

Bodenstabilisierungen im Forst- und Güterwegebau, Versuchsstrecke Gelbberg im Kanton Schwyz

Autor(en): **Abt, E.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **113 (1962)**

Heft 8-9

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-768043>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Bodenstabilisierungen im Forst- und Güterwegebau, Versuchsstrecke Gelberg im Kanton Schwyz

Von *E. Abt*, Buttikon

Oxf. 383.4

I. Orientierung über das Gesamtprojekt

Der im Bau befindliche Alperschließungsweg ist Bestandteil einer umfassenden Alp- und Waldsanierung. Das Projektgebiet liegt auf der rechten Talseite des Trepsentales im Gemeindegebiet Schübelbach und weist eine Gesamtfläche von 720 ha auf.

Davon entfallen auf:

Wald	386 ha
Weide	250 ha
Unproduktives Land	84 ha

Der geologische Untergrund wird im nordwestlichen Teil durch die untere Süßwassermolasse gebildet, während im südöstlichen Teil der Flysch ansteht. Aus diesen geologischen Unterlagen sind vorwiegend schwere Lehmböden entstanden. Die hohen Niederschläge – sie betragen im Projektgebiet nahezu 2000 mm im Jahr – haben zu ausgedehnten Vernässungen der tonreichen Böden geführt. Von der Gesamtfläche sind über 250 ha vernäßt. In den letzten sechs Jahren wurden durch Erdrutsche 21,5 ha produktiven Waldbodens und 1,5 ha Weide zerstört. Neue Anrisse sind zur Genüge vorhanden, so daß in nächster Zukunft mit weiteren Rutschungen gerechnet werden muß. Das ganze Gebiet war bis vor kurzem praktisch unerschlossen und die Bewirtschaftung ausgesprochen extensiv.

Das kantonale Oberforstamt hat nun in Zusammenarbeit mit dem kantonalen Meliorationsamt ein umfassendes Sanierungsprojekt ausgearbeitet. In erster Linie muß durch umfangreiche Entwässerungen die Schlipfgefahr auf ein Minimum herabgemindert und der Wasserabfluß durch Aufforstungen im Einzugsgebiet der gefährlichen Wildbäche und durch Bachverbauungen günstig beeinflußt werden. Ferner sind die vorhandenen recht guten Wachsbedingungen durch Erschließung und intensive Bewirtschaftung von Wald und Weide auszunützen. Das Projekt umfaßt daher folgende Arbeiten:

1. Ausbau des generellen Wegnetzes

Das generelle Wegnetz sieht im ganzen 8500 m Güter- und Waldstraßen mit einer Fahrbahn von 3 m Breite vor. Davon sind 3500 m in den letzten sechs Jahren bereits ausgebaut worden.

2. Wald-Weide-Regelung, Entwässerung und Aufforstung

Um eine intensive Bewirtschaftung zu gewährleisten, müssen Wald und Weide ausgeschieden werden. Zum Wald werden vorwiegend schlecht bestockte und vernäbte Weidwaldungen und für die landwirtschaftliche Sanierung ungeeignete Streuerieter geschlagen.

Zur Entwässerung und Aufforstung gelangen :

landwirtschaftlich benutzte Streuerieter	44 ha
Schlipfgebiete	48 ha

Dazu kommt noch die Entwässerung und Wiederinstandstellung von vernäbten schlecht bestockten Waldpartien im Ausmaß von 41 ha.

3. Umfassende Alpverbesserungen

Im Projekt sind folgende Maßnahmen vorgesehen :

- Entwässerung von 75 ha vernäbter Weide oder Streuerieter
- Stallsanierungen
- Erstellung von Düngeranlagen
- Einfriedungen im Alpgebiet.

Durch die Ausführung dieser Arbeiten kann der Verlust von 44 ha Streuland, die zur Aufforstung gelangen, mehr als wettgemacht werden.

4. Bachverbau

Für die Sanierung der Schlipfgebiete im Schwantenportwald sieht das Projekt Verbauungen des Ankenlochbaches vor. Eine Verbesserung der bestehenden Abflußverhältnisse ist zudem durch die Entwässerung und Aufforstung von insgesamt 133 ha zu erwarten.

