

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 133 (1982)
Heft: 4

Artikel: Baumaschinen für den Bau von Wald- und Güterstrassen
Autor: Kuonen, V.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-764904>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 04.05.2025

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

Baumaschinen für den Bau von Wald- und Güterstrassen

Von V. Kuonen

(Aus dem Institut für Wald- und Holzforschung der ETH Zürich,
Fachbereich Forstliches Ingenieurwesen)

Oxf.: 383.7

1. Grundsätzliches

Die Erschliessung der land- und forstwirtschaftlich genutzten Gebiete durch Strassen ist eine dringende Aufgabe der nächsten Jahre. Eine nachhaltige Pflege, Gesunderhaltung und Nutzung des Waldes ist nur durch eine zweckmässige Erschliessung möglich. Bei der Bauausführung erhält die Wahl der Baumaschinen künftig zunehmende Bedeutung, weil die Baustellen der Wald- und Güterstrassen hinsichtlich Gelände und Boden (Fels, schlechte Tragfähigkeit) immer grössere Anforderungen stellen. Diese Tatsache verlangt von allen Beteiligten noch sorgfältigeres Planen, Projektieren und Bauen. Der Maschineneinsatz muss vor allem auch darauf ausgerichtet sein, dass die Schäden an Landschaft und Waldbestand klein bleiben.

Der Bau der Wald- und Güterstrassen erfolgt in Streifen- oder Linienbaustellen mit langgezogenen und schmalen Bauflächen ohne Baupisten.

Beim Bau von Wald- und Flurstrassen wird nach wie vor Massenausgleich auf kurzen Distanzen angestrebt. Massenausgleich bedeutet ja bekanntlich kleinster Eingriff ins Gelände. Mit zunehmender Steilheit und Gliederung des Geländes nimmt der Längstransport von Abtragsmaterial zu, der billige Quertransport dagegen ab. Im Gelände mit mehr als rund 60 % Neigung muss überschüssiges Abtragsmaterial oft auf Deponien transportiert werden.

Für den Wald- und Güterstrassenbau stehen keine besonderen Maschinen zur Verfügung, sondern nur solche, welche auch im grossen Strassenbau eingesetzt werden. Grosse Geräte arbeiten meistens billiger als kleine. Daher besteht auch die Gefahr, möglichst grosszügig zu projektieren und gestreckte Linienführungen zu wählen. Diese «Philosophie des billigen Kubikmeterpreises» ist verwerflich. Wald- und Güterstrassen sind wohl für die Transportfahrzeuge der nächsten Zukunft zu bauen (Fahrbahnbreite, Kurvenradien, Vertikalaufbau), sie sind aber besonders gut dem Gelände anzupassen (Eingriff in die Landschaft, Bewirtschaftung der benachbarten Flä-

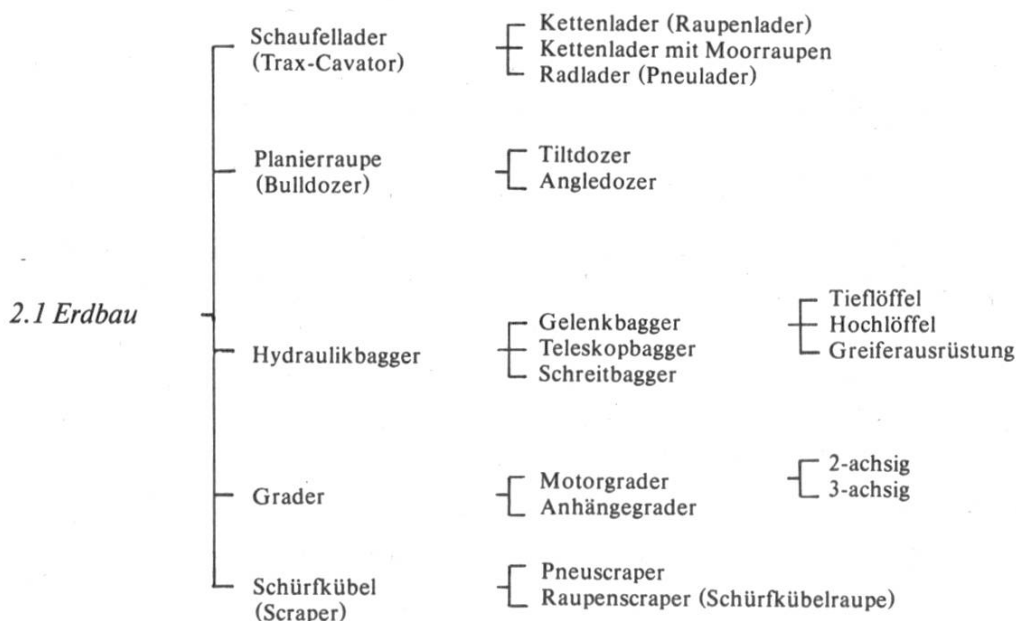
chen). Die eingesetzte Maschinenkombination muss in der Lage sein, projektgetreu und landschaftsschonend zu arbeiten. Auf keinen Fall darf eine Strasse wegen der eingesetzten Baumaschinen gestreckter und breiter gebaut werden, als für die Erschliessung erforderlich wäre.

