen Beispiel aus der Umgebung von Zofingen illustriert. Es handelt sich dabei um Erfahrungszahlen bei Regiebauten und Materiallieferung aus privaten Steinbrüchen bzw. Kiesgruben zu ortsüblichen Ansätzen. Beizufügen ist, daß bei der Verdichtung von Kies/Sand-Schichten erfahrungsgemäß mit einem Materialschwund von einem Drittel gerechnet werden muß.

Grundlagen: Preise und Löhne 1956 in Raum Zofingen.

Steinbett-Oberbau

Kalkbruchstein-Steinbett, von Hand gestellt, min. 20 cm stark. Bekiesung 10 cm über Steinbett-Oberkante (um mit vergleichbarer Gesamtschichthöhe gegenüber Kies/Sand-Tragschichten zu rechnen).

		Kosten je m²
Kalkbruchsteine 0,25 m³ (inbegr. 20 % Verlust)	à Fr. 13.—	Fr. 3.25
Steinbettstellen	à » 1.—	» 1.—
Kies ab Wand 0,13 m³	à » 9.50	» 1.25
Kies verteilen 0,13 m³	à » 1.—	» 0.15
	Gesamt	Fr. 5.65

Oberbau aus vibrierter Kies/Sand-Tragschicht

Kies/Sand-Tragschicht, fertig verdichtet min. 30 cm stark.

		Kosten je m
Kies ab Wand 0,45 m³	à Fr. 9.50	Fr. 4.25
Kies verteilen 0,45 m³	à » 1.—	» 0.45
Vibration oder Walzung in 2 Schichten		» 0.80
	Gesamt	Fr. 5.50

Im vorliegenden Falle halten sich die Erstellungskosten für Steinbett und Kies/Sand-Tragschicht annähernd die Waage. Sie können sich bei anderen Materialpreisen zugunsten der einen oder anderen Baumethode verschieben. Die Unternehmer reichen erfahrungsgemäß unter ähnlichen Verhältnissen für Bauten mit verdichteter Kies/Sand-Tragschicht oft günstigere Offerten ein als für Steinbett, da sie die Erstellung eines solchen heute scheuen und lieber weitgehend maschinell arbeiten.

Zusammenfassend darf festgestellt werden, daß mittels verdichteter Kies/Sand-Tragschichten sich im Waldwegbau einwandfreie und finanziell tragbare Oberbauten erstellen lassen.

Die Straßenbaupraxis ist im Auslande in der Entwicklung der Tragschichten bereits einen wesentlichen Schritt voraus. Ausgelöst wurden diese Fortschritte durch das Bestreben, in Gebieten, in denen weder Steinmaterial noch Kies erhältlich sind, trotzdem zu schweren Transporten fähige Tragschichten zu erhalten. Die *Bodenstabilisierungsverfahren* wurden vor allem in den USA entwickelt, stehen aber seit einigen Jahren auch in Deutschland im Waldwegebau in praktischer Anwendung. Im Prinzip geht es dabei darum, auf Grund genauer Korngrößenanalysen dem vorhandenen Untergrund die ihm fehlenden Bestandteile in bestimmten Mengen zuzumischen und im Zustande optimalen Wassergehaltes maximal zu verdichten (Trockendichten von 2,0 bis 2,2). Es zeigte sich, daß ein Baumaterial, umfassend ein relativ schmales Siebkurvenband korrekten Aufbaues, genügt, um bedeutende Dichten und Tragfähigkeiten zu erreichen. Zur Illustration sei festgehalten, daß nach Greiß in den Jahren 1955 bis 1956 in den mittelfränkischen Staatswaldungen, d. h. in der Umgebung von Nürnberg, rund 300 km Waldwege mit ausgezeichneten Tragfestigkeiten und guten Fahrbahnen in Gebieten gebaut wurden, in denen nur Sand- und Lettenböden vorkommen. In jenen Gegenden waren bis dahin sozusagen keine für Lastwagen befahrbaren Wirtschaftswege vorhanden, weil das nach den früheren Oberbaumethoden erforderliche Steinmaterial fehlte. Nach den alten Bauverfahren hätten im gleichen Zeitraum höchstens 40 km erstellt werden können. Die Baukosten beliefen sich, ohne Sickergraben-Entwässerungen, Durchlässe oder größere Rohplaniearbeiten, aber inbegriffen Reinplanie und Spitzgraben für die Längsentwässerung, bei einer Fahrbahnbreite von mindestens 3,0 m im Mittel, auf zirka DM 8.—/m.