Der Kostenvoranschlag für das umfassende Projekt kann wie folgt aufgestellt werden :

Wegebau, 5000 m à Fr. 190.—	= Fr. 950 000.—
Aufforstung, 133 ha à Fr. 7500.—	= Fr. 1 000 000.—
Umfassende Alpverbesserungen, Wasserableitungen, Entwässerungen, Stallsanierungen usw.	= Fr. 800 000.—
Bachverbauungen	= Fr. 500 000.—
Total	= <u>Fr. 3 250 000.—</u>

Davon entfallen auf:	
die Landwirtschaft	Fr. 1 550 000.—
die Forstwirtschaft	Fr. 1 700 000.—

II. Untergrundstabilisierung

Beim Ausbau unserer generellen Wegnetze sind nun Schwierigkeiten baulicher Natur aufgetreten, die mit den bisherigen Baumethoden nicht gemeistert werden können. Der geologische Untergrund wird in den meisten Waldgebieten des Kantons Schwyz durch die untere Süßwassermolasse oder durch den Flysch gebildet. Die daraus entstandenen Böden sind kornmäßig ungünstig zusammengesetzt und enthalten viel zu viel Wasser.

So steht uns in den meisten Projektgebieten ein äußerst schlechter Baugrund zur Verfügung, der nicht imstande ist, auch nur die kleinsten Verkehrslasten zu übernehmen. Selbst Baumaschinen mit sehr niedrigem Bodendruck versinken nur allzuoft in der wassergesättigten und schmierigen «Suppe».

Bis anhin versuchte man die schlechten Untergrundverhältnisse durch Einbringen von Astlagen und immer mächtigeren Kiestragschichten zu überbrücken. Auf diese Weise sind wohl fahrbare Straßen entstanden, die aber in keiner Weise befriedigen konnten. Das Kantonsforstamt Schwyz hat nun in Zusammenarbeit mit der Professur für forstliches Bau- und Transportwesen der ETH in Galgenen Großversuche durchgeführt. In den Jahren 1959 bis 1961 sind rund 10 000 m² des anstehenden Bodens mit ungelöschtem Kalk stabilisiert worden. Dabei wurden sechs Gewichtsprozent Stabilit-Kalk mit einer Bucher-Guyer-Fräse 15 cm tief in den anstehenden Baugrund gemischt.

Der Großversuch auf der Baustelle Galgenen hat nun erfreulicherweise den Beweis erbracht, daß mit Untergrundstabilisierung mit ungelöschtem Kalk bei schlechten Bodenverhältnissen bessere und billigere Straßen gebaut werden können.

Der Vergleich gegenüber der alten Bauweise (Astlage und Kiestragschichten bis zu 100 cm Mächtigkeit) hat nun folgende Ergebnisse gezeitigt:

	Alte Bauweise	Neue Bauweise
Tragfestigkeiten	starke Verformungen	keine Verformungen
ME-Werte		
(auf Kiestragschicht)	unter 300 kg/cm ²	um 900 kg/cm ²
Durchmischung		
Tragschicht		
mit Untergrund	stark	keine
Frostaufbrüche	häufig	keine
Tragschichten-		
materialbedarf	2,1 bis 3 m ³	0,6 bis 1,2 m ³
Kosten Oberbau		
ohne Verschleißdecke	Fr. 52.50 bis 75.—	Fr. 35.— bis 50.—

Die Einsparung gegenüber der alten Bauweise beträgt für die Versuchsstrecke Galgenen Fr. 17.50 bis Fr. 25.— pro Laufmeter Straße.

Diese erfreulichen Resultate wurden mit einem Bauverfahren erzielt, das in seiner Ausführung noch vieles zu wünschen übrig läßt. Bei den vorhandenen Untergrundverhältnissen war es in 90 Prozent aller Fälle unmöglich, ein wasserabweisendes, gleichmäßig dichtes und skelettfreies Planum zu erstellen. Die Folgen davon waren :

- Beeinträchtigung der Mischqualität
- Überbeanspruchung des Mischgerätes (Reparaturen)
- Fehlen eines wasserabweisenden Profils
- Starke Abweichung in der Höhenlage, im Quer- wie im Längensprofil.

Ferner hat sich an verschiedenen Stellen eine kalkstabilisierte Schicht von nur 15 cm Mächtigkeit als zu schwach erwiesen. Eine optimale Verdichtung konnte daher in den meisten Fällen nicht erreicht werden.

