

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein

**Band:** 116 (1965)

**Heft:** 1

  

**Artikel:** Versuche und bisherige Erfahrungen mit bituminösen Trag- und Verschleisschichten

**Autor:** Abt, E.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-767357>

### **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:** 19.03.2025

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

# Versuche und bisherige Erfahrungen mit bituminösen Trag- und Verschleißschichten

Von E. Abt, Buttikon<sup>1</sup>

Oxf. 383

## 1. Problemstellung

Die Motorisierung in Land- und Forstwirtschaft hat in den letzten Jahren eine stürmische Entwicklung durchgemacht. Die damit verbundene Zunahme der Verkehrsdichte und der Verkehrslasten ist so beträchtlich, daß die bestehenden Forst- und Güterwege in den meisten Fällen nicht mehr in der Lage sind, die neue Verkehrsbelastung ohne erhebliche Schäden aufzunehmen. Die Unterhaltskosten sind in der Folge massiv angestiegen und haben das erträgliche Maß überschritten. Leider fehlen uns darüber genügende und zuverlässige Angaben. In Einzelfällen müssen im Kanton Schwyz jährlich bis zu 4 Franken pro Laufmeter an Unterhaltskosten aufgewendet werden.

Nach Forstinspektor Bauer sind im Schutzwaldgebiet noch 16 000 km Fahrwege erforderlich, um eine mittlere Wegdichte von 35 Laufmeter pro Hektare zu erreichen. Die Länge der vorhandenen Wege wird auf 12 000 km geschätzt. Das gewaltige Ausmaß dieser Zahlen und das starke Ansteigen der Instandhaltungskosten lassen den Unterhalt zum Kernproblem des Forstwegebaues werden. Seine Bedeutung wird noch durch die Tatsache hervorgehoben, daß der Bund an den Unterhalt der Wald- und Güterwege grundsätzlich keine Beiträge leistet. Unter diesen Umständen wäre es sinnlos und unverantwortlich, den Waldbesitzern mit Bundessubventionen den Bau von Waldwegen zu ermöglichen, deren Instandhaltung die finanziellen Möglichkeiten überschreitet. Schon bei der Projektausarbeitung müssen daher die zu erwartenden Unterhaltskosten berücksichtigt werden. Grundsätzlich sind Bautypen zu wählen, bei denen die Baukosten und die kapitalisierten Unterhaltskosten ein Minimum ergeben. Von entscheidender Bedeutung ist dabei die Wahl der Verschleißdeckenarten und die Gestaltung der Unterhaltsarbeiten. Damit die Forderung nach erträglichen Unterhaltskosten erfüllt werden kann, muß die oberste Schicht des Straßenaufbaues, unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse, folgende Bedingungen erfüllen:

- Standhalten über längere Zeit gegenüber sämtlichen Beanspruchungen durch Wassereinflüsse, Verkehr, Reisten und Schleifen von Holz
- Rationeller Unterhalt durch Ermöglichung des Einsatzes von geeigneten Maschinen und Geräten.

<sup>1</sup> Vortrag vom 7. 12. 1964 an der ETH

## 2. Grundlagen

Damit überhaupt verkehrstüchtige und dauerhafte Verschleißdecken eingebaut werden können, müssen die folgenden Voraussetzungen erfüllt sein.

### 2.1. Genügende Tragfähigkeit des Straßenkörpers

Der Oberbau hat die Aufgabe, die zu erwartenden Verkehrslasten so stark abzubauen, daß sie vom Untergrund jederzeit schadlos übernommen werden können. Auf Straßen, die eine ungenügende Tragfähigkeit aufweisen und sich deshalb unter dem Verkehr laufend verformen, gelingt es unmöglich, dauerhafte Verschleißdecken zu erstellen. In der Praxis hat es sich gezeigt, daß eine genügende Tragfähigkeit vorhanden ist, wenn im Plattenversuch Me-Werte von über 800 kg pro Quadratcentimeter erreicht werden.

In Gebieten mit wenig tragfähigem Untergrund kann diese Forderung nicht ohne weiteres erfüllt werden. Dies trifft vor allem für die Flysch- und Molassegebiete der Voralpen zu, die sich durch hohe Niederschläge und äußerst schlechte Untergrundverhältnisse mehr oder weniger auszeichnen.

