

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 113 (1962)
Heft: 2

Artikel: Stabilisierung im Waldstrassenbau
Autor: Bauer, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-768018>

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: 09.03.2025

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

Stabilisierung im Waldstraßenbau

Von *W. Bauer*, Bern

Oxf. 383

I. Einleitung

Wohl in keinem Zeitabschnitt unserer Geschichte ist so viel von Stabilisierung gesprochen worden wie heute. Das Streben nach Stabilität entspricht einem echt menschlichen Bedürfnis: dem Bedürfnis nach Sicherheit und letztendlich nach Geborgenheit.

Von stabilen Preisen und Löhnen verspricht sich der Bürger Vorteile; denn der Durchschnittsbürger liebt nun einmal die Stabilität; er strebt nach materiellem Gut und will sich dessen ungestört erfreuen, obwohl ihm diese materielle Geborgenheit oft gar nicht zuträglich ist.

Mit wie viel mehr Recht darf erst der Straßenbauer nach Stabilität seiner Werke streben; doch hier geht es nicht mehr um bloßes Streben und Wünschen, sondern vielmehr um die Erfüllung der konkret gestellten Forderung nach Stabilität. In diesem Sinne aufgefaßt, bedeutet Stabilität Dauerhaftigkeit; für den Eigentümer eines Bauwerkes heißt das möglichst wenig Auslagen für den Unterhalt. Sie werden sich sagen, das sei eine selbstverständliche Forderung und das stimmt auch. Nur bedeutet eben im Straßenbau der Begriff Stabilisierung etwas ganz Spezifisches, nämlich die Verfestigung von Boden, von Baugrund und von Tragschichten durch physikalisch-mechanische oder physikalisch-chemische Vorgänge. Wo immer möglich, soll mit dem an Ort und Stelle vorhandenen Material — Kies, Sand, Silt und Ton — gearbeitet werden.

II. Unser Baugrund

Auf unserm kleinen Raum wechseln in bunter Folge Eruptivgesteine mit Sedimenten der Flach- und Tiefseen, mit Moränen verschiedener Eiszeiten über die fluvioglazialen Schotter, die Alluvionen der Neuzeit zu rein organischen Böden. Wo sonst noch in Europa und darüber hinaus findet sich diese Vielfalt auf so engem Raume? Wen wundert, daß es bei uns keine beste Bauweise, kein absolut bestes Baumaterial, sondern nur unter *vergleichbaren Verhältnissen* beste Bauweisen und Baumaterialien geben kann.

Als Gegenpole im Baugrund können wir unter den Lockergesteinen (Klassifikation der Lockergesteine nach Normblatt VSS/70005) Kiese und Sande einerseits, andererseits Silte und Tone bezeichnen. Kiese ergeben einen

idealen Baugrund. Je kleiner aber die Korngröße, um so mehr stellen sich Probleme. Mit dem Verschwinden des Kornes und dem Auftreten kornlosen, plastischen Baugrundes wird der Wegebau nicht nur problemreich, sondern gar oft auch problematisch.

Ich wiederhole eine Binsenwahrheit, wenn ich feststelle, daß mit dem Aufkommen des motorisierten Verkehrs im Straßen- und Wegebau, und zwar auch im forstlichen Bereich, in allen Belangen ein neues Kapitel begonnen hat. Doch gerade im forstlichen Wegebau wurde diese Tatsache sehr unterschiedlich, ja teilweise gar nicht erkannt. Ob Kies, Sand, siltige oder tonige Böden den Baugrund bilden, ob nur 900 mm Niederschlag oder gar 1800 mm fallen, hindert oft kaum, sogenannte bewährte, weil historisch gewachsene Bauweisen unverändert unter den verschiedenartigsten Verhältnissen anzuwenden. Die einfache Formel: je schlechter der Baugrund, um so stärker die Tragschicht, hat etwas bestechend Einfaches. Sie ist aber wirtschaftlich recht fühlbar, steigen doch die Kosten pro Laufmeter nicht nur linear im Verhältnis zur Stärke der Tragschicht, sondern progressiv.