Die außerordentlich niedrigen Baukosten beim Stabilisierungsverfahren beruhen neben der weitgehenden Verwendung des örtlich vorhandenen Baumaterials vor allem auf einem rationellen Maschineneinsatz. Das Maschinenaggregat eines Unternehmers dürfte außer dem notwendigen kleinen Bodenlabor und den üblichen Transportmitteln im Werte von rund DM 500 000.— liegen. Dazu gehören:

1. Motorgrader (Straßenhobel) als einzig leistungsfähiges Planiergerät für die Reinplanie im Unter- und Oberbau. Er dient auch der Wölbung der Fahrbahnen mit wassergebundener Verschleißdecke, dem Grabenaushub, der Mischung des Oberbaumaterials und dem späteren Wegunterhalt.
2. Schaffußwalze, dient dem Verdichten des Untergrundes, zum Verdichten und Trocknen schwerer oder zu nasser Böden.
3. Gummiradwalze, zum raschen Verdichten aller Tragschichten.
4. Kleiner Raupenschlepper zum Ziehen der Schaffuß- und Gummiradwalze, wo der Unimog als Zugmittel versagt.

5. Große Bodenfräse (Seaman-Pulvi-Mixer), zum Mischen aller Tragschichten und zum Trocknen zu nasser Böden.
6. Vibrationswalze bzw. Vibro-Tamper, an Stelle der zu langsam arbeitenden Plattenvibratoren.

Der Einsatz der verschiedenen Baumaschinen erfolgt je nach Bodeneigenschaften und Arbeitsziel in sehr mannigfaltiger Weise; die Materialmischung steht unter strenger Kontrolle durch die Bauleitung.

Die grundlegenden Bodenuntersuchungen können nur in einem staatlichen Laboratorium mit besonderer Ausrüstung und geschultem Personal vorgenommen werden. Sie ergeben auch Art, Korngrößen und Mengen der für die Stabilisierung notwendigen Stoffe sowie die optimalen Wassergehalte für eine maximale Verdichtung. Im Gelände müssen die Tragschichten beim Bau durch Unternehmer und Bauleitung

Abbildung 1
Schaffußwalze, von Raupenschlepper gezogen

mittels bestimmter Geräte laufend auf Dichte und Wassergehalt geprüft werden. Zu nasse schwere Böden werden, abgesehen von Untergrundentwässerungen (Drainagen), durch Schaffußwalze, Bodenfräse, evtl. durch Beimischung von gebranntem Kalk, getrocknet. Umgekehrt erfolgen Wasserzusätze bei zu trockenen Böden. Außer den natürlichen Gesteinsmaterialzusätzen werden den Tragschichten zur Stabilisierung in gewissen Fällen Zusätze, wie Kalk in verschiedenen Formen (gebrannter Kalk, hydraulischer Kalk, gemahlener Kalkstein) oder Zement, beigemischt. Die Zementstabilisierung steckt im Waldstraßenbau in Europa aber noch in den Anfängen. Es besteht bei dieser die Gefahr, daß bei zu starken Dosierungen die Plastizität der Tragschichten zu gering wird und Bruchschäden auftreten.

