

doppelt!
FORSTTECHNISCHE INFORMATIONEN ✓

herausgegeben von Oberforstmeister Müller-Thomas, Mainz

im Auftrage der

TECHNISCHEN ZENTRALSTELLE DER DEUTSCHEN FORSTWIRTSCHAFT E.V.

unter Mitwirkung des

INSTITUTS FÜR WALDARBEIT UND FORSTMASCHINENKUNDE DER UNIVERSITÄT GÖTTINGEN

Postverlagsort Mainz

Verlag Forsttechnische Informationen, Mainz, Ritterstraße 14

Juli/August 1962

Nr. 7/8

Wirtschaftswegebau auf schwierigen Böden

VORWORT

Von Oberforststrat Dr. H. Schleicher, Frankfurt a. M.,

Obmann des Arbeitsringes „Waldwegebau“ der TZF

Der Wirtschaftswegebau im Walde wie in der Feldflur ist in den letzten Jahren stark vorangetrieben worden. In großem Umfange haben die Waldbesitzer und die ländlichen Gemeinden, letztere unterstützt durch Zuschüsse und Darlehen der Länder und des Bundes, ihr Wegenetz durch Neu- und Ausbauten verbessert. Unter normalen Gelände- und Bodenverhältnissen genügten hierbei die Erfahrungen der eigenen Wegebauexperten, der zuständigen Dienststellen und der beauftragten Bauunternehmer. Es hat sich auch das Bestreben durchgesetzt, wirtschaftliche Bauweisen anzuwenden, bei denen es kein „Zuviel und Zuwenig“ gibt. Mit gutem Erfolg kamen die unterschiedlichsten Bauweisen zur Anwendung, wenn sie auf die örtlichen Gelände-, Boden- und Verkehrsverhältnisse sorgfältig abgestimmt waren.

Bei der Planung und Bauausführung ergeben sich aber zwangsläufig noch immer Schwierigkeiten, wenn der örtlich anstehende Boden und der vorhandene Untergrund extreme Besonderheiten aufweisen. Auf Kleiböden, in Moor-, Marsch- und Geestgebieten z. B., wird es buchstäblich erforderlich, „neue Wege“ zu finden, um die Erschließung mit dauerhaften Wegen zu er-

möglichen. Dem einzelnen Baulastträger ist es zumeist nicht zuzumuten, durch Versuchsbauten eigene Erfahrungen beim Wegebau unter derart schwierigen Bedingungen zu sammeln. Hier muß die staatliche Initiative einsetzen. So haben die bayerische und die hessische Staatsforstverwaltung in dankenswerter Weise seit Jahren u. a. umfangreiche Versuchsstrecken auf dem Gebiet der Bodenverfestigung auch auf extremen Standorten ausführen lassen, die weit über Westdeutschland hinaus den Straßen- und Wegebauern wertvollen Anschauungsunterricht und Erkenntnisse für die Praxis vermitteln. Verschiedene Bundesländer haben sich zu Arbeitsgemeinschaften zusammengeschlossen, um in gemeinsamen Versuchsprogrammen die notwendige Pionierarbeit zu leisten. In der vorliegenden Sondernummer „Wirtschaftswegebau auf schwierigen Böden“ berichten Wegebauexperten der Forstwirtschaft und der Bauindustrie über ihre Erfahrungen auf derartigen Versuchsstrecken und über die Anwendung der hieraus gewonnenen Erkenntnisse in der Praxis.

Einen besonderen Raum nimmt hierbei die Bodenverfestigung im forstlichen und ländlichen Wirtschaftswegebau ein, sei es als rein mechanische Verfestigung oder mit chemischen Hilfsmitteln.

I Die Bodenverfestigung im Rahmen von Versuchsprogrammen

Eine kritische Betrachtung mit Nutzenanwendung — von Dipl.-Ing. Heinrich Pätzhold, Linz

A. Vorbemerkungen

Die Bedeutung der Bodenverfestigung für den Ausbau des Waldwegenetzes ist von berufener Seite wiederholt unterstrichen worden. Die Möglichkeit, durch vollmechanisierte Arbeitsgänge nicht nur die Decke oder die Tragschicht, sondern praktisch den ganzen Wegekörper überhaupt herzustellen, bietet natürlich auch im Waldwegebau erhebliche Vorteile. Hinzu kommen noch Transporteinsparungen, weil in den meisten Fällen der anstehende Boden direkt zum Baustoff verarbeitet werden kann. Da sich nun der natürliche Boden in einer Vielzahl recht verschiedener Erscheinungsformen anbietet und je nach der Bodenart und je nach der Konsistenz des Einzelbodens einer besonderen Verfestigungstechnik bedarf, liegt eigentlich hierin das Kernproblem der Bodenverfestigung. Im klassifizierten Straßenbau ist auf diesem Gebiet in den letzten Jahren viel geleistet worden. Aber all diese Erfahrungen erstrecken sich — mit Ausnahme der Verfestigung durch Kalke — auf nicht bindige, frostsichere Böden, die den Bestimmungen der Z-TVE-Stb (TVE) entsprechen. Nennenswerte großtechnische Erfahrungen über die Verfestigung solcher Böden, die der genannten Vorschrift nicht entsprechen, also bindige, frostgefährdete oder frostempfindliche Böden, lagen bislang nicht vor. Will man sich teure Bodenauswechslungen ersparen, um die erwähnten Transportkosten zu vermeiden, dann ist man gerade im Waldwegebau gezwungen, sich mit der Verfestigung derartiger Böden auseinanderzusetzen. Ein bedeutsamer Schritt vorwärts in dieser Richtung waren die Versuche, die im Forstamtsbezirk Heilsbronn unter Leitung von ORFR Gleichmann ausgeführt wurden und schließlich das von ORFR Greiß initiierte Ländergemeinschaftsprogramm Bayern-Baden-Württemberg. Dieses Länderversuchsprogramm sollte von der anwendungstechnischen Seite her Aufschluß geben insbesondere über die Fragen des Geräteeinsatzes, Fragen der Wegekörperdicken und die Frage, welche Bodenarten können für eine Verfestigung noch verwendet werden. Nun handelt es sich bei diesen drei Punkten nicht um Einzelfragen, sondern vielmehr um einen Fragenkomplex, denn Bodenart, Tragschichtausbildung, Belastung und Geräteeinsatz korrespondieren miteinander. Bei der Vielzahl der Varianten, die auf den Erfolg einer Verfestigung Einfluß nehmen und die auch innerhalb dieses Ländergemeinschaftsprogrammes weitgehend berücksichtigt wurden und weiterhin bei den örtlichen und bautechnischen Besonderheiten der einzelnen Bauausführungen, werden bei der Auswertung des Programmes exakte Schlußfolgerungen in naher Zukunft jedenfalls nicht zu erwarten sein. Ich möchte daher kurz **die wesentlichsten Gesichtspunkte des Programmes** aufgreifen und diese so **zusammenfassen**, wie sie sich mittlerweile durch die praktische Erfahrung bestätigt haben.

B. Erfahrungen aus dem Ländergemeinschaftsprogramm

I. Tragschichtdicke

Da ist zunächst die Frage der **Tragschichtdicke**. Ein alter Spruch besagt: „**Eine Straße trägt soviel wie ihr Unterbau.**“ Mit anderen Worten, es hat wenig Sinn, eine hochwertige Verschleißdecke auf einen mangelhaften Unterbau oder auf einen mangelhaften Untergrund zu verlegen. Hochwertige Decken, die vom Baustoff her eine hohe Qualität besitzen und dadurch naturgemäß teuer sind, werden aus Kostengründen meist sehr sparsam dimensioniert werden. Nun können solche hochwertigen Decken, vor allem wenn es starre Systeme sind, gewisse Mängel im Unterbau und auch im Untergrund für eine gewisse Zeit überbrücken, d. h., ihr Versagen ist nicht augenfällig, da es erst zu einer Zeit eintritt, wo in der Regel niemand mehr weiß, was damals überhaupt gebaut wurde.