Wir haben nun versucht, für die neue Versuchsstrecke Gelbberg die auf der Baustelle Galgenen aufgetretenen Unzulänglichkeiten auszuschalten. Die hierzu nötigen Bodenuntersuchungen sind durch Herrn Forstingenieur K u o n e n vorgenommen worden. Sie ergaben folgende Resultate :

	Molasse	Flysch
Natürlicher Wassergehalt	31,6 %	44,5 %
Optimaler Wassergehalt (unbehandelt)	15 %	19 %
Porosität	45 %	55 %
Sättigungsgrad	100 %	100 %
Fließgrenze	39,9 %	44,2 %
Ausrollgrenze	15,1 %	18,1 %
Plastizitätszahl	24,8	26,1
Kornverteilung: Kleiner als 0,2 mm	81,3 %	73,8 %
Kleiner als 0,02 mm	41,2 %	43,2 %
Kleiner als 0,002 mm	17,2 %	18,9 %

Nach Beigabe von drei Prozent Stabilit-Kalk verändert sich der untersuchte Untergrund wie folgt :

Optimaler Wassergehalt	24,5 %	27 %
Optimales Trockenraumgewicht	1,52 t/m ³	1,46 t/m ³
Fließgrenze	48 %	46,1 %
Ausrollgrenze	28,5 %	31 %
Plastizitätszahl	19,5	15,1

Die umfangreichen Untersuchungen von Herrn K u o n e n haben ergeben, daß sich beide im Projekt vorkommenden Böden für eine Kalkstabilisierung eignen. Eine Beigabe von drei Gewichtsprozent Stabilit-Kalk bewirkt bereits eine Verschiebung der Ausrollgrenze um 13% in Richtung eines höheren Wassergehaltes. Ob aber die geringe Beigabe auf der Baustelle genügt, um

den natürlichen Wassergehalt auf das Optimum (24,5% beziehungsweise 27%) zu reduzieren, wird besonders bei schlechter Witterung nicht möglich sein. Gestützt auf diese Untersuchungen und unter Auswertung der Erfahrungen von Galgenen haben wir nun folgendes Bauverfahren für das Projekt Gelbberg ausgearbeitet:

1. *Vorstabilisierung:*

Mit dem Fleco-Rechen werden drei Gewichtsprozent Stabilit-Kalk 30 cm tief in den Boden eingemischt. Je nach Beschaffenheit und Wassergehalt des Untergrundes sind zehn bis zwanzig Übergänge erforderlich. Fremdkörper und Steine über Faustgröße müssen während des Mischvorganges aus der obersten Schicht von 25 cm von Hand entfernt werden. Mit diesem Verfahren kann eine optimale Mischung von Boden und Kalk nicht erreicht werden. Ebensowenig gelingt es in den meisten Fällen, den natürlichen Wassergehalt auf das Optimum zu reduzieren. Trotz dieser Unzulänglichkeiten bewirkt der Kalk in jedem Fall eine wesentliche Erhöhung der Tragfähigkeit, die nun die Erstellung eines wasserabweisenden, gleichmäßig dichten und skelett-freien Planums erlaubt. Die Planie wird am zweckmäßigsten mit dem Motorgrader erstellt und mit der Gummiradwalze verdichtet.

2. *Hauptstabilisierung*

Auf das vorstabilisierte Planum werden im Maximum drei Gewichtsprozent Kalk mit einem geeigneten Verteilgerät gleichmäßig aufgebracht. An Stabilit-Kalk gelangen nur noch solche Mengen zur Anwendung, die gerade ausreichen, um den optimalen Wassergehalt zu erhalten. Auf der Baustelle Gelbberg werden auf verschiedenen Strecken zusätzlich zum Stabilit-Kalk noch drei Prozent hydraulischer Kalk verwendet. Eine Beimischung von Zement kommt infolge zu hoher organischer Anteile nicht in Frage. Unmittelbar nach der Verteilung sind die Bindemittel mit einer leistungsfähigen Bodenfräse 15 bis 20 cm tief in den Boden einzumischen. Dieser Mischvorgang hat so lange zu dauern, bis das Kalkbodengemisch ein einheitliches Bild zeigt und eine gleichmäßige, feine Krümelstruktur aufweist. Nach Abkühlen des Mischgutes wird unter Einhaltung des optimalen Wassergehaltes das Gemisch mit der Schafffußwalze und der Gummiradwalze bestmöglich verdichtet (hundert Prozent der einfachen Proctordichte).

Bei ganz schlechten Untergrundverhältnissen haben wir die Möglichkeit, mit dem Rohplanum etwa 15 cm unter der projektierten Höhe zu bleiben. Darauf wird die Vorstabilisierung mit drei Prozent Kalk auf eine Tiefe von mindestens 30 cm ausgeführt und verdichtet.

Nachher wird auf die Vorstabilisierung etwa 15 bis 20 cm unbehandeltes Untergrundmaterial aufgebracht und mit mindestens drei Prozent Stabilit-Kalk stabilisiert. Wir erhalten somit Schichten, die 40 bis 50 cm betragen und

Tragfestigkeiten aufweisen, die auch bei den schlechtesten Partien ME -Werte von über 150 kg/cm² ergeben.