Die Verschleißdecken stabilisierter Straßen werden, soweit es sich nicht um außerordentlich stark beanspruchte Strecken handelt, meist aus geeigneten Sand-Lehm-Mischungen bzw. stabilisiertem Sand/Splitt hergestellt. Die Wölbung der Oberfläche hat das Eindringen von Tagwasser in den Wegkörper sowie die Längserosion auf Gefällstrecken zu verhindern. Verschleißdecken mit einer Korngröße über 20 mm könnten mit dem Motorgrader später nicht unterhalten werden. Stark beanspruchten Strecken werden Bitumen- oder Teeremulsionen geringer Konzentration beigemischt; vor zu starken Dosierungen (über 4 kg/m²) muß nach den in den USA und Deutschland gemachten Erfahrungen gewarnt werden. In Europa befinden sich diese Arbeiten noch im Versuchsstadium.

Die Eidg. Inspektion für Forstwesen, die ETH und evtl. die Schweizerische Anstalt für das forstliche Versuchswesen werden sich in nächster Zeit mit der Schaffung der Grundlagen für den Bau stabilisierter Tragschichten im Waldwegebau befassen müssen, um der Praxis die Anwendung dieser neuen Baumethode zu ermöglichen.

Die moderne Stabilisierungstechnik erfordert in mancher Hinsicht wesentliche Umstellungen. Es hat keinen Zweck, den ganzen Organisationsapparat und Maschinenpark für Strecken unter 1000 m in Bewegung zu setzen. Die großen Arbeitsprogramme müssen in langfristiger Planung sorgfältig vorbereitet werden. Wegen des raschen Arbeitstempos kommt man nicht ohne gewissenhafte technische Organisation aus. Gegenüber einem stark herabgesetzten Bedarf an Arbeitskräften ist mit einem erheblichen Einsatz an Technikern und Maschinenpersonal zu rechnen. Der Bodentechniker («soil engineer») ist für die Vorbereitung und Bauleitung unentbehrlich und muß über umfassende Kenntnisse und selbständige Entschlußfähigkeit verfügen (nach G r e i ß).

Der Bau stabilisierter Straßen gestattet nicht nur eine Verbilligung der Baukosten, sondern einen rascheren Ausbau des Waldwegnetzes. Dies erscheint im Hinblick auf die zunehmende Motorisierung aller Holztransporte und die wachsende Bedeutung der Holzerzeugung unerläßlich.

Die starke Parzellierung unseres Waldbesitzes und der häufige Wechsel der Bodeneigenschaften auf kurze Entfernung dürften neben dem Aufbau der notwendigen Organisationen als erhebliche Hindernisse gegen den Bau stabilisierter Waldwege wirken. Doch wird man im Hinblick auf die unbestreitbaren Vorteile dieses verfeinerten Bauverfahrens nicht darum herumkommen, sich damit gründlich zu befassen und an geeigneten Objekten praktische Versuche durchzuführen. Kürzere Strecken können auch mit kleineren Maschinen bearbeitet werden; ob die Bauten dann aber nicht zu teuer und das Verfahren unrationell wird, ist eine offene Frage.

Das Grundproblem des guten Straßenbaues liegt nicht in der Wahl der Verschleißdecke, sondern in der Erstellung eines tragfähigen Untergrundes und der Schaffung einer genügend stabilen Übertragungsschicht. Steinbett- und Kies/Sand-Tragschicht-Oberbauten stellen nichtplastische Bauweisen dar (ein Kies/Sand-Gemisch besitzt keine nennenswerte Plastizität), während die stabilisierten Straßen bei genügender Tragfähigkeit über eine bestimmte Plastizität verfügen. Eine Steinbett-Tragschicht ist bleibenden Deformationen und Schädigungen von den genannten drei Oberbauverfahren am ehesten unterworfen.

III. Der Einsatz von Maschinen

Die ausschlaggebende Bedeutung des Maschineneinsatzes äußert sich vor allem beim Bau stabilisierter Straßen (siehe oben).