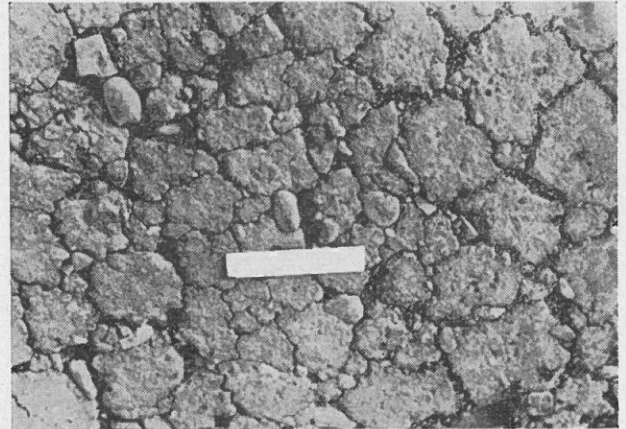


Abb. 1: Vom Bauverkehr zerstörte bituminöse Tragschicht. Die Dicke dieser Tragschicht war für die in diesem Falle nicht ausreichende Flexibilität des Baustoffes zu gering.

Die Abbildung 1 zeigt eine 8 cm dicke, heiß eingebaute bituminöse Schicht, die zuerst den Bauverkehr aufnehmen sollte, um dann später unter der noch auszuführenden Betondecke als verbesserter Untergrund zu dienen. Das Bild zeigt, daß diese Schicht infolge mangelnder Flexibilität und falsch gewählter Dicke noch nicht einmal die Belastungen des Baustellenverkehrs auszuhalten vermochte, obwohl es sich, vom Baustoff her gesehen, um eine teure und hochwertige Decke handelt.

Man sollte überhaupt bei der Frage der Qualität und des Deckenaufbaus und damit der Deckendicke doch stets an eines der wichtigsten Prinzipien im Straßenbau denken, nämlich an das Kontinuitätsprinzip. Mit anderen Worten, man sollte stets von einem wenig tragfähigen Untergrund über eine Tragschicht bis zur Decke organisch auf-

bauen, d. h., man sollte Sprünge in den physikalischen Eigenschaften zwischen den einzelnen Schichten vermeiden. Daraus ergibt sich, daß es besser ist, eine „qualitativ schlechtere“ Tragschicht aber dafür in entsprechender Dicke vorzusehen.

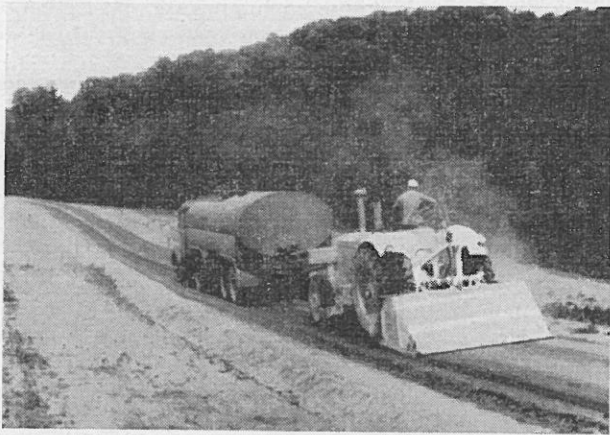


Abb. 2: Wirtschaftsweg Muthof (Daten im Text).

Abbildung 2 zeigt ein Beispiel dieser, meiner Auffassung. Es handelt sich um einen Wirtschaftsweg im Bereich des Wasserwirtschaftsamtes Künzelsau. Der dort anstehende Lößlehm wurde zunächst 20 cm tief mit Kalk vorbehandelt, um ihm eine Krümelstruktur zu geben, d. h. das mechanisch schwer zu bearbeitende Primärssystem wurde in ein leichter zu bearbeitendes Sekundärssystem überführt. Anschließend wurde 15 cm tief stabile Teeremulsion eingefräst und bei optimalem Feuchtigkeitsgehalt verdichtet. Diese Tragschicht wurde später mit einem 3 cm dicken Splittsandgemisch mit einem Aufbauwert nach Jahn von 0,7 abgedeckt, also eine denkbar einfache Oberflächenausbildung, jedoch auch vernünftig dimensionierter Tragschicht. Abbildung 3 zeigt den Zustand dieser Strecke nach zweijähriger Verkehrsbelastung. Es scheint demnach vorteilhaft, an Dicke und Qualität der Verschleißschicht zu sparen und dafür durch eine ausreichend dimensionierte Tragschicht vor allem die tra-



Abb. 3: Wirtschaftsweg Muthof (Daten im Text).

gende Funktion eben dieser Tragschicht und damit die Funktion des Weges überhaupt zu gewährleisten. Zu

diesem speziellen Fall ist allerdings zu bemerken, daß keine Steigungen über 6% vorhanden sind; 6% ist etwa die Grenze, oberhalb deren eine Verschleißschicht aus Gründen der Verhinderung von Wassererosion bituminös gebunden sein sollte.

II. Geräteeinsatz

Eng verknüpft mit der Frage der Deckendicke ist auch die Frage des **Geräteeinsatzes**. Man vermag vielleicht auf den ersten Blick nicht recht einzusehen, inwieweit die Gerätefrage mit der Frage der Deckendicke verbunden ist. Es sind allgemein die Herstellerangaben über die Leistungen ihrer Fabrikate bekannt. Hier interessiert zunächst nur die Mischtiefe, die je nach Gerät mit 20 bis 35 cm angegeben wird. Sicher sind solche Arbeitstiefen auch zu erreichen. Nun werden allerdings mit Bindemittel verfestigte Tragschichten kaum in solchen Dicken gebaut. Es wird in der Regel dünner gebaut und damit wird nicht die Mischkammerfüllung erreicht, für die diese Geräte in ihrer Mischleistung ausgelegt sind. Diesen gerätebedingten, optimalen Mischeffekt — gekoppelt mit der Arbeitsgeschwindigkeit des Gerätes — erreicht man nur, wenn man tatsächlich mit dem Gerät entsprechend tief in den Boden hineingeht. Arbeitet man mit dem gleichen Gerät aus Ersparnisgründen nur wenige Zentimeter tief, wird die Mischkammer nur unvollkommen gefüllt und es ist eine Abminderung der Mischgüte zu erwarten. Man muß dann mit dem Gerät mehrmals durchfräsen und stört damit immer wieder das Querprofil des Weges, man muß den Grader zwischen die einzelnen Fräsgänge schalten, um das Profil wieder herzustellen und hat am Schluß alles andere nur keine exakte Arbeitstiefe und keine gleichmäßige Tragschichtdicke. Zu diesem Ausführungsfehler addiert sich zwangsläufig noch eine Fehldosierung des Bindemittels, das ja in seiner Sollmenge je m² für eine bestimmte und gleichbleibende Tragschichtdicke zugegeben wird. Wenn man jetzt noch — um diesen Gedanken zu Ende zu führen — auch das sich hieraus ergebende, unterschiedliche Verdichtungsverhalten berücksichtigt, dann kann man ohne Übertreibung statt von einer Addition der Ausführungsfehler von deren Potenzierung sprechen. G. Kübler hat durch umfangreiche Untersuchungen nachgewiesen, daß die Qualität einer Bodenverfestigung erheblich von der Güte eines gut verdichteten Planums abhängt. Allein aus diesem Grund sollte man bei allen Arbeitsgängen tunlichst jede Störung des zuvor hergestellten Planums vermeiden. Hierzu gehört zweifellos in erster Linie **die zweckentsprechende Auswahl des Baugerätes** hinsichtlich seiner Arbeitstiefe und umgekehrt eine gewisse Anpassung der projektierten Tragschichtdicke an die technisch realisierbaren Möglichkeiten. Sicher benötigt eine dickere Tragschicht auch mehr Bindemittel als eine dünnere. Ganz abgesehen von der technischen Notwendigkeit, dickere Tragschichten zu bauen, hat die Praxis glücklicherweise ergeben, daß diese „mageren“ Tragschichten zweckmäßiger sind als dünnere „fette“, wodurch ein gewisser Ausgleich des Bindemittelbedarfs und damit der Bindemittelkosten pro m² wieder gegeben ist.