Es handelt sich hier um sehr stark vernäßte, tonig-sandige Silte. Infolge des hohen Wassergehaltes liegen die untersuchten Böden an der Grenze des plastischen zum fließbaren Zustandsbereich. Der Baugrund ist in vielen Fällen nicht imstande, auch nur kleine Verkehrslasten zu übernehmen. Selbst Raupenfahrzeuge mit sehr niedrigem Bodendruck versinken nur allzu oft im wassergesättigten Baugrund.

Bis anhin versuchte man die Tragfähigkeit des Straßenkörpers mittels Astlagen und Verstärkung der Kiestragschicht der erhöhten Verkehrsbelastung anzupassen. Trotz Schichtstärken von 80 bis 100 cm ist es nicht gelungen, genügende Tragfähigkeiten zu erzielen. Beim Einfahren des Tragschichtenmaterials hat sich das frostsichere Kies-Sand-Gemisch innig mit dem tonig-siltigen Baugrund vermischt. Eine genügende Verdichtung konnte in den wenigsten Fällen erreicht werden.

Mit der Baugrundstabilisierung mit Branntkalk hingegen ist es gelungen, mit diesen Schwierigkeiten in wirtschaftlichem Rahmen fertig zu werden. Eine Durchmischung der Kiestragschicht mit dem Baugrund ist in keinem Fall festgestellt worden. Ebenfalls war eine genügende Verdichtung der Tragschichten gewährleistet. Mit Oberbaustärken von 25 bis 40 cm konnten die geforderten, erhöhten Tragfähigkeiten erreicht werden. Die gemessenen Me-Werte betragen auf der verdichteten Kiestragschicht im Mittel 900 kg pro Quadratcentimeter. Diese Werte werden aber nur erreicht, wenn vorgängig der Stabilisierungsarbeiten der Baugrund im Labor untersucht wird und die Resultate sinngemäß auf der Baustelle angewandt werden. Improvisationen und ungenügende Sachkenntnisse führen bei der Kalkstabilisierung unweigerlich zu kostspieligen Versagern.

Die Baugrundstabilisierung mit Branntkalk kommt ausschließlich bei Neubauten in Frage. Bei der Instandstellung zuwenig tragfähiger Güter-

und Forstwege führen erfahrungsgemäß die folgenden Bauverfahren zum Erfolg:

- Verstärkung der bestehenden Tragschicht durch Stabilisierung des vorhandenen Oberbaumaterials im Baumischverfahren mit Zement oder bituminösen Bindemitteln. Dieses Verfahren kann nur angewendet werden, wenn die vorhandene Tragschicht aus einem genügend abgestuften Kies-Sand besteht und das Größtkorn unter 60 mm liegt.
- Verstärkung der bestehenden Tragschicht durch Einbringung einer qualifizierten Kies-Sand-Schicht, die im Zentralmischverfahren mit Zement oder bituminösen Bindemitteln stabilisiert wird. Dieses Verfahren gelangt überall da zur Anwendung, wo die vorhandene Tragschicht nicht stabilisierbar ist.

Die Tragfähigkeit eines Straßenkörpers kann ferner noch verbessert werden, wenn als Tragschicht ein Kies-Sand-Gemisch eingebaut wird, das folgende Eigenschaften aufweist:

- Es muß frostsicher sein. Der Anteil an Feinmaterial mit weniger als 0,02 mm Korndurchmesser darf 3% nicht übersteigen.
- Es muß gut verdichtbar sein, das heißt eine gute Kornverteilung aufweisen.
- Der Größtkorndurchmesser sollte normalerweise 40 mm nicht überschreiten. Diese Forderung betrifft ausschließlich die Bearbeitbarkeit des Kies-Sand-Gemisches und ermöglicht die Anwendung von wirtschaftlichen Oberflächenstabilisierungen.