Seit mehr als 10 Jahren haben neben den Motortransportmitteln verschiedene Baumaschinen im Waldwegbau zunehmend an Bedeutung gewonnen. Im Vordergrund steht der *Traxcavator* (Ladeschaufel, mit Raupenantrieb), vor allem in den Typen Caterpillar D_4 bis D_6, dessen rationeller Einsatz dazu geführt hat, daß die Kosten für Ab- und Auftrag auf $^1/_2$ bis $^1/_3$ der Ansätze für Handarbeit gesenkt werden konnten. Nach eigenen Erfahrungen kam in den Jahren 1952—1956 bei für Traxarbeit ausgewählten Strecken der Kubikmeter Rohplanie, inbegriffen die Arbeit der Gehilfen für Böschungsarbeiten und Grabenaushub, auf Fr. 1.70 bis 1.80 zu stehen. Beim Bau von Wegstrecken mit kleinen Kubaturen, namentlich unter 1 m^3 je m, steigen die Kubikmeter-Kosten beträchtlich an. Für Transporte über 80 m Distanz ist der Trax nicht geeignet. Bei bedeutenden Materialverschiebungen im Längenprofil haben sich die größeren Modelle (Caterpillar D_6) als weitaus rationeller erwiesen als die kleinen. Für Materialtransporte über 100 m Distanz sollten zusätzlich spezielle Transportmaschinen (Lastwagen, Muir Hill, Raupentransporter) eingesetzt werden, oder es ist der Traxcavator durch eine starke Ladeschaufel mit Radantrieb zu ersetzen. Selbstverständlich sollen nur hydraulisch arbeitende Ladeschaufeln zum Einsatz gelangen; die mechanisch gesteuerten sind veraltet und unwirtschaftlich. Die Arbeit mit dem *Angledozer,*

d. h. der Planierraupe mit Planierschild, wie dieser erstaunlicherweise in Österreich heute noch vorzuherrschen scheint, kommt für uns kaum in Frage. Der Angledozer ist für Materialverschiebung auf größere Distanz und für die Bearbeitung der Böschungen ungeeignet. Bauten mit geringfügigen Materialbewegungen (vorwiegend Reinplaniearbeiten) können, sofern die Arbeitskräfte noch vorhanden sind, mit den bisherigen Mitteln erstellt werden. Es sei lediglich noch auf ein kleines Transporthilfsmittel für diesen Fall hingewiesen. Es ist dies der *Mot-Japaner* (Fabrikant: Firma Josef Wormser Söhne, Zürich), ein kleiner Motortransportkarren mit Kippwanne, geeignet für kleine Transporte auf kurze Entfernung. Dieser läßt sich sehr gut auch für die Arbeit im Pflanzgarten usw. einsetzen.

Abbildung 2
Straßenoberbau, durch Gummiradwalze in Verdichtung begriffen

Haudenschild hat Rohplaniearbeiten an Waldwegbauten wiederholt mit dem *Löffelhochbagger* bzw. Eimerseilbagger, bei ungefähr gleichen Kubikmeter-Kosten wie mit dem Traxcavator, ausgeführt. Der Bagger hat aber u. E. den Nachteil, daß damit nur Materialbewegungen im Querprofil, aber praktisch kaum Verschiebungen längs der Wegaxe vorgenommen werden können, ohne besondere Transportgeräte einzusetzen.