Es wird immer wieder Sonderfälle geben, wo man aus örtlichen Gründen die mit Bindemittel verfestigte Tragschicht dünner halten kann, beispielsweise wenn ein gut tragfähiger Untergrund vorhanden ist, oder wenn die Möglichkeit besteht, mit gebrochenem Material zu arbeiten, das auf Grund seiner abstützenden und verzahnen- den Wirkung — von E. Herion „Hakwiderstand“ genannt — geringe Schichtdicken bei gleicher Tragfähigkeit erlaubt. Nach dem vorher Gesagten müßte man überlegen, ob unter solchen Umständen überhaupt noch das „mixed-in-place-Verfahren“ zweckmäßig ist. Erfreulicherweise hat sich mittlerweile in dieser Hinsicht ein Mischgerät bewährt, das im sogenannten Gegenstromprinzip arbeitet, bei dem sich die Fräswelle gegen die Fahrtrichtung dreht. Hierdurch wird der Mischvorgang verlängert und es wird weitgehende Unabhängigkeit der Mischgüte von der Mischkammerfüllung erreicht (Abb. 4). Bei diesem „single-pace-mixer“, der also in einem Übergang die Bindemittel-Bodenmischung herstellt, sind die Arbeitsgänge der Durchmischung und Verdichtung gerätetypisch aufgliedert, was speziell bei bindigen Böden im Wirtschafts- und Waldwegebau vorteilhaft ist.

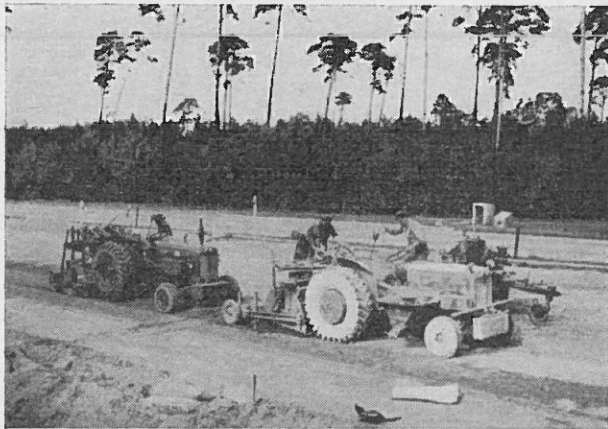


Abb. 4: Einwellen-Gegenstrom-Mischgerät, System Howard, Fräse und Kompaktor (Autobahn Rheinbrücke—Viernheim 1960).

III. Bodenarten

Zur Frage der **Bodenarten**, die man heute mit Bindemittel erfolgreich verfestigen kann, ist bereits in Veröffentlichungen Stellung genommen worden. Ich möchte daher diesen Fragenkomplex nur ergänzen durch das Beispiel eines interessanten Verfestigungsverfahrens. In der Fachwelt will in der letzten Zeit die Diskussion über die Verwendung von Rundkorn oder von gebrochenem Korn nicht verstummen. Im klassifizierten Straßenbau ist diese Frage sehr berechtigt, vor allem hinsichtlich der Tragfähigkeit der hiermit hergestellten Schichten. Die Verwendung von gebrochenem Korn bringt bei gleicher Schichtdicke höhere Sicherheit, ein entsprechendes Mehr an Tragfähigkeit. Es erscheint zunächst seltsam, inwiefern gebrochenes Korn auch bei Bodenverfestigungen eine Rolle spielt, da es als gewachsenes Material nirgendwo ansteht. Dieses erwähnte Verfahren, das in der geologischen Situation Baden-Württembergs begründet ist,

wird seit Sommer 1960 dort mit gutem Erfolg angewendet. Man stand vor der Notwendigkeit, bei der Neuanlage von Wegebauten einmal alle Arbeitsgänge zu mechanisieren, um Lohnkosten zu sparen und zum anderen irgendein billiges Abfallprodukt zu verwenden, um die Baustoffkosten gering zu halten. In weiten Gebieten des Landes Baden-Württemberg, vor allem auf der Schwäbischen Alb, bietet sich ein sogenanntes Siebschuttmaterial aus den Kalkbrüchen an. Es ist dies, je nach den im Bruch vorhandenen Sieben, ein leidlich abgestuftes Material 0/15 oder 0/30 mm, das allerdings bis zu 30% Schluffanteile kleiner als 0,06 mm enthält und daher für den klassifizierten Straßenbau nicht verwendet wird. Auf Grund seiner Zusammensetzung ist dieses gebrochene Material jedoch für Bodenverfestigungen durchaus geeignet und wird somit durch die Methoden der Bodenverfestigung zum brauchbaren Baustoff gemacht (Abb. 5). Betonen möchte ich noch, daß unter Verwendung dieses gebrochenen Materials u. a. eine Ortslage mit 14% Steigung, die unmittelbar auf eine Bundesstraße in einer sehr gefährlichen Kurve einmündet, ausgebaut wurde und sich trotz der dort auftretenden enormen Schubkräfte bis dato ausgezeichnet bewährt hat.



Abb. 5: Mixed-in-place-Verfestigung vor aufgebrachtem, gebrochenem Siebschuttmaterial (Kreis Horb 1960).

C. Schlußfolgerungen

Abschließend noch eine Bemerkung zu Versuchsprogrammen bzw. zu Versuchsstrecken überhaupt. Definitive Aussagen über die Bewährung der einzelnen Bauausführungen sind außerordentlich spärlich und dazu noch mit den Besonderheiten der örtlichen Baumstände behaftet. Es erhebt sich fast die Frage, ob es sich überhaupt noch lohnt, immer wieder neue und kostspielige Versuchsstrecken anzulegen. Bei der Vielzahl der einflussnehmenden Faktoren ist mit Sicherheit nie eine bestimmte Standardbauweise als Ergebnis dieser Versuchsstrecken zu erwarten. Es werden sich bei objektiver Beurteilung der erzielten Ergebnisse gewisse technische Möglichkeiten für bestimmte Ausführungsarten ergeben.

Die Praxis hat nun mittlerweile bestätigt, daß sich diese technischen Möglichkeiten genau decken mit den bereits bekannten und auch bewährten Bauverfahren.

Man sollte doch vielmehr, und das allein erscheint mir wesentlich, durch groß angelegte Versuchsprogramme und nicht durch kurze und kürzeste Versuchsstrecken die wirtschaftlichen Möglichkeiten ergründen, die eben die Verfahren der Bodenverfestigung bieten. Denn an diesen wirtschaftlichen Möglichkeiten ist dem Bauherrn doch gelegen. Leider ist man an diesen Dingen in letzter Zeit etwas vorbeigegangen. Aus dem gleichen Grund sind auch alle Kostenvergleiche für einzelne Bauweisen nicht stichhaltig, weil ja die Relation zwischen

den für die verlangte Qualität erforderlichen Mindestgeräteaufwand und der Ausbaufäche bei kleinen Versuchsstrecken immer ungünstig ist, wobei hier noch nicht einmal die Lebensdauer der Strecke bzw. der zu erwartende Unterhaltungsaufwand berücksichtigt ist. Ein in seiner Technik rationelles Bauverfahren, das es ermöglicht, große Räume wegebau technisch zu erschließen, kann sich nur dann rationell auswirken, wenn es von vornherein großzügig und somit rationell in die Gesamtplanung einbezogen wird.