Die Beschaffung von einwandfreiem Kies-Sand ist vielerorts noch recht schwierig. Die Aufbereitung von örtlichen Kiesvorkommen stellt aber trotz erhöhten Anschaffungskosten in den meisten Fällen auf die Dauer die einzig richtige Lösung dar. Denn Baukosten und kapitalisierte Unterhaltskosten sollten ein Minimum ergeben. In Gebieten mit wenig tragfähigem Baugrund dürfen als Tragschichten keine Schroppenlagen und Steinbette mehr eingebaut werden.

## *2.2. Einwandfreie Wasserableitung*

Eine weitere Voraussetzung für die Erstellung und den Unterhalt von wirtschaftlichen Verschleißdecken bildet die Ableitung des Oberflächenwassers. Das Niederschlagswasser muß möglichst rasch von der Fahrbahn entfernt werden und mit dem Seitenwasser schadlos außerhalb des Straßenkörpers abgeleitet werden. Die angewandten Ableitungssysteme dürfen die maschinelle Instandhaltung der Verschleißdecken weder verhindern noch erschweren. Querrinnen sind deshalb in sämtlichen Normen und Nachschlagewerken zu streichen. Auch Seitenschalen aus Beton erfordern beim Unterhalt kostspielige Anpassungsarbeiten. Ihre Verwendung ist nur in Spezialfällen vertretbar. Gut bewährt hat sich in dieser Hinsicht der Spitzgraben, der sich leicht maschinell unterhalten läßt. In Gebieten mit hohen Niederschlägen dürfen aber die Durchlaßabstände 50 m nicht übersteigen.

### 3. Verschleißdeckenarten

Zusammen mit der Baugrundstabilisierung mit Kalk haben wir in den letzten fünf Jahren Großversuche mit verschiedenen Verschleißdeckenarten durchgeführt. Die Versuche sind im heutigen Zeitpunkt noch nicht abgeschlossen. In den folgenden Ausführungen werden neben den ausgeführten auch die noch geplanten Verschleißdeckenarten kurz gestreift.

#### 3.1. Ton-wasser-gebundene Kies-Sand-Verschleißdecke

Im Forst- und Güterwegebau wurden bis vor kurzem ausschließlich ton-wasser-gebundene Verschleißdecken eingebaut. Die zum Teil beträchtliche Zunahme der Unterhaltskosten haben diese Verschleißdeckenart in Verruf gebracht. Umfangreiche Untersuchungen und Versuche haben ergeben, daß sich unter ganz bestimmten Voraussetzungen auch mit ton-wasser-gebundenen Verschleißdecken dauerhafte Straßenoberflächen erzielen lassen.

Diese Voraussetzungen sind:

- Dauerndes, wasserabweisendes Profil. Es kann nur erhalten werden, wenn der Straßenkörper eine genügende Tragfähigkeit aufweist. In niederschlagsreichen Gebieten kommt unserer Ansicht nach als Profilform nur eine Wölbung der Fahrbahn mit einem beidseitigen Quergefälle von mindestens 6% in Frage. Bei einer einseitigen Querneigung fließt das Niederschlagswasser viel zu lange auf der Fahrbahn dahin.
- Geringe Sonnenbestrahlung. Die Erhaltung des optimalen Wassergehaltes spielt bei den ton-wasser-gebundenen Verschleißdecken eine entscheidende Rolle. Stark besonnte Wegstrecken trocknen rasch aus. Die Folge davon sind Verluste von Feinanteilen durch Staubentwicklung.
- Mäßige Verkehrsdichte. Zu großen Beanspruchungen vor allem durch schnellen Verkehr sind die ton-wasser-gebundenen Verschleißdecken nicht gewachsen. Dies trifft bei Verbindungs- und wichtigen Basisstraßen in den meisten Fällen zu.
- Geringes Gefälle. In der Praxis hat es sich gezeigt, daß bei normaler Verkehrsdichte das Gefälle 6% nicht übersteigen sollte. Bei Sekundärwegen mit ganz geringer Verkehrsdichte kann das Grenzgefälle ohne entscheidende Erhöhung der Unterhaltskosten überschritten werden.
- Einwandfreie Ausführung. Als Verschleißdeckenmaterial dürfen nur Kies-Sande verwendet werden, die einen optimalen Kornaufbau aufweisen. Der Feinanteil (unter 0,02 mm Korndurchmesser) liegt bei 7%. Der Größtkorndurchmesser sollte, wenn möglich, weniger als 20 mm betragen. Das Verschleißdeckenmaterial muß bei optimalem Wassergehalt bestmöglich verdichtet werden.