Für die Verdichtung von Kies/Sand-Tragschichten in Waldwegen wird am zweckmäßigsten der *500-kg-Plattenvibrator* verwendet. Dieser leistet für die hier üblichen Schichthöhen einwandfreie Verdichtungsarbeit. Die Verwendung schwererer Vibratoren im Forstwesen ist nicht nur nutzlos, sondern namentlich bei zu plastischen Böden schädlich. An Stelle des Plattenvibrators kann auch die *2300-kg-Vibrationswalze* (max. Druck bis 14 t) verwendet werden. Leichtere Vibrationswalzen erscheinen wenig leistungsfähig. Die Verdichtungsarbeit durch Walzung muß, um eine gleichwertige Verdichtung zu ergeben. in dünneren Schichten (zirka 10 cm) vorgenommen werden als beim Plattenvibrator. Bei plastischen Böden verursacht die Walze eher als der Vibrator, daß diese ins «Schwimmen» geraten. Die Vibrationswalze hat aber den Vorteil, daß mit ihr, ohne die Maschine wechseln zu müssen, die Verschleißdecke aufgewalzt werden kann.

Auf den Einsatz von pneumatisch oder elektrisch betriebenen Abbauhämmern und Bohrmaschinen für Felsbearbeitung wird hier nicht eingetreten.

In unseren Forstbetrieben werden die Maschinen, ausgenommen der Mot-Japaner, zweckmäßigerweise von Unternehmern samt dem Bedienungspersonal eingemietet. Die zurzeit üblichen Ansätze im schweizerischen Mittelland betragen ungefähr:

	Je Betriebsstunde		
Traxcavator Caterpillar D_4	Fr. 24.—	bis	30.—
Traxcavator Caterpillar D_6	» 30.—	»	50.—
Plattenvibrator 500 kg . . . . . zirka	» 11.—		
Vibrationswalze 2300 kg . . . . . zirka	» 20.—		

Dazu kommen die Transportkosten zur Arbeitsstelle und evtl. von dieser zurück sowie evtl. Zulagen für auswärtigen Personaleinsatz.

Die Ausführung der Planiearbeiten mit Baumaschinen verlangt in der Massenberechnung die Berücksichtigung eines größeren Materialverlustes von mindestens 25 %, statt wie bisher 20 %. Bei unsorgfältiger Arbeit ist mit größeren Materialausfällen zu rechnen.

Die Verbilligung des Materialaushubes durch Maschinen bewirkt noch in anderer Hinsicht eine Änderung in der Projektierung. Bei den bisherigen Aushubkosten für Handarbeit rechtfertigte sich die Erstellung

von gepflästerter Schale mit Stellstein an Stelle des Längsgrabens der Dimensionen 30/30/30 cm bei Geländeneigungen über 40 %. Der billige maschinelle Abtrag läßt nun diese Grenzneigung unter Berücksichtigung der heutigen Preisverhältnisse im Mittelland und ohne Felsabtrag auf ca. 65 % ansteigen.

Die Arbeit mit Baumaschinen ist, mit Ausnahme derjenigen in Fels, Kies und trockenem Sand, wie die Handarbeit, stark wetterabhängig. Jede Arbeit bei Regenwetter oder in zu nassen Böden verursacht erhebliche Verluste an Arbeitsleistung und Einbußen an der Qualität des Baues. Die Arbeit mit Baumaschinen birgt sodann die Gefahr in sich, daß diese weniger sorgfältig ausgeführt und die dem Bau benachbarten Waldbestände geschädigt werden. Erfahrungsgemäß können aber die Bauten mit Maschinen bei zweckmäßiger Arbeit und Organisation ebenso sauber und ohne Schäden am Bestand durchgeführt werden, wenn die Bauleitung die nötigen Kenntnisse besitzt und sich entsprechend einsetzt.