II Die Bodenverfestigung mit Straßenteer im Waldwegebau nach den Heilbronner Erfahrungen

von Dipl.-Ing. H. Riemann und Oberregierungsforstrat E. Gleichmann,
Mitglied des Arbeitsringes „Waldwegebau“ der TZF

I. Vorbemerkungen

In den Jahren 1955—1959 wurde im Forstamt Heilsbronn (Mfr.) von Oberregierungsforstrat Greiß ein umfangreiches Versuchsprogramm im neuzeitlichen Waldwegebau geplant und initiiert. Es sollten neben dem Einsatz moderner Großmaschinen die verschiedenen Arten der Bodenverfestigung erprobt und hinsichtlich ihrer Brauchbarkeit für die forstliche und sonstige Wirtschaftswegepraxis untersucht werden. Heilsbronn wurde neben anderen mittelfränkischen Forstämtern für die Versuchsarbeiten ausgewählt, weil es besonders schwierige Verwitterungsböden des Blasensandsteins und des Gipskeupers mit meist starker „Melm“-Auflage (ähnlich den Molkeböden hochschluffig) hatte. Hinzu kam, daß das übliche Wegebau-Steinmaterial wegen der weiten Entfernung zu den Gewinnungsorten hohe Transportkosten verursachte und für einfache Wegebauten in der klassischen Bauart unwirtschaftlich teuer war. Es wurden zahlreiche Probestrecken als mechanische Verfestigungen und auch solche mit Kalk, Straßenteer und Zement gebaut. Die einzelnen Versuchsstrecken wurden wieder unterteilt nach der Menge der jeweils verschieden hoch bemessenen Zuschlagstoffe, also bei den Bindemitteln Kalk, Straßenteer und Zement gestaffelt nach verschiedenen hohen Gewichtsprozentzusätzen. Heute sollen einige Erfahrungen über die Bodenverfestigung mit Straßenteer aus den Jahren 1956 und 1957 geschildert werden, eine Verfestigungsart, die zunächst auf den Heilsbronner Böden etwas problematisch zu sein schien, sich aber, wie aus den nachstehenden Erfahrungen zu entnehmen ist, durchaus bewährt hat.

Die Ausführung sollte einmal beweisen, daß es möglich ist, den anstehenden Boden — größtenteils feinkörniger Schlufflehm — so zu verfestigen, daß er dauerhaft tragfähig und wasserunempfindlich wird. Andererseits sollte die Bodenstabilisierung Ersparnisse an Herstellungs- und Unterhaltungskosten bringen gegenüber einer Ausführung in der „klassischen“ Bauweise, die den Ersatz des Bodens durch frostfreies Material und die Anlage einer Tragschicht aus Straßenbaugestein erfordert hätte.

Seit der Herstellung der Wege sind nun fünf Jahre vergangen, in denen sie einer besonders starken Beanspruchung durch das Rücken und die Abfuhr des Holzes während der ungünstigsten Jahreszeit ausgesetzt waren. Es erscheint daher heute an der Zeit, die gewonnenen Erfahrungen beim Bau und bei der Erhaltung der Strecken einmal zusammenzufassen und daraus Schlüsse zu ziehen, ob und in welchem Ausmaß die eingangs gestellten Forderungen nach der Verwendung der anstehenden Böden und nach Kostenersparnis verwirklicht werden konnten.

II. Programm und Vorbereitung

Auf folgenden Wegen war eine Verfestigung durch Straßenteer vorgesehen:

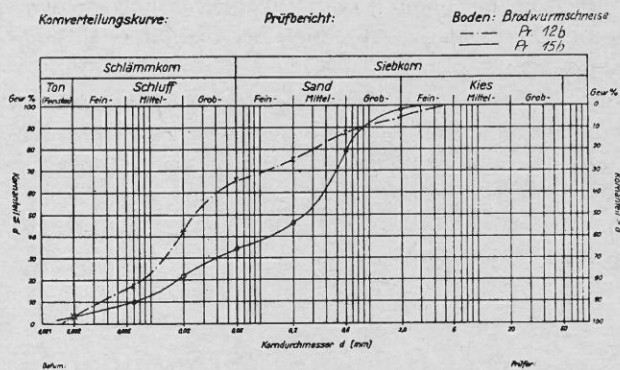
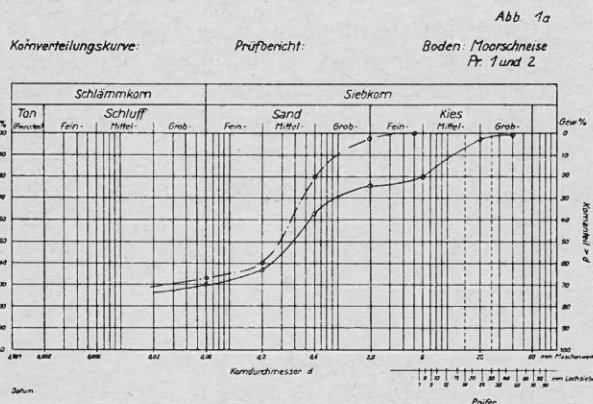
1. Mühlweg-Ost	ca. 1 800 qm (1956)
2. Moorschneise	2 100 qm
3. Sandweg	2 400 qm
4. Grüner Weg	1 300 qm
5. Brodwurmschneise	2 000 qm
6. Kreuzweg/Südweg	2 200 qm
insgesamt	ca. 12 000 qm

Der Bau der Versuchsstrecken wurde durch umfangreiche Bodenuntersuchungen am Grundbauinstitut der Bayer. Landesgewerbeanstalt (BLGA) Nürnberg und an der Versuchsanstalt für Straßen- und Stadtbauwesen an der Technischen Hochschule Darmstadt vorbereitet. Die fertiggestellten Strecken werden seither jährlich vom Grundbauinstitut der BLGA durch Messungen des Trockenraumgewichts, der Feuchtigkeit in verschiedenen Tiefen und des Verformungsmoduls bei der Belastung durch den Lastplattenversuch überwacht.

III. Laboruntersuchungen

Die jeder Bodenverfestigung vorausgehenden Arbeiten im Labor umfassen im allgemeinen:

1. Kornverteilung des ursprünglichen Bodens und nach ev. Kornverbesserung durch Sieb- und Schlämmanalyse.



2. Bestimmung der Plastizität bei bindigen Böden und Durchführung des Proctor-Versuchs zur Ermittlung der Beziehung zwischen Wassergehalt und Lagerungsdichte.
3. Durchführung der Mischversuche und Herstellung von Probekörpern mit verschiedenen Bindemittel- und Feuchtegehalten.
4. Stabilitätsprüfungen an diesen Probekörpern nach Luft- bzw. Wasserlagerung.

An Hand der Beispiele Moorschneise und Brodwurmschneise sollen im folgenden die Ergebnisse der Voruntersuchungen kurz betrachtet werden. Aus Abb. 1a und 1b geht die Kornverteilung der Ausgangsböden hervor. Es handelt sich im wesentlichen um Schluffsand bzw. sandigen Schluff, der besonders empfindlich auf Feuchtigkeitsschwankungen reagiert. Zur Erhöhung der Tragfähigkeit des Bodens und zur Verminderung seiner Wasserempfindlichkeit wurde die Anreicherung mit etwa 30% körnigem Sand aus nahegelegenen Gruben empfohlen. Dieser Sand hatte im Durchschnitt eine Zusammensetzung, wie sie aus Abb. 2 ersichtlich ist, mit einem Kornanteil von 80% zwischen 0,2 und 2,0 mm. Durch diesen Zusatz konnte der Kornanteil $\geq 0,06$ mm des zu verfestigenden Bodens auf etwa 35 bis 38 Gew. % reduziert und die Verfestigungsarbeiten dadurch wesentlich erleichtert werden. H. Winterkorn (3) hat darauf hingewiesen, daß die bituminöse Verfestigung vorwiegend in der Verklebung des Systems besteht, sobald der Boden ein körniges Traggerüst hat. Fehlt dieses Traggerüst und überwiegen Schluff- und Tonanteile, dann wird die Stabilisierung mehr ein physikalisch-chemisches Problem, welches in der Hauptsache darin besteht, durch die

dauerhafte Verringerung des Wassergehaltes eine Erhöhung der Kohäsion im Boden zu erzielen, die durch das Einmischen des bituminösen Bindemittels noch gesteigert wird.