Der Unternehmer hat Anspruch auf ein gründlich studiertes Projekt. Insbesondere sind Längenprofil, Querprofile und Massenprofil sowie die Resultate der Bodenuntersuchungen notwendige Entscheidungsgrundlagen für einen zweckmässigen Maschineneinsatz und sorgfältigeres, pflegliches Bauen.

Im schwierigen, steilen Gelände sind häufig auch Felspartien zu durchqueren. Diesen Abschnitten kommt hinsichtlich Schutz der Landschaft und des Waldbestandes erstrangige Bedeutung zu. Daher ist vermehrt abzuklären, ob Felsrippen nicht mit kurzen Tunnels durchquert werden können. Felspartien werden zur Visitenkarte von Bauleitung und Unternehmung. Technischer Bericht, Kostenvoranschlag und Pflichtenheft müssen geeignete Schutzmassnahmen und allfällige Konsequenzen unmissverständlich enthalten; die Unternehmer müssen Abbaumethoden und Schutzmassnahmen wählen, welche das Schadenrisiko auf ein Minimum reduzieren. Grundsätzlich ist abzuklären, ob der Fels ohne Sprengen abgebaut werden kann. Es ist erstaunlich, was die modernen Abbauhämmer an Hydraulikbaggern auf diesem Gebiet leisten.

2. Übersicht

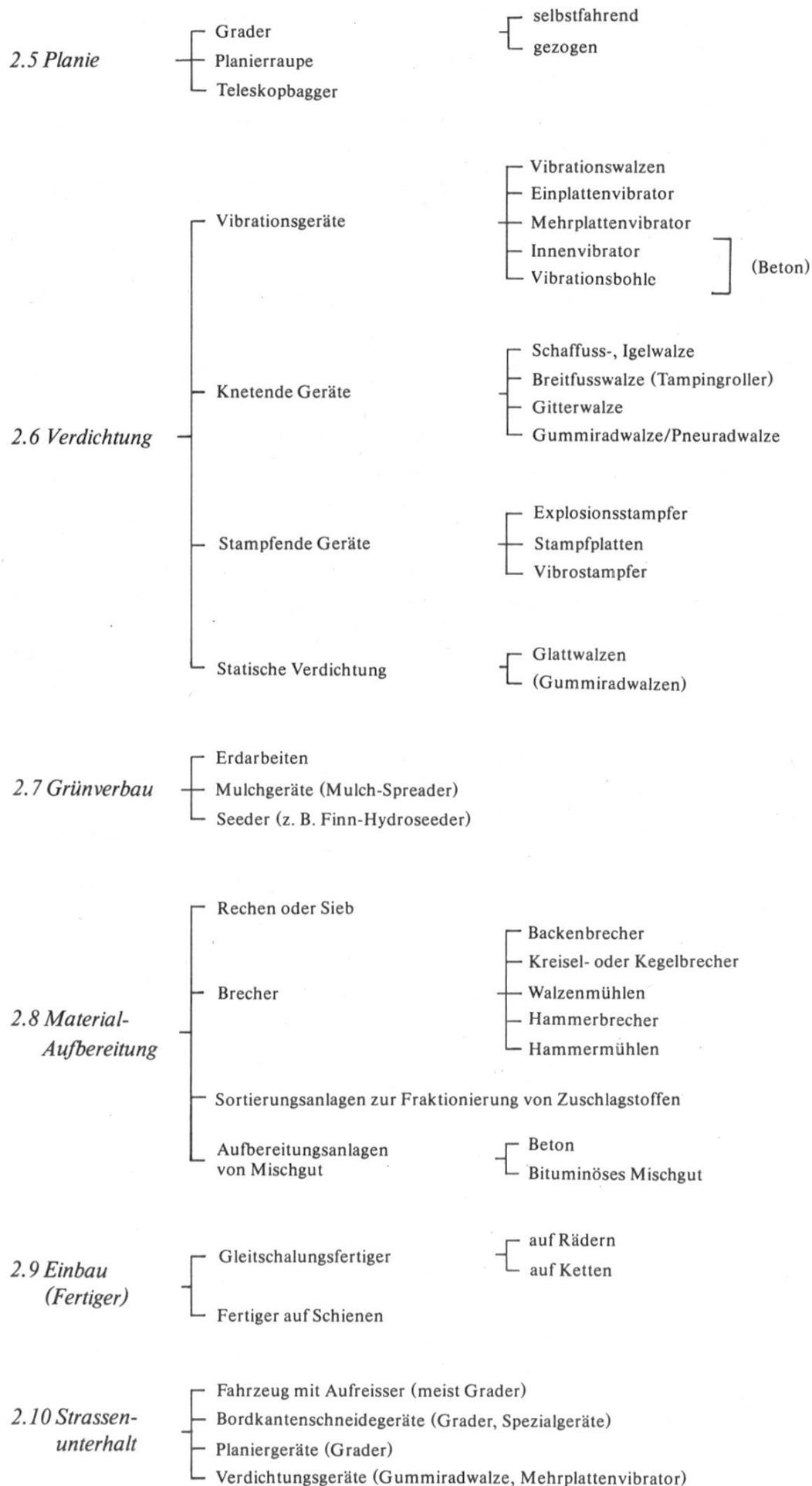
Die im Wald- und Güterstrassenbau verwendeten Geräte lassen sich gliedern in Maschinen für:



- 2.2 Sprengen
- Kompressoren
 - Bohrgeräte
 - Zündmaschinen
 - Handgeführte Bohrhämmer
 - Bohrlafetten

- 2.3 Transport
- Lastwagen
 - Dumper (Vorderkipper, Rundkipper)
 - Muldenkipper (Muldenhinterkipper)
 - Förderbänder
 - Materialseilbahnen
 - 2-achsig
 - 3/4-achsig

- 2.4 Bodenstabilisierung
- Ortsmischverfahren (Mix-in-place)
 - Verteilgeräte
 - pulverförmige Stabilisierungsmittel
 - flüssige Stabilisierungsmittel
 - Mischgeräte
 - Bodenfräsen
 - Mehrgangmischer
 - Spezialmaschinen
 - Scheibenegge
 - Eingangsmischer
 - Behelfsmischer
 - Landw. Bodenfräsen
 - Wurzel-/Felsrechen
 - Grader
 - Ladeschaufel
 - Bagger
 - Verdichtungsgeräte
 - Planiergeräte
 - Zentralmischverfahren (Mix-in plant)
 - Mischung in
 - Chargenmischer
 - Durchlaufmischer
 - Einbau mit
 - Fertigern
 - Gradern
 - Verdichtung



Bemerkungen zu einzelnen Baumaschinen

3.1 Maschinen für den Erdbau

Zu Beginn der fünfziger Jahre hielten die Baumaschinen auch im kleinen Strassenbau Einzug. In Österreich und zum Teil auch in Deutschland wurden für die Erdarbeiten zunächst Schubraupen (Dozer) eingesetzt. Im steilen Gelände verursachten diese Maschinen Schäden am darunterliegenden Gelände und Waldbestand, weil sie beim Längstransport das Material nicht unter Kontrolle halten konnten. Wohl aus diesem Grunde haben die Schweizer Forstleute eher auf den Einsatz des Kettenladers (Trax-Cavator auf Raupen) hingewirkt. Mit diesen Maschinen war ein pflegliches Bauen möglich, weil das Material beim Transport kontrolliert in der Schaufel gehalten werden kann.

Die Wahl der Baumaschinen für den Erdbau wird vor allem beeinflusst durch

- die Geländeneigung (flach, steil) und die Geländeform (gleichmässig, stark gegliedert),
- den Baugrund, insbesondere die Befahrbarkeit des Lockergesteins (angegeben durch CBR-Werte oder den Liquiditätsindex) und die Abbaubarkeit des Felsmaterials (Ripper, Abbauhammer, Sprengen),
- die Arbeitsweise der Maschinen, insbesondere hinsichtlich Längstransport (Schieben oder Aufnehmen des Materials) und Bodenpressung (Raupen- oder Pneufahrwerk),
- das Massenprofil, insbesondere Ausmass, Transportdistanzen und Transportrichtung der zu transportierenden Massen.

Nebst dem Ketten- oder Radlader gelangt heute besonders in steilen Geländeabschnitten der Hydraulikbagger (Gelenk- und Teleskopbagger) als Abtragsmaschine zum Einsatz. Das Abtragsmaterial ist in solchen Abschnitten meistens auf Dämme oder Deponien zu transportieren. Die Hydraulikbagger können für das Beladen der Transportfahrzeuge auf dem schmalen Trasse stehenbleiben und müssen nur den Löffel schwenken (*Schönauer, H.*). Ketten- oder Radlader dagegen müssen zwischen Abbau und Beladen des Transportgerätes auf dem schmalen Trasse komplizierte, gefährliche Manöver ausführen.

Im Mittelland und in den Voralpen sind die Böden oft vernässt. Zudem beeinflussen die häufigen Regen während der Bausaison die Befahrbarkeit der Böden. Für die Erdarbeiten (Unterbau) der Wald- und Güterstrassen kommen daher fast ausschliesslich Baumaschinen mit einem Kettenfahrwerk (Raupenfahrwerk) zum Einsatz. Der Bodendruck der Normalausführungen beträgt zwischen $0,7 - 1,2 \text{ kg/cm}^2$. Sowohl bei Kettenladern wie bei Schubraupen gibt es aber heute extra breite Ketten, sogenannte Moorraupen,

welche eine Bodenpressung von nur 0,25–0,40 kg/m² aufweisen. Diese Moorraupen werden mit grossem Erfolg auf Flysch-, Molassemergel- und Opalinustonböden eingesetzt.

Auf sehr schlecht tragfähigen Böden, auf welchen selbst die Moorraupe nicht mehr durchkommt, bewähren sich Gelenk- und Teleskopbagger als Erdbaugeräte, indem sie in Kombination mit «Holzmatten» (mit Drahtseilen zusammengebundene Rund- oder Kanthölzer) eingesetzt werden. Die Maschinen arbeiten im Schwenkbereich und legen sich die Holzmatten als Unterlage für ihr Fahrwerk auf das provisorische Planum (*Abt, E.*).