Wir wissen aus Erfahrung, daß natürlich gelagerte Böden in der Regel nicht geeignet sind, Verkehrslasten ohne Verformung direkt zu übernehmen!

Doch gibt es Ausnahmen von dieser Regel. Wenn wir diese Ausnahmen untersuchen, so stellen wir fest, daß sie eine ausgeglichene und günstige Kornzusammensetzung aufweisen. Es stellt sich die Frage, was unter einem Boden zu verstehen ist?

Die Antwort:

Der Boden ist ein natürliches Teilchensystem. Die einzelnen Teilchen bestehen aus physikalisch oder chemisch verwitterten Gesteinstrümmern (von der organischen Substanz sei in diesem Zusammenhang abgesehen). Die einzelnen Teilchen können in Größen von vielen Zentimetern bis zu kolloidaler Kleinheit auftreten. Die Wissenschaftler haben diese Korngrößen in Gruppen eingeteilt:

Unter 0,002 mm	= Tone
0,002 mm — 0,06 mm	= Silt
0,06 mm — 2 mm	= Sand
2 mm — 60 mm	= Kies
mehr als 60 mm	= Steine

III. Grundlagen der Stabilisierung

Für die Stabilisierung unterteilen wir die Böden in zwei Hauptgruppen, nämlich solche *körniger* und solche *nichtkörniger* oder *plastischer Natur*. Zweck der Stabilisierung, auch Verfestigung genannt, ist nun, die Einzelkörner derart in gegenseitige Beziehung zu bringen, daß der Anteil an Poren, d.h. an leeren Räumen, zu einem Minimum wird. Diese Poren können auch mit Wasser gefüllt sein. Es gilt daher auch noch, im Boden den für die Ver-

festigung zuträglichsten, den sogenannten *optimalen Wassergehalt* herzustellen.

1. *Nichtbindige*, also körnige Böden, sind Sande, Kiese und gebrochene Gesteine mit Korngrößen über 0,06 mm.
2. *Bindige* Böden sind solche, die vorwiegend Tone und Silte enthalten. Sie sind plastisch-knetbar und in ihrer natürlichen Form und Lagerung für Zwecke des Straßenbaues ungeeignet.

Je größer nun der Bereich, innerhalb dessen die Korngröße eines Bodens schwankt, d. h. je größer das größte Korn und je kleiner das feinste Korn, desto kleiner wird die Porenziffer und desto größer die Scher- und Tragfestigkeit solcher Systeme. Diese Erscheinung ist schon vor vielen Jahrzehnten beobachtet und ausgewertet worden, indem z. B. Sand auf Ton gebracht und dieser damit weniger schmierig, d. h. regelrecht stabilisiert wurde. Einer der ersten, welcher diese Beziehungen erkannte, untersuchte und graphisch auswertete, war der Amerikaner Fuller. Nach ihm heißen die idealen Kornverteilungskurven *Fuller-Kurven*. Sie entsprechen einer Parabel. Im Beton haben wir die gewaltige technische Auswertung der Erkenntnisse von Fuller, wobei zum physikalisch-mechanischen Vorgang die chemische Umsetzung tritt.

Bevor wir an die Stabilisierung eines körnigen oder plastischen Bodens herantreten können, sind Bodenproben zu entnehmen und im Labor auf ihre Eigenschaften zu untersuchen wie:

1. natürlicher Wassergehalt
2. optimaler Wassergehalt (erlaubt beste Verdichtung des Materials)
3. Kornverteilung durch Siebanalysen
4. Fließ- und Ausrollgrenzen, zusammengefaßt unter Plastizitätsgrenze
5. Tragfähigkeit und Dichte.

Diese Unterlagen geben uns alle notwendigen Daten zur Beurteilung eines Bodens. Jetzt sind wir in der Lage, sagen zu können, ob ein anstehender Boden rein mechanisch ohne Zugaben optimal verdichtet werden kann oder ob Zugaben, d. h. Fremdmaterial wie Sand, Kalk oder Zement, notwendig und auch wirtschaftlich sind, um die gewünschten Endigenschaften, d. h. eine bestimmte Tragfähigkeit zu erhalten.