IV. Die Projektierung

Es ist behauptet worden, daß der Maschineneinsatz bei Waldwegbauten andere Projektierungsmethoden verlange, als diese bisher üblich waren. Begründet wurde dies damit, daß beim Bau die Verpflockungen verschwinden würden oder daß infolge der billigen Maschinenarbeit eine Detailprojektierung nicht mehr nötig sei. In Wirklichkeit bestehen u. E. keinerlei sachliche Gründe, namentlich auch im schwierigen Baugelände, beim maschinellen Bau anders zu projektieren als bisher. Einmal schafft der maschinelle Bau keine anderen Böschungswinkel, bei denen das Material eigenen Halt besitzt, weder im Ab- noch im Auftrag! Der Baumaschineneinsatz kostet Geld. Es ist deshalb nicht angängig, die Materialdispositionen nachlässiger zu treffen. Die Kunstbauten verlangen genau wie bisher eine sorgfältige Vorausprojektierung. Außer der Detailabsteckung der Projektaxe (oder statt dessen nivellierte Gradientenlinie) braucht es bei den neuen Bauweisen mit Maschinen die Versicherung der Axe nach Seite und Höhe außerhalb des Baugebietes. Die Bauprofilierung erfolgt grundsätzlich wie bisher, aber mit stärkerem Material; für die Traxarbeit müssen der bergseitige Wegrand und die Rohplaniehöhe besonders deutlich abgesteckt werden. Eine oberflächliche Detailprojektierung verursacht der Bauleitung unverhältnismäßig größere Mehrarbeiten. In einer Beziehung erscheint bei Maschinenarbeit eine Änderung der Projektierung erwünscht: Wenn die Planie der Wegfläche nicht auf Banketthöhe (= bisherige Projektkote), sondern auf Koffersohlenhöhe erstellt und die Bankette, evtl. erst nach Erstellung des Oberbaues, aufgesetzt werden, dann werden die Projektkoten und -profile zweckmäßigerweise auf die Koffersohlen-Mitte festgelegt. Damit können Höhenreduktionen für die Profilierung von Auf- und Abtrag vermieden

werden. Unsere Waldwege werden heute, je länger je mehr sicher auch im Gebirge, als Autostraßen gebaut. Auch wenn diese die Breite öffentlicher Straßen nicht erreichen, so rechtfertigt sich deshalb keineswegs eine weniger seriöse Projektierung. Jeder Wirtschafter schätzt sich glücklich, wenn die Wegprojekte so ausgearbeitet sind, daß sie namentlich in bezug auf die Massendisposition hieb- und stichfest sind. Der für die Geländeabsteckung verantwortliche Forstingenieur soll bei der eigentlichen Projektierung im Büro vernünftigerweise nicht ausgeschaltet werden. Die Reinzeichnung mag man einem Zeichner überlassen. Hüten wir uns, in der Waldwegprojektierung infolge der Fata Morgana des überdimensionierten Genius eines Bauleiters unsolide Methoden aufkommen zu lassen. Es mag technisch geleitete Forstbetriebe geben, wo ein guter Forstingenieur nach einfacheren Projektierungsmethoden vielleicht auch gute Wegbauten erstellen kann; die Baukosten werden aber sicher nicht kleiner, sondern eher größer sein. Die Bauprojektierung im allgemeinen auf ein leichtfertigeres Niveau zu stellen, erscheint nicht angebracht, namentlich wenn Bund und Kanton an Bauten Beiträge leisten, wie das im Schutzwaldgebiet der Fall ist.

Literaturverzeichnis

Bagdasarjanz, B.: Zur Frage des Oberbaues von Waldstraßen. Wald und Holz 1956.

Blumer, M.: Tragfähigkeitsversuche mit dem VSS-Prüfgerät. Straße und Verkehr 1955. (Bd. 1954, verschiedene Aufsätze anderer Autoren über das VSS-Prüfgerät.)

Hafner, F.: Neuzeitlicher Forstwegebau. Bündnerwald 1956, Beiheft Nr. 6 (vom Autor existieren verschiedene andere Publikationen über Waldwegbau).

Greiß, G.: Mechanisierung des Forstwegebaues. Der Bau und die Bauindustrie 1957, Heft 2.

Hartmann, J.: Einfluß der neuzeitlichen Wegebauverfahren auf Projektierung und Bauleitung. Bündnerwald 1956, Beiheft Nr. 6.

Haudenschild, W.: Die Verwendung von Baumaschinen im Waldstraßenbau. Schweiz. Zeitschrift f. Forstwesen 1950.