Die Prüfung der Stabilität der Probekörper kann nach verschiedenen Verfahren vorgenommen werden. Für sehr feinkörnige Bodenmischungen wie im vorliegenden Fall eignet sich die Prüfung mit dem Konus-Gerät.*)

Für die Prüfung gröberkörniger Böden bevorzugt man heute die Prüfung nach Marshall**). Sie verfügt über eine abgewandelte Prüftemperatur von 20°, wie sie an der Versuchsanstalt für Straßenbau an der Technischen Hochschule Darmstadt und an der Bundesanstalt für Straßenbau in Köln entwickelt wurde (3).

Die Funktion der beiden Prüfverfahren ist in den angegebenen Merkblättern ausführlich beschrieben. Die Stabilität wird an luftgelagerten und wassergelagerten Prüfkörpern gemessen. Als Kriterium gilt eine möglichst geringe Differenz zwischen den Stabilitätswerten trockener und wassergesättigter Prüfkörper. Die absolute Höhe der erzielten Stabilitätswerte ist demgegenüber von geringerer Bedeutung.

Aus Abb. 3 ist die Abhängigkeit der Konusstabilitäten der Prüfkörper von verschiedenen Mischungsverhältnissen ersichtlich. Der Vergleich des Stabilitätsverlaufs

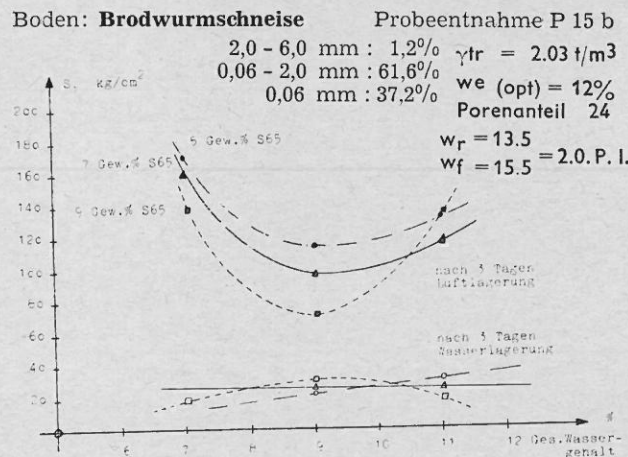
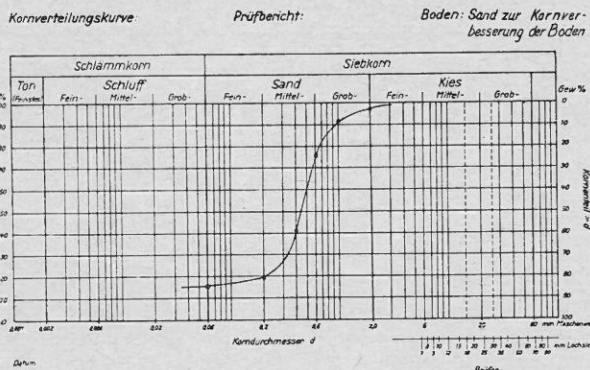


Abb. 3: Abhängigkeit der Konusstabilitäten von verschiedenen Mischungsverhältnissen

*) (Vorläufiges Merkblatt für die Bestimmung der Stabilität bituminöser Massen mit dem Konus-Gerät, Aug. 1959, Forsch.-Ges. f. d. Straßenwesen e. V. Köln)

***) (Vorläufiges Merkblatt für die Bestimmung bituminöser Massen mit dem Gerät nach Marshall, Aug. 1958, Forsch.-Ges. f. d. Straßenwesen e. V. Köln)

bei trockener und nasser Lagerung zeigt eine geringste Differenz und damit eine optimale Mischung zwischen 9 und 11% Wassergehalt. Der Unterschied in den Konusstabilitäten bei einem Zusatz von 5 oder 7 Gew. % Straßenteeremulsion S 65 ist gering, während sich bei einem Zusatz von 9 Gew. % schon eine Vergrößerung der Differenz zeigt. Mit einer Empfehlung von i. M. 6 Gew. % Straßenteeremulsion S 65 bei einem Gesamtwassergehalt der Mischung von 9 bis 11% konnte mit den Verfestigungsarbeiten begonnen werden.

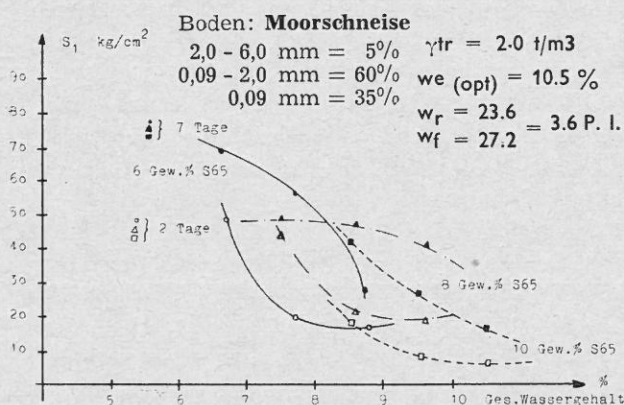


Abb. 4: Abhängigkeit der Konusstabilitäten vom Alter der Probekörper (2 Tage und 7 Tage)

Ganz interessant ist in diesem Zusammenhang auch noch die Abhängigkeit der Konusstabilitäten vom Alter der Probekörper, wie sie aus Abb. 4 hervorgeht. Der Anstieg der 7-Tage-Stabilitäten gegenüber den 2-Tage-Stabilitäten deutet auf eine Erhärtung der Gesamtmischung innerhalb kurzer Zeit hin, wengleich der Einfluß einer gewissen Krustenbildung am Probekörper beim Konus-Versuch nicht ganz auszuschalten ist. Die angegebenen Stabilitäten sind aber jeweils Mittelwerte aus mehreren Messungen.

IV. Einbau

Über den zeitlichen Verlauf der Arbeiten an den beiden Beispielen „Moorschneise“ und „Brodwurmschneise“ gibt eine kurze tabellarische Aufstellung Aufschluß.

1. Moorschneise (Forstbezirk Lichtenau)

Der Weg ist ein reiner Neubau und verläuft in Nord-Süd-Richtung zwischen Waldbestand. Die ursprüngliche Waldschneise war stark vernäßt, überwachsen und für Holzabfuhr unpassierbar. Im Frühjahr 1956 wurde eine Steinsickerung gebaut.

29. 5. 1956: Herstellen des Wegprofils und der Entwässerungsgräben mit dem Grader.

18. 7. 1956: Verdichten des Wegkörpers mit Schafffußwalze in 60 Arbeitsgängen, durch Regenwetter stark behindert.

6./7. 8. 1956: Anfahren und Einmischen von 390 cbm Sand in 20 cm Tiefe mit Pionier-Bodenfräsen.

20. 8. 1956: Verdichten des Erdwegs mit Gummiradwalze bei gleichzeitiger Profilverstellung mit Motorgrader. Es ließ sich jedoch nur eine Teilstrecke völlig verdichten, weil der Wassergehalt mit 14% noch zu hoch war.

27. 8. 1956: Lüften des Bodens mit Seaman-Mixer und nochmaliges Verdichten mit Schafffußwalze.

14. 10. 1956: Kalkstabilisierung auf Teilstrecke. Einmischen von Kalkhydrat (3 Gew. %) auf 20 cm Tiefe. Teerstabilisierung auf Teilstrecken. Einmischen von 7,6 kg/qm Straßenteeremulsion S 65 in 12 cm Tiefe (= ca. 4 Gew. %). Bodenwassergehalt beim Einmischen: 11,5%.

16. 10. 1956: Verdichten mit Gummiradwalze bei gleichzeitiger Profilverstellung mit dem Motorgrader.

Oktober 1957: Aufbringen einer 3 cm starken Dolomitsandverschleißschicht 0/6 mm und Verdichten mit Gummiradwalze.

2. Brodwurmschneise (Forstbezirk Petersaurach)

Der Weg verläuft in gerader Nord-Süd-Richtung zwischen Nadelholzbeständen. Das Oberflächenwasser hatte keinen Abfluß und erschwerte die Befahrbarkeit beträchtlich. Der Weg wurde 1955/56 mit Planierraupe und Motorgrader roh profiliert.