Einige Angaben über die Eigenschaften natürlich gelagerter Böden sind in diesem Zusammenhang von Interesse:

Es schwanken:	von Sand/Kies	zu Silt und Ton	zu org. Böden
der natürliche Wassergehalt	2— 8%	25—40%	35—90%
die Porosität	30—40%	40—70%	70—90%
die Wasserdurchlässigkeit	10^{-2} cm/sek.	10^{-7} — 10^{-10} cm/sek.	—
die kapillare Steighöhe	0,01 m/10 m	5—20 m (50 m)	

IV. Die Stabilisierungsarten

1. Die Stabilisierung von Korngemischen

Böden mit körniger Struktur lassen sich auf mechanischem Wege verdichten, d. h. stabilisieren. Wie spielt sich dieser Vorgang ab? Er erfolgt durch Stoß-, Rüttel- oder Gewichtseinwirkung. Dadurch wird eine möglichst dichte Lagerung des Bodens oder Gemisches angestrebt. Soll die Verdichtung optimal sein, so müssen fehlende Korngrößen beigemischt und eventuell Wasser weggenommen oder zugegeben werden. *In diesen Fällen sprechen wir von einer mechanischen Stabilisierung.* Zur Verdichtung eignen sich Vibrationsgeräte.

In einem solchen körnigen Boden bleiben aber immer noch gewisse Poren. Um die Tragfähigkeit und Scherfestigkeit weiter zu erhöhen, können diese Restporen durch Beimischung von Ton und Zement, Bitumen oder Ölen ausgefüllt und die Einzelteilchen verklebt werden. Wir sprechen dann von einer Ton-, Zement-, Bitumen- oder Ölstabilisierung. Alle diese Maßnahmen sind begrifflich leicht zu fassen. Zu ihrer Durchführung stehen heute zahlreiche Maschinen, wie Bodenfräsen, Grader (Straßenhobel) und Walzen, zur Verfügung. Solche Stabilisierungen werden beispielsweise als Sand-Zement-Stabilisierung allein in Holland vom Güterweg bis zur Autobahn auf Millionen von Quadratmetern mit ausgezeichnetem Erfolg ausgeführt. In den USA gehört die Stabilisierung bereits zu den gewohnten, um nicht zu sagen historischen Bauweisen. Auch in unsern Nachbarländern wird eifrig an der Stabilisierung gearbeitet.

2. Die Stabilisierung von kornlosen, plastischen Böden

Während uns Kiese und Sande im Straßenbau nicht nur keine Schwierigkeiten bereiten, sondern uns diesen ganz erheblich erleichtern, verhalten sich die bindig-knetbaren Böden gerade umgekehrt. Wir müssen uns deshalb über das Wesen der Silte und Tone Rechenschaft geben. Was sind vor allem die Tone (*argile*)?

Nach Prof. Dr. H. Deuel sind die Tonminerale sekundäre OH-haltige Silikate mit kristalliner Schichtgitterstruktur und von gewöhnlich kolloider Größe, d. h. die Durchmesser liegen unter 0,002 mm. Diese Tonteilchen sind negativ elektrisch geladen, besitzen also Eigenschaften des Kationen-Austausches; sie vermögen demnach Kationen wie Natrium elektrostatisch festzuhalten und gegen andere Kationen wie Kalium, Calcium, Eisen usw. auszutauschen. Dieser Austausch von Kationen ist es gerade, welcher die Fähigkeit zur Wasseraufnahme und damit die Quellfähigkeit der Tone und ihre Wasserundurchlässigkeit oder besser gesagt, ihre Dichte und dichtende Wirkung aufs nachhaltigste beeinflusst. Je höher die Wertigkeit der Kationen, um so leichter läßt sich ein Boden stabilisieren. Nur am Rande sei erwähnt, daß diese Eigenschaften des Tones für die mineralische Düngung von Kulturen die allergrößte Bedeutung haben.