Bodentragfähigkeit und geringe Breite der Baustelle diktieren meistens auch die Maschine für den Längstransport. Häufig wird die Maschine, welche abbaut, auch für den Längstransport eingesetzt (z. B. Kettenlader). Eigentliche Transportgeräte, wie sie im Erdbau der grossen Strassen eingesetzt werden, sind im Wald- und Güterstrassenbau die Ausnahme. Allradangetriebene Dumper, Muldenkipper und Lastwagen bewähren sich gut für Längstransporte auf tragfähigem Baugrund.

Teleskop- und zum Teil auch Gelenkbagger sind auch für die Erstellung von Steinblockmauern geeignet. Dieser Mauertyp gewinnt zunehmend an Bedeutung, da er als naturnah empfunden wird und begrünt und bepflanzt werden kann.

Teleskop- und Gelenkbagger vereinfachen überdies auch den Bau von grossen Rohrdurchlässen. Die Einzelteile von Durchlässen aus Stahlblech werden heute vielfach nicht mehr im Graben selbst zusammengeschaubt, sondern auf einem zweckmässigen Arbeitsplatz, und dann als Ganzes durch einen Hydraulikbagger zum definitiven Standort transportiert und eingebaut.

Für die einwandfreie Gestaltung der Böschungen und des Planums – vor allem auf schlecht tragfähigen Böden – ist der Teleskopbagger (*Abbildung 1*) wohl das geeignetste Gerät. Mit dieser Maschine kann die obere Böschungskante einwandfrei gestaltet werden. Wird diese nämlich nicht sauber abgerundet, entstehen Überhänge von Humusschichten oder Wurzeln, welche als «Tropfnasen» wirken und die Böschung nicht zur Ruhe kommen lassen. Mit dem Gradall kann auch die talseitige Böschung gut angedrückt und abgeglättet werden, so dass keine Wassertaschen entstehen, welche häufig die Ursache zu kleinen Rutschungen sind. Auf schlecht tragfähigen Böden kann mit dem Gradall ein gutes Planum (z. B. als Vorbereitung für eine Stabilisierung mit Kalk) erstellt werden, wenn über die ganze Strecke rückwärts gearbeitet wird.

Der Schreitbagger (Menzi Muck) ist eine ausgezeichnete Maschine zum Bau von Böschungsfüssen und Bermen sowie für die Erdarbeiten im Zusammenhang mit dem Grünverbau. Zum Erstellen von Entwässerungsgräben (Flächenentwässerung) gibt es wohl keine bessere Maschine als den Schreitbagger. Er eignet sich ebenfalls gut zur Entfernung von Humusschichten auf steilen Bauflächen. Häufig wird er bei der Verlegung



Abbildung 1. Gradall bei der Erstellung des Planums auf einem schlecht tragfähigen Boden
(Photo: Firma Charles Keller)

von kleinen Rohrdurchlässen (Grabarbeiten und Verlegen der Rohre) verwendet.

Die mechanischen Universalbagger und die Schürfkübelraupe sind auf den schmalen Baustellen des kleinen Strassenbaus wenig geeignet. Auch der Grader (Strassenhobel) kommt für Erdarbeiten auf unseren Böden (Tragfähigkeit) nur äusserst selten zum Einsatz.

3.2 Maschinen für den Felsbau

Felspartien auf Wald-, Güter- und Alpstrassen werden zu Visitenkarten von Bauleitung und Unternehmung. Felsabschnitte bestimmen oft das Tempo des Vortriebs. Aus diesem Grunde werden auch auf diesen schmalen Bauflächen die traditionellen, lohnintensiven Methoden der Felssprengung mit handgeführten Bohrhämmern immer mehr durch Grosslochbohrgeräte ersetzt. Solche Geräte sind seit langem vor allem in Steinbrüchen im Einsatz und müssen selbstverständlich den besonderen Verhältnissen des Vortriebs auf Wald- und Güterstrassen angepasst werden. Die Österreichischen Bundesforste haben hier wohl Pionierarbeit geleistet (Blaha, W., Hackermüller,

W., Neuber, B.). Vielversprechend sind in der Schweiz auch die Versuche mit der Zusatzbohrereinrichtung zum Menzi Muck (*Abbildung 2*).

Besondere Aufmerksamkeit ist bei allen Sprengarbeiten den Schutzmassnahmen zu widmen. Auffangdämme, Netze, Wälle aus minderwertigen Holzsortimenten und anderes mehr können mithelfen, grosse Schäden zu vermeiden. Neuerdings werden da und dort die «Sprengobjekte» auch mit Vliesmatten abgedeckt. Bei der Sprengung entsteht eine Art «Ballonwirkung»; die ersten Resultate sind sehr gut.