Anfang August 1957: Herstellung der Entwässerungsgräben und des Weg-Feinprofils mit Motorgrader.

Einmischen des Sandzusatzes in 20 cm Tiefe und Abschieben der Schluff-Sand-Mischung in Längsmähd. Verdichten des Wegplanums mit Schafffußwalze bei optimalem Wassergehalt. Neuprofilieren des Weges mit Motorgrader und Verdichten mit Gummiradwalze. Einmischen von Kalkhydrat (2 Gew. %) in 15 cm Tiefe durch Seaman-Mixer. Profilieren mit Grader und Verdichten mit Gummiradwalze.

Ende August 1957: Einmischen von 5 Gew. % Straßenteeremulsion S 65 (400 m Länge) und 6,5 Gew. % Straßenteeremulsion S 65 (200 m Länge).

Anfang Oktober 1957: Verdichten des Wegkörpers mit Gummiradwalze und danach mit Glattwalze. Die späte Verdichtung ist durch das anhaltende Regenwetter nach der Einmischung des Bindemittels zu erklären. Ende Oktober 1957: Aufbringen einer 3 cm dicken Dolomitsandverschleißschicht 0/6 mm und Verdichten mit Gummiradwalze.

An diesen beiden Tabellen sind die großen Zeitabstände zwischen den einzelnen Arbeitsgängen auffallend. Sie werden erklärt durch die besonders regenreichen Sommer der Jahre 1956 und 1957. In solchen Regenperioden ist bei den gegebenen Böden die Einhaltung des Wasseroptimums für die Verdichtung besonders schwierig. Die Wirksamkeit des Bindemittels Straßenteer wird jedoch durch solche Verzögerung nicht beeinträchtigt. In einzelnen Fällen war eine erneute Verdichtung im nächsten Frühjahr ohne Schwierigkeiten möglich, wenn die Boden-Teer-Mischung im Spätherbst nicht mehr genügend ausgetrocknet war.

Ein zweites Problem bildet in Schluffböden die genügende Zerkleinerung des Bodens, um eine möglichst gute Durchmischung mit dem Bindemittel zu erzielen. Dies muß oft in mehreren Durchgängen des Mischgeräts

oder durch entsprechende Kalkzugaben erreicht werden. Im ganzen haben die Nachuntersuchungen auf den Versuchsstrecken aber eine befriedigende Durchmischung und auch eine ausreichende Verdichtung ergeben.

V. Nachuntersuchungen

Durch das Grundbauinstitut der BLGA werden alljährlich die Trockenraumgewichte, die Feuchtigkeit der stabilisierten Schicht und des Untergrunds sowie der Verformungsmodul beim Lastplattenversuch gemessen. Eine Übersicht über die Ergebnisse der Messungen, die jeweils im Sommer durchgeführt wurden, ist recht aufschlußreich, wengleich auch hinsichtlich des Aussagewertes von Plattendruckversuchen auf bituminösen Schichten gewisse Einschränkungen gemacht werden müssen, nicht nur wegen der Temperaturabhängigkeit, sondern auch, weil bei den üblichen Plattengrößen eine Erfassung des unter der zu prüfenden Schicht liegenden Bodens unvermeidlich ist.

Aus der Stellungnahme der BLGA zu den Untersuchungsergebnissen ist die Bestätigung der Erfahrung bemerkenswert, wonach die Tragfähigkeit der Wege im wesentlichen von der Verdichtung von Tragschicht und Untergrund sowie von ihrem Wassergehalt abhängig ist.

Zur Beurteilung der E-Moduli wurde der von H. Meyer in den Vft-Mitteilungen 1957, Heft 2, angegebene E_2 -Wert von 335 kg/qcm für Straßenunterbau zugrunde gelegt. Danach liegen die Werte nahezu alle im zulässigen Bereich und auch die anfangs schwachen Werte der Moorschneise haben sich durch die Verdichtungswirkung des Verkehrs erholt.

Es zeigt sich aber, daß sowohl die Trockenraumgewichte und Wassergehalte als auch die E_2 -Werte des Lastplattenversuchs jährlichen Schwankungen in gewissen Grenzen unterliegen, die mit dem Verlauf der Gesamtwetterlage zusammenhängen (die Werte von 1959 für den Sandweg sind aber wohl doch auf eine Fehlstelle zurückzuführen). Hieraus läßt sich eine Bestätigung dafür ablesen, daß stabilisierte Bodenschichten sozusagen „atmen“, worauf schon H. Winterkorn und G. Greiß hingewiesen haben. Aus einzelnen Daten ist ersichtlich, daß Teerverfestigungen in der Lage sind, hohe Feuchtigkeitsmengen aufzunehmen, ohne daß dadurch eine nicht mehr vertretbare Abnahme ihrer Tragfähigkeit hervorgerufen wird. Es vergrößert sich zwar die Möglichkeit der Verformung unter schwerer Last mit der Durchfeuchtung, jedoch sind solche Verformungen gerade bei Teerstabilisierungen verhältnismäßig leicht wieder zu beheben und die alte Tragfähigkeit wieder herzustellen.

Die auf den Versuchsstrecken angewendete Form der ungebundenen Sandverschleißschichten machen das Eindringen der Feuchtigkeit während längerer Regenperioden unvermeidlich; andererseits begünstigen sie aber wieder das Austrocknen. Sie sind zudem sehr billig in der

Herstellung und der Unterhaltung und haben sich im großen und ganzen für den forstlichen Wirtschaftsverkehr recht gut bewährt.

Sicherlich ist das Ansteigen der Tragfähigkeitswerte in den letzten Jahren auch auf die günstige Wirkung des Verkehrs zurückzuführen, wengleich sich der Verkehr auf Forstwirtschaftswegen keineswegs regelmäßig abspielt, sondern hinsichtlich Gewicht und Jahreszeit eine besonders schwere Belastung der verfestigten Wegkörper darstellt. Denn die Holzabfuhr mit Fahrzeugen bis zu 8 t Achslast findet in der Hauptsache während der Frostaufgangszeit statt. Deshalb ist vielleicht auch die letzte Spalte der Übersicht ganz interessant, in der die ungefähre Menge des jährlich abgefahrenen Holzes angegeben ist.

VI. Wirtschaftlichkeit

Ausschlaggebend für die Wahl einer Bauweise ist neben der verhältnismäßig einfachen und kostenmäßig vertretbaren Ausbautechnik ihre Dauerhaftigkeit und die Höhe ihrer Unterhaltungskosten und damit überhaupt die Wirtschaftlichkeit des Wegebauwerks. Letztere ist das A und O jeder Wegebautätigkeit. Nach den Heilsbronner Erfahrungen ist die Ausführung einer Bodenverfestigung mit Straßenteer technisch nicht schwieriger als jede andere Baumethode. Kostenmäßig liegt sie in ähnlicher Höhe wie eine Zementverfestigung, d. h. sie beträgt in Heilsbronn ca. 50 bis 60% der Kosten der klassischen Steinbauweise. Die Unterhaltungskosten beschränken sich wie bei allen Heilsbronner Neubauten auf das jährliche Mähen der Bankette, das Ergänzen der Verschleißschicht und auf gelegentliches Abwalzen mit der Gummiwalze. Die jährlichen Kosten hierfür betragen 0,03 bis 0,10 DM/lfdm, im mehrjährigen Durchschnitt ca. 0,05 DM/lfdm. Problematisch war in den ersten Jahren nach dem Ausbau die Frage des Oberflächenabschlusses der mit Straßenteer verfestigten Strecken. Im Winter 1956/57 blieben die bis dahin fertiggestellten Teerverfestigungen ohne Oberflächenschutz liegen. Sie wurden beschränkt für den Verkehr freigegeben, was keinerlei Nachteile verursachte. Doch im Frühjahr 1957 zeigten sich, wenn auch nur in ganz geringem Maße, an der Oberfläche wenige Millimeter starke Kleinsterosionserscheinungen, die doch einen Schutz oder Abschluß notwendig machten. Da sämtliche Versuchsstrecken nicht öffentlich waren und damit keinerlei Dauerverkehr hatten, schied ein Belag, eine Schlämme oder ein ähnlicher Oberflächenabschluß aus. Man entschloß sich zu der oben erwähnten Dolomit-Sand-Verschleißschicht mit ihren verschiedenen Vor- und Nachteilen. Wenn auch bei längeren Regenperioden der Feinstkornanteil des Dolomitsandes an manchen Stellen die Feuchtigkeit erhöhte und sie in die teerverfestigte Tragschicht, zumindest oberflächlich, eindringen ließ, so schloß die ungebundene Sandschicht doch im größten Teil des Jahres die Tragschicht gut ab und schützte sie vor den atmosphärischen Einwirkungen, wie vor denen des nur in wenigen Wochen der größten Frühjahrsfeuchtigkeit über sie rol-