Die Versuchsstrecken in Galgenen liegen nach dem vierten Jahr noch recht gut da. Die Oberflächen sind gut geschlossen und das Profil ist

noch einwandfrei. Unterhaltsarbeiten sind nach menschlichem Ermessen nicht vor 3 bis 4 Jahren zu erwarten.

### *3.2. Einfache oder doppelte bituminöse Oberflächenbehandlung*

Dieses Verfahren ergibt nur sehr dünne Schichten, die der Beanspruchung vor allem im Forstwegebau nur selten gewachsen sind. Ein guter Verbund mit dem Oberbau ist in der Regel nicht vorhanden. Die dringend notwendige Nachverdichtung durch den Verkehr ist bei Einspurwegen im Mittelstreifen nicht gewährleistet. Als selbständige Verschleißdeckenbauweise ist dieses Verfahren normalerweise nicht geeignet.

### *3.3. Bituminöse Tränkung der vorhandenen Tragschicht mit einfacher bituminöser Oberflächenbehandlung*

Dabei wird die Tragschicht leicht angerissen und mit einem geeigneten Bindemittel getränkt, abgesplittet und verdichtet. Der Porenschluß wird mit einer einfachen Oberflächenbehandlung erzielt. Auch dieses Verfahren ergibt relativ nur geringe Schichtstärken. Die Versuchsstrecke in Galgenen, ausgeführt mit einer Bitumenemulsion im Sommer 1962, hat bereits nach einem Jahr in der Fahrspur erhebliche Schäden aufgewiesen.

### *3.4. Bituminöse Schottertränkung*

Bei diesem Verfahren werden etwa 90 l pro m<sup>2</sup> Hartschotter 40/60 mm in die Planie eingewalzt und mit 2 bis 3 kg pro m<sup>2</sup> Bitumen-Teer 135/250 getränkt und abgesplittet. Der Porenschluß erfolgt mit einer einfachen Oberflächenbehandlung. Als Vorteil ist dabei die beliebig große Rauigkeit der Oberfläche zu werten. Nachteilig hingegen wirkt sich der nicht qualifizierte Kornaufbau und die relativ große Wasserdurchlässigkeit aus. Eine diesbezügliche Versuchsstrecke ist an der Ußbergstraße in Reichenburg im vergangenen Sommer erstellt worden.

### *3.5. Bituminöse Stabilisierung*

Auf den Kalkstabilisierungen müssen von allem Anfang an die Kiesstragschichten so stark dimensioniert werden, daß beim Einfahren des Kiesandes keine Verformungen des Straßenkörpers mehr möglich sind. Dieser Baustellenverkehr stellt aber im Forst- und Güterwegebau die höchste je zu erwartende Verkehrsbelastung dar. Nach dem Einbau und der Verdichtung der Kiestragschicht sind in der Regel genügende Tragfähigkeiten vorhanden. Bei den hohen Material- und Transportkosten wäre es unzweckmäßig, auf die Tragschicht eine vorumhüllte Verschleißdecke aufzudoppeln. Aus diesen Überlegungen heraus haben wir uns entschlossen, bituminöse Stabilisierungen der vorhandenen Tragschicht im Baumischverfahren durchzuführen. Da dabei nur das Bindemittel zugeführt werden muß, war es möglich, auch bei größeren Schichtstärken wirtschaftlichere Verschleißdecken als mit anderen Verfahren zu erzielen.

In den Jahren 1961 bis 1963 sind Großversuche mit folgenden Bindemitteln ausgeführt worden:

- Stabilisierung der Kiestragschicht mit einer kationischen Bitumenemulsion.

Das Bindemittel wurde in 3 Arbeitsgängen zu je 3 kg pro m<sup>2</sup> auf die leicht angerissene Planie mit dem Sprengbalken aufgespritzt und mit einer Bucher-Guyer-Fräse 10 cm tief in die Tragschicht eingemischt und mit einer Glattwalze verdichtet. Der Porenschluß erfolgte durch eine einfache Oberflächenbehandlung.