Abbildung 2. Zusatzbohrereinrichtung am Menzi Muck (Photo: Firma H. Renggli, Malters)

3.3 Maschinen für den Transport

Im flacheren Gelände werden kürzere Transporte (< 150 m) meistens mit der gleichen Maschine ausgeführt wie der Abbau (Ketten- oder Radlader). Im steilen Gelände dagegen wird mit Vorteil der Gelenk- oder Teleskopbagger als Abbaumaschine eingesetzt und die Längstransporte mit geländegängigen, pneumobereiften Fahrzeugen ausgeführt: Dumper, kleine Muldenkipper, allradangetriebene LKW.

Für den Transport von Baustoffen werden ausschliesslich Lastwagen eingesetzt. Die zweiachsigen LKW (maximale Achslast 12 t) werden auch auf Wald- und Güterstrassen immer mehr durch drei- und vierachsige LKW verdrängt. Der Lastäquivalenzfaktor (die Schadenwirkung) ist gemäss AASHO bei einer Einzelachse bedeutend grösser als bei Tandemachsen. Die Tragschicht wird durch drei- und vierachsige LKW also erheblich weniger

strapaziert als durch zweiachsige. Beobachtungen zeigen aber, dass dreiachsige LKW auf kurvenreichen Strassen die Verschleisschichten wesentlich stärker beanspruchen als zwei- und vierachsige Fahrzeuge. Um spätere Differenzen zwischen Bauleitung und Unternehmung zu verhindern, ist bei der Ausschreibung genau festzulegen, welcher Lastwagentyp für den Materialtransport eingesetzt werden darf.

3.4 Maschinen für die Bodenstabilisierung

Sowohl die pulverförmigen (Zement, Kalk) als auch die flüssigen (Teer, Bitumenemulsion) Stabilisierungsmittel sollten durch Verteilgeräte auf die vorbereitete Fläche aufgebracht werden. Das Verteilen von Hand sollte die Ausnahme bilden. Auf sehr schlecht tragfähigen, vernässten Böden gibt es allerdings oft keine andere Möglichkeit, als Branntkalk von Hand zu verteilen. Eine Firma im Kanton Schwyz hat auch hier eine Lösung gefunden. Auf dem Schild eines Dozers (D4) hat sie ein Verteilgerät montiert, welches durch die Zapfwelle des Dozers gesteuert wird. Auf einigermaßen tragfähigen Böden eignet sich für pulverförmige Stabilisierungsmittel das Ammann-Verteilgerät sehr gut. Es wird durch ein geländegängiges Zugfahrzeug (Traktor) gezogen und weist eine sehr gute Verteilgenauigkeit auf.

Die flüssigen Stabilisierungsmittel werden unter Druck über mehrere Düsen in den Mischkasten der Bodenfräsen in das aufgewirbelte Material gespritzt.

Bei den Mischgeräten unterscheidet man Eingang- und Mehrgangmischer. Die Eingangsmischer bewerkstelligen die Mischung in einem einzigen Durchgang. Solche Geräte sind in der Schweiz nicht mehr im Einsatz. Heute wird fast ausschliesslich mit Mehrgangmischern gearbeitet, mit Maschinen also, welche in mehreren Durchgängen eine einwandfreie Mischung aus Boden, Stabilisierungsmittel und allenfalls Wasser herstellen. Für Stabilisierungen mit bituminösen Bindemitteln und mit Zement sind nur wenige Mischdurchgänge (2 bis 4) notwendig, weil meistens instabile Kies-Sande (GM, GC, GM-ML, GC-CL) stabilisiert werden, die sich relativ leicht mischen lassen. Die Mischwelle der hierfür verwendeten Bodenfräsen dreht normalerweise entgegengesetzt zur Drehrichtung der Antriebsachse des Zugfahrzeuges.

Für die Bodenstabilisierung mit Kalk wird am häufigsten die Scheibenegge (Towner) verwendet, welche an der Dreipunkthydraulik eines Kettenladers oder Dozers, allenfalls eines Forstraktors angebaut ist. Es sind bedeutend mehr Mischdurchgänge notwendig als bei den anderen Stabilisierungsarten. Für die endgültige Mischung sind auch bei der Bodenstabilisierung mit Kalk, nach Entfernung der grossen Steine, Bodenfräsen einzusetzen. Diese Geräte sind den landwirtschaftlichen Bodenfräsen nachgebildet.

Die Mischwelle dieser Fräsen dreht in der gleichen Richtung wie die Achsen des Trägerfahrzeuges (Vorteil bei schlecht tragfähigen Böden).

Verdichtungs- und Planiergeräte sind auch bei der Bodenstabilisierung nach den Grundsätzen dieser Spezialarbeiten einzusetzen.

3.5 Maschinen für Planierarbeiten

Die Vorteile des Teleskopbaggers zur Erstellung des Planums als Abschluss der Unterbauarbeiten sind unter 3.1 kurz beschrieben worden. Die speziell für die Planie gebaute Maschine ist der Grader (Strassenhobel). Allerdings wird er bei den Erdarbeiten nur selten als Planiergerät eingesetzt; häufiger dagegen zur Erstellung der Planie der Tragschichten (Kies-Sand, stabilisierte Schichten). Weitaus am häufigsten wird der Grader zum Bau und Unterhalt der Verschleisschichten eingesetzt. Die Naturstrassen, d. h. Strassen mit einer speziell aufbereiteten ton-wassergebundenen oder kalk-wassergebundenen Verschleisschicht (Grösstkorn des Materials etwa 20 bis 25 mm), sind für den maschinellen Unterhalt durch Grader konzipiert. Grader haben eine grosse Leistung, so dass die Verdichtungsgeräte darauf abzustimmen sind.