Nun zum Silt oder Schluff (*limon*). Silt ist lediglich die internationale Bezeichnung für Schluff. Darunter versteht man kleine Teilchen von Mineralien wie Feldspate, Glimmer und Quarz. Nach ihren Eigenschaften könnte man diese Teilchen auch als Feinstsande bezeichnen.

Doch zurück zum Ton. Wir unterscheiden drei *Tongruppen*, nämlich die des *Kaolins*, der *wasserhaltigen Glimmer* (Illite) und des *Montmorillonites*. Die Flyschtone gehören wahrscheinlich der 3. Gruppe an. Die entsprechenden Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen.

Was sind nun die besonderen Eigenschaften des Tones? Sie sind mineralischer und chemischer Natur. Die ungeheuer große Oberfläche der negativ geladenen Tonteilchen bewirkt eine riesige Affinität zum Wasser. Man hat berechnet, daß der innerste Wasserfilm des elektrostatisch gebundenen Wassers von den Tonteilchen mit einer Kraft von bis zu 25 000 Atmosphären festgehalten wird. Dann ist auch die Kohäsion der einzelnen Tonteilchen untereinander sehr groß. Dadurch entstehen Kleinstkapillaren, in denen wiederum Wasser mit großer Kraft eingelagert ist. Auf der Kohäsion der Tonteilchen beruht die Undurchlässigkeit des Tons: er ist bindig und «schwer», wie wir ihn in der Alltagssprache bezeichnen. Extrem dicht und wasserhaltend ist er aber nur in dispergiertem, d. h. ausgeflocktem Zustand, wenn die Teilchen einzeln gelagert sind. Um ihn durchlässig, bearbeitbar und tragfähig zu machen, müssen die Einzelteilchen koagulierte, d. h. ausgeflockt und in voneinander getrennte Gruppen übergeführt werden. Diese Gruppen bezeichnen wir als Krümel und ihr Zustand als Krümelstruktur. Dieser Prozeß läßt sich durch Zugabe bestimmter Stoffe wie Alkalien und Salze und ihre innige Durchmischung mit dem Ton erreichen.

Wesentlich ist festzuhalten, daß durch die Krümelung der Ton gegenüber Wasser beständiger wird, weil seine ungeheure Quellfähigkeit auf ein unschädliches Maß reduziert wird. Diese Quellfähigkeit des Tones sei an folgenden Beispielen dargelegt:

Der Bentonit, aus den USA stammend, ein Montmorillonit, hat die Eigenschaft, um das 25–30fache des Volumens seiner Festschubstanz zu quellen.

Der Opalinuston aus dem Kanton Aargau verändert dagegen sein Volumen bei Wasserzugabe lediglich um das 1^{1/2}fache der Festschubstanz.

Versuche haben ergeben, daß Kalk und Gips sehr geeignet sind, den Ton zu krümeln. Wir sprechen in einem solchen Falle von einer *Kalk- oder Gipsstabilisierung*. Somit läßt sich der Ton auf physikalisch-chemischem Wege in eine für unsere Zwecke geeignete, d. h. wasserabweisende und tragfähige Form überführen.

Selbstverständlich kann dem Ton auch Sand beigemischt werden. Das ist ein rein physikalisch-mechanischer Vorgang, und wir sprechen dann von einer Sandstabilisierung. Die Sandbeimischung zu Ton ist aber in unsern Verhältnissen in der Regel unwirtschaftlich; denn ein solches Gemisch soll, um tragfähig zu sein, 5 % Ton und 95 % Sand enthalten. Das ist aber nur die

eine Seite des Problems. Die andere, d. h. die praktische Seite, besteht in der Vermischung des dispersen Tones mit dem Stabilisierungsmittel. Bei den ersten Versuchen hat man Scheibeneggen und Kleinbodenfräsen eingesetzt; später sind Großbodenfräsen wie der Seaman-Pulvi-Mixer entwickelt worden. Diese eignen sich aber nur beschränkt für unsern Waldstraßenbau. Die Herren Prof. Bagdasarjanz, die Forstingenieure Kuonen und Abt haben in Zusammenarbeit mit der Zement- und Kalkindustrie sowie der Maschinenfabrik Bucher-Guyer eine für unsere Verhältnisse geeignete und starke Bodenfräse entwickelt. Im weitem wurde ein landwirtschaftlicher Düngerstreuer für die Verteilung von Kalkmehl umgebaut.