Winterkorn, H. F., Aichhorn, W., Pätzhold, H.: Probleme der Bodenstabilisierung. Vorträge bei der Wegbautagung in Nürnberg vom 13. bis 15. September 1956. Herausgeber: Oberregierungsrat G. Greiß, Oberforstdirektion Ansbach, Bayern.

Résumé

Nouveaux procédés dans la construction des routes forestières

Depuis une dizaine d'années environ, de nouveaux procédés sont apparus dans la construction des routes et ceci sous l'influence de la pénurie de main-d'œuvre, de la mécanisation toujours plus poussée dans la construction et de nouvelles connaissances acquises dans le domaine de la stabilisation des couches portantes. L'empierrement traditionnel a été remplacé par des couches de chaille ou d'un mélange de gravier et de sable compacté, et plus récemment à l'étranger, par des couches portantes stabilisées. Ces nouvelles méthodes de construction garantissent une plus grande force portante de la

chaussée, et de ce fait une adaptation aux transports lourds actuels, une diminution de l'épaisseur des couches portantes, une construction plus rapide, une meilleure utilisation des moyens financiers des entreprises forestières lorsque le marché des bois est favorable, ainsi qu'une diminution des frais de construction et d'entretien. Alors qu'aujourd'hui des chaussées établies à l'aide de couches de chaille ou d'un mélange de gravier et de sable compacté peuvent être construites partout et sans difficultés avec les organisations et les machines existantes, la construction de couches portantes stabilisées à l'aide de matériaux à petits grains exige des laboratoires spéciaux, un personnel spécialement formé pour les laboratoires, la direction des travaux et les entreprises, un parc de machines très grand et enfin une planification à grande échelle des constructions des routes forestières.

L'auteur étudie encore les machines utilisées actuellement dans la construction des routes forestières et analyse également leur prix de location.

En ce qui concerne l'établissement des projets des routes forestières, l'auteur recommande d'une façon générale de s'en tenir aux méthodes qui ont fait leur preuve jusqu'à présent; une adaptation aux nouvelles méthodes de construction paraît cependant nécessaire en certains points. Une simplification des projets de détail grâce à l'utilisation des machines de construction les plus récentes (motorgrader) ne semble opportune que dans des conditions de terrain extrêmement simples. *Trad. Farron*

MITTEILUNGEN · COMMUNICATIONS

Dreißig Jahre forstliche Aufklärungsarbeit in Finnland

Von Oberforstmeister *Emil Vesterinen,* Helsinki

Das jetzt ablaufende Jahr ist ein denkwürdiges für die forstlichen Organisationen Finnlands. Die älteste, Suomen Metsäyhdistys (Finnischer Forstverein), wird im Oktober auf ein 80jähriges und die Zentralforstgesellschaft Tapio im Dezember auf ein 50jähriges Bestehen zurückblicken können. Das Forstwirtschaftliche Aufklärungsbüro feierte anfangs Mai sein 30jähriges Bestehen. Nach 30jähriger forstlicher Aufklärungsarbeit in Finnland möchte ich über meine Erfahrungen berichten.

Der Beschluß, ein Aufklärungsbüro zu gründen, wurde schon am 18. Dezember 1926 in Helsinki auf der Herbstsitzung der Finnischen Waldbauvereinigung gefaßt. Es wurde entschieden, in das Programm der Vereinigung eine in erster Linie durch Zeitungsartikel, aber auch durch Flugblätter, Waldbilder, Radio, Vorträge und Filme zu leistende neutrale forstliche Aufklärungsarbeit in allen Volkskreisen aufzunehmen sowie — wie es in der Gründungsurkunde heißt — dafür eine «zu forstwirtschaftlicher Aufklärungsarbeit befähigte Kraft» einzustellen. Die Tätigkeit sollte durch einen aus verschiedenen Interessen-