Trotz zu geringem Bindemittelgehalt und ungenügender Mischung liegt die Versuchsstrecke erstaunlich gut da.

- Stabilisierung der Kiestragschicht mit Cutback.

Das auf etwa 120° erhitzte Bindemittel wurde direkt in den Fräsevorgang eingespritzt und mit der PH-Fräse 10 cm tief in die Tragschicht eingemischt. Infolge verschiedener Mängel an der Fräse und in der Arbeitsausführung konnte der rezeptierte Bindemittelgehalt von 4% nicht eingehalten und nur eine stark wellige Planie erreicht werden. Der Porenanschluß wurde mit einer einfachen Oberflächenbehandlung erzielt.

Trotz diesen Mängeln liegt die Versuchsstrecke von über 2000 m Länge sehr gut da. Besonders erstaunlich ist die Anpassungsfreudigkeit dieses Verfahrens. Selbst massive Setzungen im Untergrund haben zu keinen Schäden an der Oberfläche geführt. Die Versuchsstrecke liegt teils auf zu wenig tragfähigen, bestehenden Straßen, teils auf mit Untergrundstabilisierung versehenen Neubaustrecken.

- Stabilisierung der Tragschicht mit Reinter.

Die Versuchsstrecke mit Teer wurde auf die gleiche Weise wie die Cutbackstabilisierung durchgeführt. Der einzige Unterschied gegenüber dem Cutback ist, daß bei der Verwendung von Teer dem Kies-Sand noch 2% Kalkhydrat beigemischt werden muß.

Nachdem die Mängel an der Mischmaschine behoben und das Arbeitsverfahren verbessert werden konnte, sind wir heute in der Lage, mit den drei Bindemitteln Emulsion, Cutback und Teer dauerhafte und sehr wirtschaftliche bituminöse Verschleißdecken zu erstellen. Entscheidend ist jedenfalls der Umstand, daß mit allen verwendeten Bindemitteln eine Umhüllung der Sand-Silt- und Tonkomponenten erreicht wurde, die zu einer einwandfreien Vermörtelung der Kies-Sand-Gemische geführt hat.

Bei der Ausführung muß besonders auf eine zuverlässige Dosierung und eine einwandfreie Mischung geachtet werden. Bei der Verwendung von kleinen Einwellen-Fräsen sind eindeutige Kornentmischungen festzustellen, was bei der PH-Fräse nicht der Fall ist. Preisunterschiede sind bei der Ver-

wendung von Cutback oder Teer nicht vorhanden. Der günstigere Teerpreis wird durch die notwendige Verwendung von Kalkhydrat aufgewogen. Die Stabilisierung mit Emulsion hingegen kommt etwas teurer zu stehen. Infolge des Wasseranteiles muß gewichtsmäßig mehr Bindemittel verwendet werden, das zudem im Ankauf noch teurer ist als Cutback.

Ob sich bei den verwendeten Bindemitteln auf die Dauer Qualitätsunterschiede zeigen, kann im heutigen Zeitpunkt noch nicht abschließend beurteilt werden. Immerhin sind in den Nachuntersuchungen einige Anhaltspunkte in dieser Richtung in Erscheinung getreten.

Bei den als Porenschluß eingebauten einfachen Oberflächenbehandlungen hingegen scheint die Wahl der Bindemittelarten wichtig zu sein. Denn nicht alle verwendeten Bindemittel zeigen unter starker Sonneneinwirkung das gleiche Verhalten.

Bei der Instandstellung von bestehenden Wegnetzen, wo es weniger um eine massive Tragfähigkeitserhöhung geht, eignet sich die bituminöse Stabilisierung im Zentralmischverfahren vorzüglich. Dabei wird in der Kiesgrube ein gut abgestufter Kies-Sand im Zwangsmischer mit einem bituminösen Bindemittel kalt gemischt und mit einem Fertiger oder Grader eingebracht. Dieses Verfahren konnte bis jetzt nicht angewandt werden, weil die ortsansässigen Unternehmer über keine geeigneten, leistungsfähigen Zwangsmischer verfügten.