Nach diesen Ausführungen sind Ihnen das Wesen und der Zweck der Stabilisierung klar, aber auch deutlich, daß eine erfolgreiche Bodenverfestigung — und im Straßenbau können wir nur diese brauchen — einiges an das Wissen und Können der damit Beauftragten voraussetzt. Dazu kommt, daß wir uns in einem humiden Klima befinden, was die Arbeit in den tonreichen Gebieten, und diese liegen eben zur Hauptsache in den niederschlagsreichen Voralpen, sehr erschwert. Plastische Böden lassen sich nur im Bereich des optimalen Wassergehaltes genügend verdichten und tragfähig machen. Der anzustrebende optimale Wassergehalt ist jedoch nicht immer leicht zu erreichen; denn dieses Optimum bedeutet nicht einen möglichst hohen, sondern einen verhältnismäßig tiefen Wassergehalt. Das «Zuviel» muß durch geeignete Maßnahmen, wie Erhöhung der Kalkzugabe und langes Mischen, verdunstet oder chemisch gebunden und damit ungefährlich gemacht werden. (Ein Gewichtsprozent Kalk bezogen auf das Bodengemisch entzieht etwa ein Gewichtsprozent Wasser.) Im Gegensatz zu den körnigen Böden, die durch Vibration oder Druck verdichtet werden, erfolgt die Verdichtung bei plastischen Gemischen mit knetenden Walzen wie Schaffuß- und Gummiradwalze.

V. Die Anwendung der Stabilisierung

Die Bodenstabilisierung kommt in Frage:

1. *Als selbständige Bauweise*

Eine Schicht Boden — körnig oder plastisch — wird mit geeigneten Mitteln stabilisiert. Sie muß dann durch eine Verschleißschicht geschützt werden (Ölung mit Splitt; eingemischte Bitumen). Dieses Verfahren dürfte sich bei uns nur für Sekundärwege eignen, ist aber noch nicht erprobt.

2. *Als Tragschicht*

Im allgemeinen als untere Tragschicht. Die obere Tragschicht kann aus einer hydraulisch, bituminös oder mechanisch aufgebauten Schicht bestehen und wird mit einer Verschleißschicht abgedeckt.

3. *Verbesserung des Untergrundes*

Unterbruch der Kapillarströmung, erhöhte Tragfähigkeit, Ermöglichung des Baustellenverkehrs. (Bisherige Anwendung im Flyschgebiet.)

4. *Als vorbereitende Maßnahme*

Krümelung durch Kalk und anschließend Mischung mit bituminösen oder hydraulischen Bindemitteln.

VI. Die Kalkstabilisierung

Diese hat wohl für die schweizerische Forstwirtschaft die größte Bedeutung von allen Stabilisierungsarten. Der größte Teil unserer Waldungen stockt auf verhältnismäßig dichten, tonreichen Böden. Als klassisches Beispiel seien die Böden der Reißvergletscherung, der Flyschzone sowie des Bündner Schiefers genannt. Meist sind sie in geringer Tiefe das ganze Jahr wassergesättigt, von blau- bis grügelber Farbe ohne die Rostflecken der wechselfeuchten Oberschicht. Auf solchen Böden Wege zu bauen, ist unerhört teuer und zugleich aufreibend; denn bei der kleinsten Beanspruchung bricht der Boden, wird zu Brei und fließt davon. Hier hat die Kalkstabilisierung dem Wegebau neue Hoffnungen gegeben. Mit Erfolg arbeitet das Team K u o n e n Abt seit einigen Jahren unverdrossen an der Verwirklichung dieser Idee. Wissenschaftlich und praktisch ist der Nachweis erbracht, daß die Stabilisierung von Ton- und Siltböden erfolgreich ist.