Eine weitere Möglichkeit zur Verbesserung des Bauverfahrens bietet uns die Verwendung von Stabilit-Kalk beim Erstellen des Rohplanums. Schon mit relativ kleinen Kalkmengen gelingt es uns, Abträge maschinell auszuführen, die früher von Hand getätigt werden mußten. Ferner könnten unter Verwendung von Kalk auch mit dem schlechtesten Baugrund einwandfreie Dämme erstellt werden.

3. Oberbau und Oberflächenstabilisierungen

Mit Hilfe der Kalkstabilisierung kann der Untergrund so verbessert werden, daß noch Kiestragschichten von 20 bis 30 cm Mächtigkeit eingebaut werden müssen, um einen tragfähigen Straßenkörper zu erhalten. Dies ist ein entscheidender Vorteil, wenn man bedenkt, daß das Tragschichtenmaterial auf dieser Baustelle auf 35 Franken pro Kubikmeter fertig eingebracht zu stehen kommt. Wir verwenden als Tragschicht ein gut abgestuftes, frostsicheres Kies-Sand-Gemisch 0/40 mm, das unter Einhaltung des optimalen Wassergehaltes mit der Vibrationswalze verdichtet wird.

Auf diese Tragschicht bringen wir eine wassergebundene, gut abgestufte Kies-Sand-Verschleißdecke 0/12 mm, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Geringes Gefälle unter 5 ‰

Geringe Verkehrsbelastung

Geringe Sonneneinwirkung (Staubentwicklung)

Sind diese Bedingungen nicht erfüllt, lassen sich im Voralpengebiet auch die besten Kies-Sand-Verschleißdecken mit vernünftigen Mitteln nicht mehr unterhalten. Aus diesen Gründen sind wir dazu übergegangen, anstelle der wassergebundenen Kies-Sand-Verschleißdecke bituminöse Straßenoberflächen zu erstellen.

Auf der Baustelle Gelbberg sind folgende Varianten vorgesehen:

- a) *Stabilisierung* des Kiestragschicht-Materials mit bituminösen Bindemitteln. Die Schichtdicke mißt in verdichtetem Zustand im Mittel acht Zentimeter. Der Bindemittelgehalt beträgt 4,1 Prozent oder 7,5 kg pro Quadratmeter. Die Oberfläche wird mit einer doppelten OB abgeschlossen.
- b) *Heißmischtragschicht* sechs Zentimeter stark mit Oberflächenabschluß. Der Bindemittelgehalt beträgt 4,1 Prozent. Die betreffenden Untersuchungen sind durch das Baulabor Schertenleib, Kloten, ausgeführt worden. Der Kostenvergleich mit der Kies-Sand-Verschleißdecke ergibt für die beiden erwähnten Varianten inklusive Tragschicht folgende Resultate:

Wassergebundene Kies-Sand-Verschleißschicht

Kiestragschicht $\frac{1}{4}$ m ³ pro m ² (lose gemessen)	Fr. 8.75
Kies-Sand-Verschleißschicht 0/12 mm 6–7 cm fertig verdichtet	Fr. 4.65
Kosten pro m ² total	<u>Fr. 13.40</u>

Bitumenstabilisierung

Kiestragschicht $\frac{1}{4}$ m ³ pro m ²	Fr. 8.75
Bindemittel 10 kg inklusive doppelte OB	Fr. 4.—
Bearbeitung und Splitt	Fr. 2.25
Total pro m ²	<u>Fr. 15.—</u>

Heißmischtragschicht

Kiestragschicht $\frac{1}{4}$ m ³ pro m ²	Fr. 8.75
6 cm HMT 144 kg pro m ²	Fr. 8.25
Einfache OB als Oberflächenabschluß 1,5 kg pro m ² plus Splitt	Fr. 1.40
Total pro m ²	<u>Fr. 18.40</u>

Die Unterschiede gegenüber der wassergebundenen Kies-Sand-Verschleißdecke betragen	
für die Bitumenstabilisierung	Fr. 1.60 pro m ²
und für die Heißmischtragschicht	<u>Fr. 5.— pro m²</u>

Diese Kostenangaben basieren auf heute gültigen Offertpreisen.

Die Versuchsstrecken Galgenen und Gelbberg haben eindeutig erwiesen, daß mit den neuen Stabilisierungsverfahren dauerhafter und billiger gebaut werden kann. Die Grundlage für jeden Erfolg bildet die wissenschaftliche Untersuchung des Baugrundes und die fachgemäße Anwendung der Resultate auf der Baustelle. Konzessionen und Improvisationen sind fehl am Platze und stellen das Gelingen von Stabilisierungen restlos in Frage.