### *3.6. Heißmischtragschicht*

Es handelt sich um qualifizierte Kies-Sand-Gemische, die im Zwangsmischer heiß mit dem Bindemittel gemischt und mit dem Fertiger eingebracht werden. Als Bindemittel haben wir auf den Versuchsstrecken Galgenen und Gelbberg hochviskosen Teer und Bitumenteer verwendet. Versuche mit Reinbitumen werden noch ausgeführt. Als Versuchsstrecken sind bestehende Strassen mit zu geringer Tragfähigkeit ausgewählt worden.

Die umfangreichen Nachuntersuchungen haben folgende Resultate ergeben:

- Die erstellte Planie hat nicht ausgereicht, um die geforderte Schichtstärke von 6 cm gleichmäßig einzuhalten.
- An Stellen, die nach dem Einbau der Heißmischtragschicht noch zu geringe Tragfähigkeiten aufwiesen, sind im zweiten Jahr Risse aufgetreten, die bereits Unterhalt erfordern. Dabei konnte festgestellt werden, daß die Versuchsstrecke mit hochviskosem Teer schlimmere Schadenbilder zeigt. Ob durch die Verwendung von Reinbitumen die Anpassungsfreudigkeit gesteigert werden kann, steht noch nicht fest.

Als Porenschluß wurde ein bituminierter Sand verwendet, der sich in der Praxis als ungenügend erwiesen hat. In Zukunft müssen die Heißmischtragschichten mit einer Schlemme oder einer einfachen Oberflächenbehandlung versehen werden.

### 3.7. Kaltmischbeläge

Es handelt sich um qualifiziertes Kaltmischgut, das unter dem Namen Bimacid-Mix bekannt ist. Auf Forst- und Güterwegen werden Deckenstärken von 3 cm mit 70 bis 80 kg pro m<sup>2</sup> Mischgut mit dem Fertiger eingebaut. Die Oberfläche wird mit 3 bis 5 kg pro m<sup>2</sup> bituminiertem Sand geschlossen. Eine Bimacid-Mix-Versuchstrecke ist bei uns bis jetzt noch nicht gebaut worden.

### 3.8. Zementstabilisierung

Bei diesem Verfahren wird die Kiestragschicht mit etwa 100 kg Zement pro m<sup>3</sup> gemischt und beim optimalen Wassergehalt verdichtet. Die Schichtstärken sollten 15 cm nicht unterschreiten. Während der Abbindezeit muß die Schicht vor Austrocknung geschützt und für sämtlichen Verkehr gesperrt werden. Die Oberflächen von Zementstabilisierungen sind sehr offen. Sie müssen deshalb mit einem dauerhaften Porenschluß versehen werden. Die in jeder Zementstabilisierung unweigerlich entstehenden Haarrisse stellen an diesen Oberflächenabschluß erhöhte Anforderungen. Auf der Versuchstrecke Gelberg wurde als Porenschluß eine doppelte bituminöse Oberflächenbehandlung eingebaut. Dabei wurde die Oberfläche der Zementstabilisierung mit einer Bitumenemulsion vom Typ ER 51 leicht imprägniert, um eine einwandfreie Haftung der nachfolgenden doppelten Oberflächenbehandlung zu garantieren. Der Bindemittelverbrauch für diese Imprägnierung betrug 0,6 kg pro m<sup>2</sup>. Für die doppelte Oberflächenbehandlung wurde Bitumen-Teer 135/250 verwendet. Die Strecke liegt im zweiten Jahr noch sehr gut da. Die Oberflächenbehandlung haftet genügend auf der Zementstabilisierung, und die Haarrisse sind nicht bis an die Oberfläche durchgedrungen.

Mit der Zementstabilisierung werden verblüffend hohe Festigkeiten erreicht. Das Verfahren eignet sich im Bau- wie im Zentralmischverfahren überall da, wo es in erster Linie um eine massive Erhöhung der Tragfähigkeit geht.

## 4. Eignung und Kosten

Eignung und Baukosten der erwähnten Verschleißdecken sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt. Die Kostenangaben beziehen sich auf den Kanton Schwyz und basieren auf den jetzigen Offertpreisen. In ihnen sind die Aufwendungen für die Erstellung der Planie und den Porenschluß enthalten.