Eine Schweizer Firma bietet einen preisgünstigen Anhängegrader an. Forstverwaltungen mit betriebseigenen Zugmaschinen führen mit dieser Kombination die Unterhaltsarbeiten in Eigenregie durch. Sie sind damit freier in der Wahl des Zeitpunkts. Sie können ihre eigenen Leute einsetzen, die «ihre» Strassen, auf welchen sie täglich zur Arbeit fahren, gerne in gutem Zustand halten. Dieser gezogene Grader kostet einen Bruchteil der selbstfahrenden, so dass er den Forstbetrieb auch bei Stillstand nicht stark belastet. Unternehmer, welche den Grader für verschiedene Arbeiten praktisch über das ganze Jahr hindurch einsetzen können, arbeiten ausschliesslich mit dem selbstfahrenden Typ. Auf den schmalen, kurvenreichen Wald- und Güterstrassen werden zweckmässigerweise kleine Grader (4 bis 8 t Eigengewicht) oder grössere Maschinen mit Knicksteuerung eingesetzt.

3.6 Maschinen für die Verdichtung

Entscheidend für die Wahl des Verdichtungsgerätes ist die Bodenart. Grundsätzlich ist zu unterscheiden, ob sich die Scherfestigkeit eines Bodens zur Hauptsache aus der Reibung oder aus der Kohäsion zusammensetzt. Reibungsböden (Kiese und Sande) können durch Vibration in Schwingung versetzt werden. Durch die Schwingungen wird die Reibung für kurze Zeit aufgehoben, so dass eine Umlagerung der Körner möglich ist. Kies-Sandtragschichten sind daher mit Vibrationsgeräten zu verdichten. Beim

Kieseinbau muss auf den einspurigen, schmalen Wald- und Güterstrassen – vor allem auf schlecht tragfähigem Baugrund – darauf geachtet werden, dass der Kies vom stehenden LKW abgekippt und dass der verteilte Kies verdichtet wird, bevor der nächste LKW mit Kies ankommt. Durch die Verdichtung wird die Scherfestigkeit des Kies-Sandes wesentlich erhöht und verhindert, dass die Achslasten den Unterbau beschädigen. Für diese «Vorverdichtung» haben sich bei den engen Platzverhältnissen und den meist hohen Längsneigungen kleine Zwei-Rollen-Vibrationswalzen (1000 bis 1500 kg Eigengewicht), welche auf beiden Rollen angetrieben sind, bewährt. Für die abschliessende Verdichtung der Kies-Sandtragschichten eignen sich auch leistungsfähige Vibrationswalzen und Mehrplattenvibratoren.

Tonige Böden mit vorwiegend kohäsivem Anteil an der Scherfestigkeit sind durch knetende Geräte zu verdichten. Besonders gute Resultate werden bei Bodenstabilisierungen mit Kalk durch kleinere Schaffuss- und Igelwalzen sowie durch Pneuradwalzen erzielt.

Glattradwalzen mit vorwiegend statischer Wirkung werden sowohl auf Kies-Sandtragschichten, als auch auf Schwarzbelägen für die abschliessende Verdichtung eingesetzt.

Beim Bau und Unterhalt der ton- respektive kalk-wassergebundenen Verschleisschicht muss das gewählte Verdichtungsgerät auf die Leistung des Graders und die Zusammensetzung des Materials abgestimmt werden. Für diese Verdichtungsarbeiten und die Einhaltung des gewünschten Profils (Bombierung, Dachprofil) haben sich die Pneuradwalze und der Mehrplattenvibrator am besten bewährt.

3.7 Maschinen für den Grünverbau

Die Erdarbeiten im Zusammenhang mit Stabilbauweisen der Ingenieurbauwerke werden vorwiegend mit Hydraulikbaggern, vor allem mit Schreitbaggern ausgeführt. Für die Deckbauweisen des Grünverbaus kommen Mulchgeräte und Seeder zum Einsatz. Mulchgeräte «blasen» nach erfolgter Saat eine Schicht zerkleinertes Stroh oder Heu auf die zu begrünende Fläche. Seeder dagegen bestehen aus einem Tank mit Rührwerk und Druckpumpe. In einem Arbeitsgang werden Samen, Dünger, Kleber, Saathilfstoffe usw. auf die vorbereitete Fläche aufgespritzt.