Für vernäbte Böden wird Branntkalk verwendet, wobei 1 Gewichtsprozent Kalk ungefähr 1 Gewichtsprozent Wasser entzieht. Dagegen wird gelöschter Kalk für Böden mit einem annähernd optimalen Wassergehalt verwendet. Ich glaube zwar kaum, daß es natürlich gelagerte Flyschböden mit einem optimalen Wassergehalt gibt. Das wäre zu schön, um wahr zu sein.

Weil für unser Land der Stabilisierung des Untergrundes oder der Fundationsschicht mit gebranntem ungelöschtem Kalkmehl von allen Stabilisierungsarten die größte Bedeutung zukommt, wurde und wird vorerst diese Stabilisierungsart wissenschaftlich geprüft und in der forstlichen Praxis angewandt. Bereits ist auch die Industrie auf diese Arbeiten aufmerksam geworden; Großunternehmen des Straßenbaues ließen sich herab, die Arbeiten im Flyschdreck des Kantons Schwyz zu besichtigen. Noch vor kaum drei Jahren hatten die Autobahnbauer nur ein mitleidiges Lächeln, wenn der Forstdienst von Stabilisierung im Straßenbau zu sprechen wagte. Aber eben, sogar bei den Autobahnen merkt man, daß der Preis pro Quadratmeter fertiger Straße durch den Aufwand für die Tragschichten mitbestimmt wird. Es ist schließlich keine Kunst, Tragschichten von 60, 80 und 100 cm einzubringen; es ist aber eine Kunst, auf gleichen Böden schon mit 30–40 cm einen einwandfrei tragenden und dauerhaften Oberbau zu erstellen. Die Stabilisierung, und vorab die Stabilisierung mit Branntkalk, gibt uns die Mittel zum Erfolg in die Hand.

VII. Ziel und bisher Erreichtes

Es geht darum, unsere Waldwege mit geringstem Aufwand möglichst dauerhaft zu bauen. Von diesem Ziele sind wir noch weit entfernt. Komplexität und Umfang der Materie machen verständlich, daß ohne Grundlagenforschung sowie angewandter Forschung mit Beratung der Praxis wenig oder nichts zu erreichen ist. *Gerade aber auf dem Gebiet der Stabilisierung ist nichts so gefährlich, wie die Improvisation. Die wissenschaftliche Untersuchung des Baugrundes ist Voraussetzung für das Gelingen der Stabilisierung.*

Sie werden fragen: Was wurde bisher getan, um dem genannten Ziel näherzukommen? Die Antwort: Vorerst ist vor drei Jahren an der Professur für forstliches Bau- und Transportwesen der ETH eine Stelle geschaffen worden für die Behandlung von Fragen der Rationalisierung des Waldstraßenbaues und des Studiums sowie der Einführung von neuzeitlichen Baumethoden (Stabilisierung). Der dort tätige Forstingenieur, Herr Kuonen, hat seinen Sitz am Institut für Erdbau, ist jedoch administrativ der forstlichen Professur für Baustatik angegliedert. Da die Finanzierung dieser Stelle aus Mitteln der ETH und damit des Bundes *nicht* gelang, übernahm die Kosten der ersten zwei Jahre «Die schweizerische Stiftung zur Förderung der Volkswirtschaft durch wissenschaftliche Forschung». Und seit dem 1. Januar 1961 erfolgt die Finanzierung bis und mit 1963 aus Krediten der Arbeitsbeschaffung des Bundes zur Förderung der Forschung. Ich darf Ihnen versichern, meine Herren, es hat etwas gebraucht, bis diese für uns so wichtige Stelle einigermaßen gesichert war. Für nützliche, aber unpolitische Aufgaben Geld zu finden, ist auch heute noch unverändert schwierig!

Herr Kuonen steht vor allem der forstlichen Praxis zur Verfügung. Wegprojekte, bei denen zu vermuten ist, daß mit einer Stabilisierung billiger und dauerhafter gebaut werden kann als mit den bisherigen Bauweisen, sollten Herrn Kuonen zur Prüfung gemeldet werden.