lenden Lastverkehrs. An einigen besonders feuchten Stellen traten durch schwere Fahrzeuge mit schmalen Reifen und durch noch eisenbereifte Räder leichte Verformungen in der oberen Tragschicht auf, insbesondere wenn durch Rücken und Laden von Starkholz die Verschleißschicht beschädigt oder verschoben war. Diese Erscheinungen — Durchbrüche der Teertragschicht kamen niemals vor — wurden in den ersten beiden Jahren mit Sorge beobachtet. Bald stellte sich jedoch heraus, daß derartige Verformungen sich leicht beheben ließen. Da es sich stets nur um wenige Quadratmeter handelte, genügte einfaches Einziehen und Ausgleichen des obersten Tragschichtenteils und der Verschleißschicht mit der Hand, um entstandene Unebenheiten auszugleichen. Der weiterlaufende schwere Verkehr verdichtete und glättete die bearbeiteten Stellen rasch, so daß das anfangs vorgesehene alljährliche Abwalzen mit der Gummiradwalze unterblieb und auf Strecken beschränkt werden konnte, die in zeitlich größerem Abstand (alle 3 bis 4 Jahre) Ergänzungen der Verschleißschichten erhielten. Ebenso rasch wie der Verschleißsand Feuchtigkeit aufnahm, gab er sie ab und trocknete in kurzer Zeit aus. Das gleiche gilt für die Teertragschicht, die, wie schon erwähnt, unter der Sandschicht „atmen“ kann und ebenso schnell austrocknet. Die Kosten der Verschleißschicht betragen einschließlich Verdichten mit der Gummiradwalze 0,50 bis 0,60 DM/qm.

Wichtig ist bei jedem Waldweg, ob „klassisch“ oder „modern“ gebaut, daß in der Zeit der stärksten Beanspruchung, die ja fast immer auch die der größten Feuchtigkeit ist, die Wege genau beobachtet und klei-

nere Schäden möglichst umgehend behoben werden. So werden mit geringen Kosten kleine Schäden beseitigt, die bei Vernachlässigung einen erheblich größeren Aufwand verursachen können.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß in Heilsbronn mit teerverfestigten Waldwegen gute Erfahrungen gemacht wurden; ihre rasche Ausbaumöglichkeit, wenn auch durch Schlechtwetterperioden über einen längeren Zeitraum verteilt, aber insgesamt nur auf wenige Tage eigentliche Bauzeit beschränkt, ihre leichte und billige Unterhaltungsmöglichkeit werden der Verfestigung mit Straßenteer auch bei schwierigen Bodenverhältnissen stets den ihr zukommenden Platz unter den modernen Wegebauweisen zusichern.

Literatur:

1. G. Greiß: Erfahrungsbericht über Versuche mit Bodenstabilisierung im mittelfränkischen Waldwegebau. Straßen- und Tiefbau, Heft 5/1959
2. G. Kübler: Erkenntnisse bei Bodenverfestigungen mit Bindemitteln. Straße und Autobahn, Heft 7/1960
3. H. Winterkorn, W. Aichhorn: Grundlagen der Bodenstabilisierung im Straßen- und Wegebau. Selbstverlag der Forschungsges. f. d. Straßenwesen im Österr. Ingenieur- und Architektenverein.
4. H. Pätzhold: Bodenverfestigung mit bituminösen Bindemitteln. Straßen- und Tiefbau, Heft 4/1961
5. H. Riemann: Über Bodenverfestigung mit Straßenteer im Waldwegebau. Der Forst- und Holzwirt, Heft 6/1960

III Wirtschaftswegebau in Moor-, Marsch- und Geestgebieten

von Dipl.-Forstwirt R. Trinks, Hann.-Münden, Mitglied des Arbeitsringes „Waldwegebau“ der TZF

Die Befestigung ländlicher Wirtschaftswege bereitet in Moor-, Marsch- und Geestgebieten besondere Schwierigkeiten. Diese ergeben sich wesentlich aus den Eigenarten des Weguntergrundes und dem wirtschaftlich begründeten Streben nach möglichst ausschließlicher Verwendung örtlich oder ortsnah vorhandener Baustoffe.

Da es an neueren Erfahrungen mit neueren Bauweisen mangelt, die die Herstellung genügend trag- und widerstandsfähiger Befestigungen mit möglichst großer Lebensdauer, geringeren Baukosten und minimalen Unterhaltungskosten in vorgenannten Gebieten gestatten, sind unter der Schirmherrschaft des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten in den Ländern Niedersachsen und Schleswig-Holstein verschiedenste Versuchsstrecken angelegt worden. Die im Juni 1961 vom Sonderausschuß „Versuchsprogramm Nord“ vorgenommene Bereisung der Versuchsstrecken erfolgte zum Zweck der Zustandsaufnahme nach über einjähriger Liegedauer und Inanspruchnahme durch den örtlichen Verkehr.

Trotz des noch geringen Alters der Versuchsbefestigungen lassen sich unter Vorbehalt der erst nach längerer Frist endgültig zu beweisenden Stichthaltigkeit einige Versuchsergebnisse für die praktische Nutzenanwendung bei der zukünftigen Befestigung von Wirtschaftswegen in Moor-, Marsch- und Geestgebieten in Form folgender, vorläufiger Baugrundsätze zusammenfassen:

1. Geeignete Bauverfahren in Mooregebieten ohne Kleiauflage

1.1 Untere Tragschichten

1.11 Grundsätzlich muß eine mindestens 0,50 m dicke Schicht ungleichförmigen Sandes auf das Bodenplanum aufgebracht werden. Diesem Arbeitsgang hat auf weichem Moor der Einbau von Faschinen vorwegzugehen. Für die Verdichtung der Sandauflage sollen leichtere Vibrationsverdichter oder Gummiradwalzen eingesetzt werden.

1.2 Obere Trag- bzw. Deck- und Verschleißschichten

1.21 Bituminöser Beton

Oberschichten aus heißgemischtem bituminösen Beton, hergestellt unter Mitverwendung örtlich oder ortsnah vorhandener Sande, Kiese oder Kiessande geeigneter Korngrößen, lassen sich in Gesamtschichtdicken von 0,06 m bis 0,10 m mit Erfolg unmittelbar auf eine Sandschicht nach 1.11 verlegen. Als Oberflächenschluß wird der Einbau von bituminösem Fettgrus für vorteilhaft gehalten.

1.22 Teerverfestigungen

Die Herstellung von Teerverfestigungen mit Gesamtschichtdicken von mindestens 0,10 m und einer doppelten Oberflächenbehandlung oder stattdessen einem 40 kg/qm schweren bituminösen Belag wird auf Sandschichten nach 1.11 als zweckmäßig angesehen.

1.23 Zementverfestigungen

Auf Sandschichten nach 1.11 herzustellende Zementverfestigungen müssen mindestens 0,15 m dick sein. Sie sind mit Oberflächenschutzschichten oder bituminösen Teppichbelägen zu versehen.

Die durch den Aufbau von Heißbitumenkieslagen und Teppichbelägen auf Zementverfestigungen entstehenden Konstruktionen erscheinen sehr leistungsfähig, aber infolge damit verbundener höherer Baukosten als aufwendig.

Bei der Verwendung von Pectacrete-Zement ist auf eine ausreichende Intensität des Mischvorganges besonders zu achten.