3.8 Maschinen zur Aufbereitung von Material für Trag- und Verschleisschichten

Wald-, Güter- und Alpstrassen werden vor Kopf gebaut. Die Belastung durch den Baustellenverkehr wird auf langen, zusammenhängenden Strecken sehr gross. Besondere Probleme entstehen auf Strassen, welche vor Jahr-

zehnten gebaut wurden und für heutige Beanspruchungen unterdimensioniert sind. Damit die verfügbaren Mittel in Neuanlagen investiert werden können, ist deshalb der Verkehr auf den Zufahrtsstrassen zu den Baustellen auf ein Minimum zu reduzieren. Vermehrte Anwendung der Bodenstabilisierungsverfahren, Aufbereiten von Kies für Trag- und Verschleisschichten durch Brechen von örtlich vorhandenem Material führt hier zu sehr guten Lösungen. Mit modernen, mobilen Brechanlagen lässt sich aus Schutthalden, Moränen, Bachbetten, Sprengfels, Nagelfluh usw. ein kantiger, gut verkeilender Kies für Trag- und oft auch Verschleisschichten herstellen. Für die Aufbereitung von Tragschichtmaterial eignen sich vor allem moderne, mobile Backenbrecher, welche mit Rüttelsieben und Förderbändern ausgerüstet sind, so dass auch Korrekturen in der Materialzusammensetzung möglich sind (z. B. Dosierung der Feianteile). Die Idee der mobilen Brechanlage wurde so weit entwickelt, dass ein Backenbrecher durch einen Bagger auf dem Trasse der zukünftigen Strasse nachgezogen, mit Gesteinsmaterial (Hangschutt, Sprengfels usw.) beschickt und das Tragschichtmaterial ohne Lastwageneinsatz eingebaut werden kann (*Abbildungen 3 und 4*).



Abbildung 3. Backenbrecher (links) und Hammermühle (rechts) zur Aufbereitung von Trag- und Verschleisschichtmaterial (Photo: Firma H. Renggli, Malters)

Zur Aufbereitung von Verschleisschichtmaterial (Grösstkorn 20 bis 25 mm) eignen sich besonders Hammermühlen. Wird Kalkgestein oder groblockiges Material aufbereitet, so wird dieses mit dem Backenbrecher vorgebrochen und auf einem Förderband direkt in die Hammermühle geleitet.

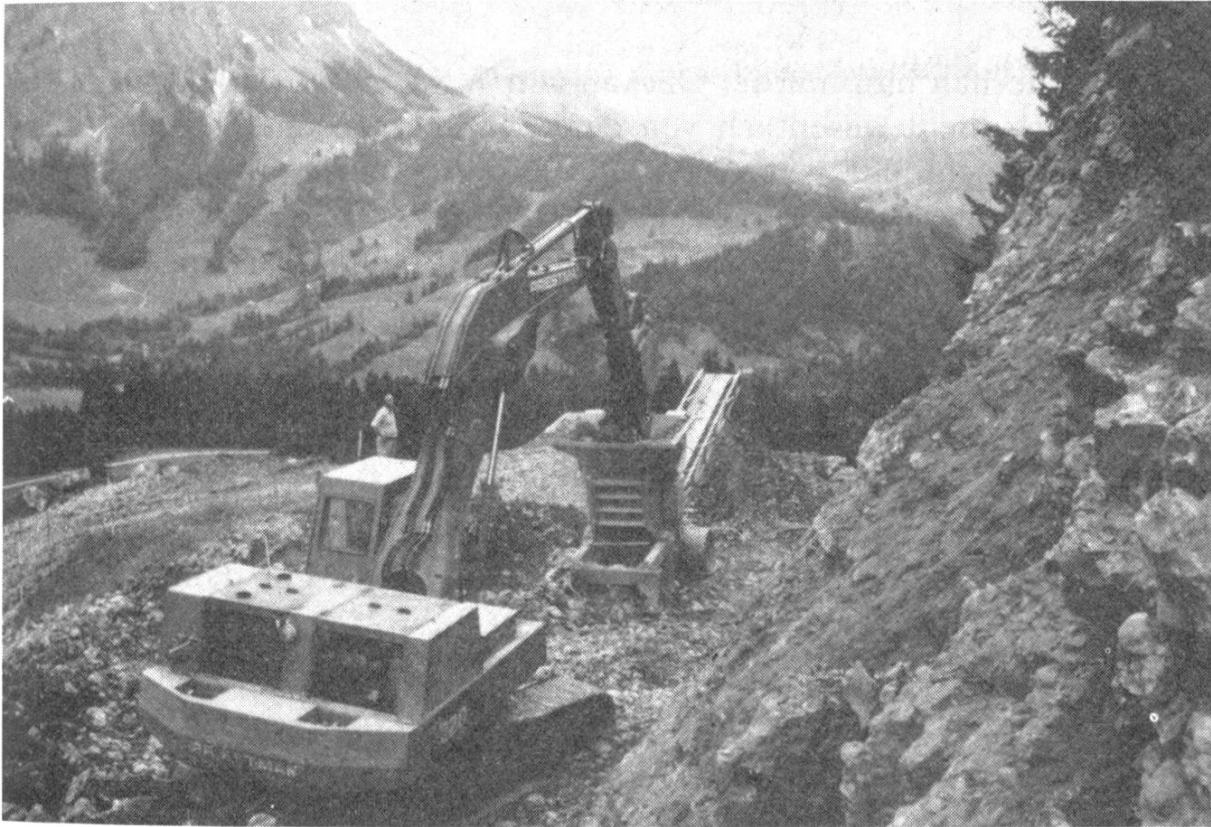


Abbildung 4. Hydraulikbagger und «mobiler» Backenbrecher bei der Aufbereitung von Nagelfluhmateriel zu Kies-Sand für die Tragschicht (Photo: Firma H. Renggli, Malters)