Es dürfte indessen klar sein, daß die erhaltenen Forschungskredite nicht ausreichen, um daraus auch die Beratung der Praxis bestreiten zu können. Das Institut für Erdbau stellt deshalb für diese Arbeiten Rechnung. Allein die für die Untersuchungen benötigte Laboreinrichtung kommt auf 50 000 Franken zu stehen. Dafür hat die Praxis Gewähr, gut beraten zu sein und mit wenig Geld für die Untersuchung erhebliche sonst verausgabte Baukosten einsparen zu können.

In der kurzen Zeit seiner Tätigkeit hat Herr Kuonen bereits auch internationale Anerkennung gefunden. Vor allem in der für uns so wichtigen Kalkstabilisierung dürfte er über unsere Grenzen hinaus der erste Fachmann sein. Dann sei erwähnt, daß innerhalb der letztes Jahr gegründeten «Schweizerischen Arbeitsgemeinschaft für forstlichen Straßenbau», die von Herrn Forstinspektor Naegeli präsiert wird, eine Gruppe Stabilisierung besteht,

geleitet von Herrn B. Bagdasarjanz, in welcher Herr Kuonen maßgebend mitarbeitet.

Wir halten es für selbstverständlich, daß der forstlichen Praxis die neuen Erkenntnisse laufend vermittelt werden. Deshalb ist für dieses Jahr ein erster Kurs für Stabilisierung organisiert worden. Der theoretische Teil fand im Frühjahr an der ETH statt. Der praktische zweite Teil läuft Ende Juni in Galgenen, Kanton Schwyz, in einer typischen Flyschzone mit sehr schwierigen Baugrundverhältnissen. Dieser Teil des Kurses steht unter der Leitung von Forstingenieur Abt, der über ein solides Wissen und praktisches Können in der Stabilisierung verfügt.

Weitere Kurse werden folgen, mit dem Ziel, in jedem Kanton mindestens einen bis zwei Forstingenieure mit den Problemen der Stabilisierung vertraut zu machen. Damit ist es aber nicht getan. Ohne Unternehmer, die mit der Stabilisierung vertraut sind, ist nicht an stabilisierte Wege zu denken; denn Regiebau kommt bei dieser Bauweise kaum in Frage. Deshalb besteht die Absicht, auch geeignete Unternehmer in Kursen in die Probleme einzuführen. Dafür eignen sich nur Firmen, die über Kapital verfügen, zuverlässig arbeiten und im Waldwegbau bereits eine gewisse Erfahrung besitzen. Es ist möglich, daß die ETH oder unsere Inspektion noch im Verlaufe dieses Jahres an die Kantone gelangen wird, damit einzelne Firmen ausgewählt werden können. Die definitive Bezeichnung könnte auch durch die Berufsverbände erfolgen. Jedenfalls muß hier mit dem notwendigen Fingerspitzengefühl vorgegangen werden.

Einen weiteren Punkt gilt es zu erwähnen: Die Stabilisierung muß schon an der ETH gelehrt werden. Gegenwärtig liest Herr Kuonen acht Stunden im 8. Semester. Diese Stunden hat ihm Prof. Bagdasarjanz von seiner eigenen Zeit abgetreten. Ein Mehr wäre wünschenswert. Wie und wann dieses Mehr geboten werden soll, das ist die Frage, eine Frage zudem, die nicht leicht zu beantworten sein wird; denn schon jetzt sind die angehenden Forstingenieure über Gebühr mit Pflichtvorlesungen belastet. Das Forstudium soll aber nicht nur dem Namen nach, sondern auch in der Wirklichkeit Studium sein und nicht zur Berufsschule herabsinken. Damit sei diese Frage gestellt. Zu ihrer Beantwortung steht genügend Zeit zur Verfügung.

Damit ist das bisher Erreichte aufgezählt und das Ziel gesteckt. Fassen wir dieses nochmals in Kürze zusammen:

1. Forstingenieure und waldwegbauende Unternehmer sind in der Stabilisierung auszubilden.
2. Die Stabilisierung ist überall da am Platze, wo, verglichen mit den konventionellen Bauweisen, wirtschaftlicher und damit auch dauerhafter gebaut werden kann.