Unterhalten werden die bituminösen Verschleißdecken mit einfachen Oberflächenbehandlungen. Die Erneuerung des Porenschlusses muß erfahrungsgemäß alle 5 bis 8 Jahre erfolgen. Daraus ist ersichtlich, daß auch bei bituminösen Verschleißdecken namhafte Unterhaltskosten zu erwarten sind.

Es werden zurzeit große Anstrengungen unternommen, um die einfachen Oberflächenbehandlungen durch dauerhaftere Verfahren zu ersetzen.

| Verschleißdeckenart                               | Neubau  | Eignung bei Instandstellung |                      | Schichtstärke<br>cm | Kosten pro m <sup>2</sup><br>Fr. |
|---|---------|-----------------------------|----------------------|---------------------|----------------------------------|
|   |         | stabilisierbar              | nicht stabilisierbar |                     |                                  |
| 1. ton-wasser gebundene Kies-Sand-Verschleißdecke | ja      | ja                          | ja                   | 4-6                 | 3.- bis 4.-                      |
| 2. Tragschichten-tränkung                         | bedingt | nein                        | nein                 | 2-3                 | 5.- bis 6.-                      |
| 3. Schottertränkung                               | nein    | nein                        | ja                   | 5-6                 | 6.- bis 7.-                      |
| 4. Bituminöse Stabilisierung Baumisch-verfahren   | ja      | ja                          | nein                 | 10-12               | 8.- bis 9.-                      |
| Zentralmisch-verfahren                            | bedingt | bedingt                     | ja                   | 8-10                | 10.- bis 11.-                    |
| 5. Heißmisch-tragschicht                          | bedingt | nein                        | ja                   | 5-6                 | 12.- bis 14.-                    |
| 6. Kaltmisch-beläge                               | bedingt | nein                        | bedingt              | 3                   | 5.50 bis 7.50<br>(Ohne Planie)   |
| 7. Zement-stabilisierung Baumisch-verfahren       | bedingt | ja                          | nein                 | 15                  | 7.- bis 8.-                      |
| Zentralmisch-verfahren                            | nein    | nein                        | ja                   | 15                  | 10.- bis 11.-                    |

### 5. Schlußbetrachtung

Wenn auch im heutigen Zeitpunkt eine abschließende Beurteilung der Verschleißdecken noch nicht möglich ist, so scheint doch die allgemeine Marschrichtung im Forst- und Güterwegebau festzustehen. Überall da, wo die bereits erwähnten Voraussetzungen vorhanden sind, wird mit dem Einbau von einwandfreien ton-wasser-gebundenen Kies-Sand-Verschleißdecken die wirtschaftlichste Lösung erzielt. In allen andern Fällen stehen uns in der Stabilisierung mit bituminösen und hydraulischen Bindemitteln Verfahren zur Verfügung, die in den meisten Fällen zum Erfolg führen und uns erlauben, dauerhafte Straßenoberflächen zu bauen.

Unsere Aufgabe ist es nun, dasjenige Verfahren und Bindemittel auszuwählen, das für jeden Einzelfall das beste ist. Eine richtige Wahl kann aber nur getroffen werden, wenn in vermehrtem Maße seriös gemessen und untersucht wird. Dispositionen, die nur aus dem Handgelenk geschüttelt werden, führen auch im Forst- und Güterwegebau nicht zu der gewünschten Lösung unserer Probleme.

## Résumé

### Essais et expériences dans les couches portantes et de fermeture en bitume

La motorisation dans l'exploitation forestière et agricole au cours de ces dernières années, a soumis nos routes à de nouvelles sollicitations pour lesquelles elles n'étaient pas faites. Les frais d'entretien se sont élevés de façon considérable, atteignant jusqu'à 4 Frs/m' et par année. Ce problème est donc devenu primordial dans la question des routes forestières, puisqu'il nous faut choisir une méthode de construction pour laquelle les frais de construction et les frais d'entretien capitalisés atteignent un minimum.