Die Aufbereitung örtlich vorkommenden Materials wird auf dem weitverzweigten Netz der Wald- und Güterstrassen eine zunehmende Bedeutung erlangen. Kleine Materialkosten, geringe Transportkosten und die Schonung der Zufahrtsstrassen sind gute Argumente dafür. Das Ausgangsmateriel ist zu untersuchen. Die richtige Einstellung der Geräte muss durch Überprüfungen der Kornzusammensetzungen gesteuert werden.

3.9 Einbaumaschinen (Fertiger)

Bituminöses Mischgut (HMT, Cutbackbeläge usw.) und Beton sind mit Fertigern einzubauen. Wald-, Güter- und Alpstrassen sind wegen der geforderten Anpassung an das Gelände kurvenreich. Die Kurven weisen unterschiedliche Radien auf, so dass die Fahrbahnbreite infolge der unterschiedlichen Kurvenverbreiterungen wechselt. Für den Einbau des Mischgutes oder des Betons müssen daher moderne Fertiger verwendet werden, welche stufenlos regulierbare Einbaubreiten zulassen (Fertiger mit sogenannten Extensorbohlen). Durch den Einsatz solcher Geräte werden viele Schadenquellen (Nähte zwischen Maschineneinbau und Handeinbau; unterschiedlicher Verdichtungsgrad usw.) eliminiert. Im Betonstrassenbau werden ausschliesslich Gleitschalungsfertiger (Slip-form-paver) verwendet.

3.10 Maschinen für den Strassenunterhalt

Der Unterhalt bituminöser Decken von Wald- und Güterstrassen unterscheidet sich nicht wesentlich von dem der übergeordneten Strassen. Die Verschleisschicht der Naturstrassen dagegen muss so zusammengesetzt sein, dass ein maschineller Unterhalt möglich ist. Die beste Schichtwirkung entsteht in einem gut abgestuften, bindigen (Ton oder Kalk) Kies-Sand mit einem Grösstkorn von 20 bis 25 mm. Die fertig verdichtete Schicht muss mindestens 7 cm dick sein; das Grösstkorn darf einen Drittel dieser Schichtdicke nicht überschreiten. Abgenützte Verschleisschichten können mit leistungsfähigen Gradern aufgerissen, ergänzt, planiert respektive bombiert und mit Pneuradwalzen oder Mehrplattenvibratoren wieder verdichtet werden. Die Untersuchungen in der Stadtforstverwaltung von Winterthur zeigen, dass sich richtig zusammengesetzte und gut bombierte Verschleisschichten ausgezeichnet bewähren.

4. Schluss

Der Wahl der Baumaschinen und der Bauverfahren kommt auf den schmalen Linienbaustellen der Wald- und Güterstrassen grosse Bedeutung zu. Im Erd- und Felsbau sind Maschinen einzusetzen, welche Gewähr dafür bieten, dass möglichst wenig Schäden an Landschaft und Waldbestand entstehen. Die Transporte der Baustoffe für den Oberbau können durch erprobte Verfahren der Bodenstabilisierung und den Einsatz mobiler Brechanlagen auf ein Minimum gesenkt werden. Neue Strassen sind richtig zu dimensionieren und so zu bauen, dass ein rationeller, maschineller Unterhalt möglich ist.

Résumé

Machines de chantier pour la construction de routes forestières et rurales

Le choix des machines de chantier ainsi que des techniques de construction est d'une importance primordiale sur les chantiers exigus des routes forestières et rurales. Pour les travaux de terrassement et de minage, il est nécessaire d'utiliser des machines qui font peu de dégâts au paysage et à la forêt. Les procédés de stabilisation du sol et l'utilisation du concasseur mobile permettent de réduire les transports de chantier à un minimum. On doit dimensionner les nouvelles routes correctement et les construire de telle manière qu'un entretien avec des machines soit possible.

Traduction: *E. Burlet*

Literatur

- Abt, E.* (1969): Erdbau in schlecht tragfähigen Böden. Kurs über Wald- und Güterstrassenbau an der ETHZ
- Blaha, W.* (1975): Baustelleneinrichtung und Maschineneinsatz beim forstlichen Strassenbau. Allg. Forstz., Wien, Nr. 11
- Hackermüller, W.* (1973): Bohrlafetten im Forstwegebau. Allg. Forstz., Wien, Nr. 3
- Neuber, B.* (1973): Praktische Erfahrungen beim «Mechanisierten Felsvortrieb». Allg. Forstz., Wien, Nr. 3
- Schönauer, H.* (1975): Aktuelles vom Forststrassenbau. Allg. Forstz., Wien, Nr. 1