1.24 Zementbetonfahrbahnen

Zementbetonfahrbahnen, bestehend aus Zementbeton B 300, können in Mindestschichtdicken von 0,10 m mit Baustahlgewebeeinlage oder 0,13 m ohne Baustahlgewebeeinlage auf eine Sandschicht nach 1.11 aufgebracht werden. Verdübelungen oder (wie versuchsweise ausgeführt) die Raumfugen überbrückende Baustahlgewebeeinlagen sind nicht erforderlich. Bei 3,00 m breiten Fahrbahnen soll die Feldlänge 5,00 m betragen. Gegen das Belassen durchgehender hölzerner Fugeinlagen bestehen keine Bedenken. Ein leichtes Brechen anderenfalls zunächst scharfer, in Längs- und Querrichtung der Fahrbahn oberflächlich verlaufender Betonkanten wird empfohlen.

2. Geeignete Bauverfahren in Mooregebieten

mit Kleiauflage unter 0,30 m Dicke



Abb. 1: Moor mit Kleiauflage unter 0,30 m Dicke

2.1 Untere Tragschicht

Kleiauflagen unter 0,30 m Dicke lassen sich nicht verfestigen. Auf dem moorigen Untergrund ist eine ausreichende Verdichtung unmöglich. Die Kleischicht ist daher unberührt zu lassen und mit einer mindestens 0,05 m dicken Sandschicht abzudecken. Schwache natürliche Kleiauflagen können unter Verwendung von Klei, der bei der Herstellung der Seitengräben zu gewinnen ist, im Bereich der zukünftigen Fahrbahnbreiten verstärkt werden. Die reibungslose Ausführung solcher Arbeiten ist nur bei gutem Wetter möglich.

Zur Verdichtung scheint ausschließlich die Gummiradwalze geeignet zu sein.

2.2 Obere Trag- bzw. Deck- und Verschleißschichten

Sie können wie unter 1.2 beschrieben auf die Sandschicht nach 2.1 verlegt werden. Das sind

2.21 Bituminöser Beton

2.22 Teerverfestigungen

2.23 Zementverfestigungen

2.24 Zementbetonfahrbahnen

3. Geeignete Bauverfahren in Marschgebieten

mit Kleiauflagen von etwa 0,50 bis 0,70 m Dicke

3.1 Untere Tragschichten

Die Kleiauflage wird zweckmäßig mindestens 0,15 m dick mit Kalk stabilisiert.

3.2 Obere Trag- bzw. Deck- und Verschleißschichten

Auf die stabilisierte Kleischicht können

- 3.21 Bituminöser Beton nach 1.21,
- 3.22 Teerverfestigungen nach 1.22 und
- 3.23 Zementbetonfahrbahnen nach 1.24

mit Erfolg aufgebracht werden.



Abb. 2 Mit bituminösem Fettgrus abgedeckter Heißbitumenkies auf kalkstabilisierter unterer Tragschicht

4. Geeignete Bauverfahren in Marschgebieten mit Kleiauflagen über 0,70 m Dicke

4.1 Untere Tragschichten

Auch über 0,70 m dicke Kleiauflagen werden vorteilhaft in einer Dicke von mindestens 0,15 m unter Verwendung von Kalk stabilisiert.

4.2 Obere Trag- bzw. Deck- und Verschleißschichten

Für den Aufbau auf die stabilisierte Kleischicht werden folgende Befestigungen als geeignet befunden:

4.21 Mechanisch verfestigte Schichten

Die Herstellung mechanisch verfestigter Schichten in Dicken von nicht weniger als 0,10 m aus geeigneten Mineral- oder Gesteinkörnungen von 0/30 mm kann zweckmäßig sein.

4.22 Bituminöser Beton nach 1.21

4.23 Bituminöse Verfestigungen

Bituminös stabilisierte, in Dicken bis zu 0,15 m, etwa nach 1.22 aufgebrauchte Schichten sind gut geeignet.

4.24 Streumakadamdecken

Streumakadamdecken lassen sich erfolgreich auf kalkstabilisierten Kleischichten verlegen. — Eine mögliche Ausführungsart war im Rahmen des Versuchsprogramms unter Verwendung von

- 120,0 kg/qm Hartgesteinschotter der Körnung 35/55 mm,
- 1,5 kg/qm Straßenteer geeigneter Viskosität,
- 40,0 kg/qm Teersplitt der Körnung 2/12 mit dem notwendigen Bindemittelgehalt und
- 15,0 kg/qm bituminösem Fettgrus als Oberflächenschluß hergestellt worden.

4.25 Zementbetonfahrbahnen nach 1.24

4.26 Betonformsteinpflaster

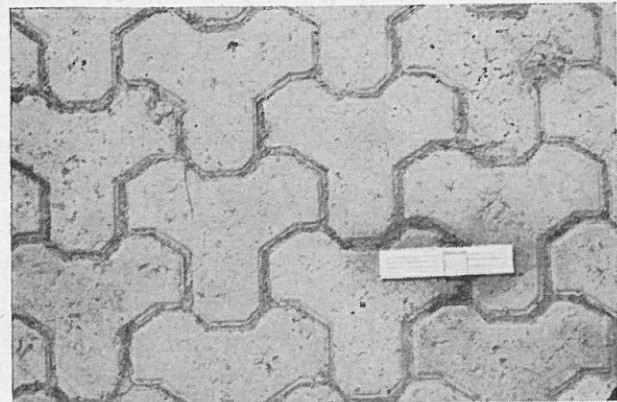


Abb. 3: Oberflächenstruktur einer Fahrbahn aus Betonformsteinpflaster

5. Geeignete Bauverfahren in Geestgebieten

5.1 Tragschichten

Es empfiehlt sich, in Geestgebieten die Stabilisierung unter Verwendung von bituminösen Bindemitteln oder Kalk zur Herstellung von Tragschichten anzuwenden.

5.2 Deck- und Verschleißschichten

Wenn die unter 5.1 benannten Tragschichten in genügender Schichtdicke zur Ausführung gelangen, können auf Kalkstabilisierungen der Einbau von 40 kg/qm schweren bituminösen Teppichbelägen und beispielsweise auf Teerverfestigungen das Aufbringen von doppelten Oberflächenbehandlungen zu Befestigungen führen, die den Ansprüchen des ländlichen Verkehrs vollauf gerecht werden. Das schließt jedoch die Wahl einer anderen, für die Herstellung von unteren Trag- bzw. Deck- und Verschleißschichten beschriebenen und im Einzelfall noch besser erscheinenden Verfahrensweise nicht aus.

Zum Vorwort von Oberforstrat Dr. Schleicher



Mechanische Bodenverfestigung auf mooriger Trasse im Büdinger Wald (von links nach rechts: Dipl.-Ing. P. Edling, Chef des Wegebaubüros der schwedischen Staatsforstverwaltung, fürstlicher Oberforstrat v. Holleben, Revierförster Rottmann)



Örtliche Gewinnung der Zuschlagstoffe für den nebenstehenden Weg in Fürstl. Sandgrube Fm. Eckstein, Wächtersbach

Die vorliegende Nummer der Forsttechnischen Informationen ist eine Doppelnummer. Im Ferienmonat August erscheint keine Forsttechnische Informaiton.

Schriftleitung: Oberforstmeister Müller-Thomas, Mainz, Verlag „Forsttechnische Informationen“, Mainz, Ritterstraße 14, Ruf: 8 63 65. **Druck:** Neubrunnendruckerei und Verlags-GmbH., Mainz. **Erscheinungsweise:** monatlich. **Jahresbezugspreis** DM 14,—. **Zahlung** wird erbeten auf das Konto „Verlag Forsttechnische Informationen“ Nr. 20 03 bei der Stadtparkasse Mainz. **Postcheckkonto** der Stadtparkasse ist Frankfurt/M., Nr. 40 85. **Kündigungen** 4 Wochen vor Jahresende. **Nachdruck** nur mit Genehmigung des Verlages. **Gerichtsstand** und **Erfüllungsort** sind Mainz.