L'auteur cherche à analyser différentes couches de fermeture et différents modes de stabilisation des couches en place permettant de diminuer les frais d'entretien. Des expériences concrètes sont en cours dans le canton de Schwyz et permettent déjà d'entrevoir certains résultats.

Pour que les couches de fermeture puissent résister aux déformations, il faut que le corps de la route aie une capacité portante suffisante d'une part et que le problème de l'évacuation des eaux soit résolu de façon satisfaisante de l'autre. On peut améliorer la capacité portante des nouvelles constructions par une stabilisation à la chaux, pour les anciennes par stabilisation de la superstructure existante au ciment ou au bitume, si le matériel qui compose ces couches est de bonne composition, sinon par adjonction d'un sable-gravier stabilisé ou encore d'une nouvelle couche de support en sable-gravier non-gélif. Quant au problème des eaux, il faut non seulement que les aqueducs soient placés en nombre suffisant, mais aussi que les installations permanentes permettent un entretien à la machine. Cela exclut par exemple les rigoles transversales et autres cunettes cimentées, qui peuvent être remplacées par un bombage adéquat de la route et un petit fossé latéral en V, très facile à entretenir à la machine.

Les différentes couches de fermeture étudiées ici sont :

- a) Couche de fermeture en macadam (sable-gravier avec un argile comme liant). Ce procédé exige un profil permettant l'évacuation des eaux, une bonne capacité portante, un certain ombrage qui empêche les argiles de s'envoler, une densité de trafic limitée et une pente pas trop forte. Dans bien des cas donc il faut renoncer à cette méthode.
- b) Dépoussiérage de la surface par traitement simple ou double au bitume. Ce procédé qui ne concerne que des couches minces ne semble pas indiqué.
- c) Pénétration au bitume des couches de support et dépoussiérage simple en surface. Les tronçons ainsi traités présentent déjà assez tôt des déformations.
- d) Pénétration au bitume des graves. Ce procédé laisse une trop grande porosité à la route et les matériaux conservent leur mauvaise répartition des grains.
- e) Stabilisation au bitume avec une émulsion cathionique, un cutback ou au goudron pur. Ces méthodes semblent bien réussir. L'émulsion revient un peu plus cher que les deux autres procédés. La stabilisation convient très bien pour la remise en état de routes déjà construites et dont la capacité portante est suffisante.

- f) Enrobé à chaud des couches de support. Dans l'essai exécuté, la couche de 6 cm obtenue n'a pas été supportée par les couches inférieures. La fermeture devrait se faire par un traitement simple en surface.
- g) Enrobé à froid. Aucun essai n'a été entrepris avec ce système.
- h) Stabilisation au ciment. Ce procédé, additionné d'un traitement en surface qui colle bien au ciment et permet de boucher les fissures qui se forment parfois à la surface du béton, donne une solidité étonnante à la route. Il est nécessaire cependant d'avoir des couches de plus de 15 cm d'épaisseur, et prendre certaines mesures désagréables en cours de séchage, comme celle d'interrompre le trafic sur le tronçon en question.

En ce qui concerne les frais et les domaines d'application de ces différentes méthodes, voir la table dans l'article.

Il semble actuellement que les couches de fermeture en bitume avec traitement simple (dépeussierage) doivent être refaites tous les 5 à 8 ans. Ce procédé exigerait donc passablement d'entretien. La solution la plus économique reste de toute évidence le macadam (route naturelle), là où les conditions nécessaires sont remplies, sinon il semble que la stabilisation au bitume ou aux liants hydrauliques soient les procédés les plus efficaces. Il s'agit de choisir dans chaque cas le procédé et le liant le plus adéquat.

*J-Ph. Schütz*

## Bewundernswerte Taten

Schall- und Raumauern sind dem menschlichen Forschungsdrang und Eroberungsgeist keine Hindernisse mehr. Wir bewundern mit Recht die Taten der Weltraumpioniere. — Wäre es aber nicht auch eine Tat, die bedrohte Natur unserer Erde vor dem Untergang zu bewahren?

Sammlung des Vereins zur Förderung des WORLD  
WILDLIFE FUND, Zürich, Löwenstraße 1  
Postcheckkonto VIII 58957