

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

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 120 (1969)

Heft: 6

Artikel: Grundlagen und Praxis der Grünverbauung und der Böschungsbegrünung

Autor: Rieben, E.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-767731>

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: 02.02.2025

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

Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen Journal forestier suisse

120. Jahrgang

Juni 1969

Nummer 6

Grundlagen und Praxis der Grünverbauung und der Böschungsbegrünung¹

Von *E. Rieben*, Vallorbe

Oxf. 384.2

- | | |
|---|---|
| 1. Einführung | 3.2 Die Berasung unter dem Schutz einer Deckschicht |
| 1.1 Vorwort | 3.3 Die nachfolgende Bepflanzung mit Holzarten |
| 1.2 Die Problemstellung | |
| 2. Die Grundlagen | 4. Die Festigung der Schüttungen und der Erdrutsche |
| 2.1 Allgemeine Betrachtungen | 4.1 Allgemeine Betrachtungen |
| 2.2 Das Festigungsvermögen des Wurzelwerkes der Pflanze | 4.2 Die althergebrachten Verfahren |
| 2.3 Die Forderungen der jungen Pflanze für ihr Aufkommen und ihr Gedeihen | 4.3 Der Buschlagenbau |
| 3. Die Sicherung und Begrünung der Böschungen und Runsen | 5. Schlußfolgerungen und Zusammenfassung |
| 3.1 Allgemeine Betrachtungen | 5.1 Schlußfolgerungen |
| | 5.2 Zusammenfassung |

1. Einführung

1.1 Vorwort

Heute verfügt der Straßenbauer über so wirksame und leistungsfähige Hilfsmittel, daß er leicht dazu getrieben wird, sein Werk dem Gelände aufzuzwingen, anstatt sich ihm anzupassen. Die Wahl einer gestreckten Linienführung und großer Kurvenradien erfordert oft gewaltige Erdbewegungen, tiefgehende Einschnitte und hohe Schüttungen. Dadurch wird das Gesicht der Landschaft weitgehend verändert und verunstaltet; das in Jahrtausenden erreichte Gleichgewicht der Erdmassen wird gestört und labilisiert. Die Sicherung der neuen Ader und des meist sehr regen Verkehrs erfordert dann die Erstellung von kostspieligen Kunstbauten, von hohen und starken Mauern und von unschönen Schutzwerken. Dabei vergißt der durch Technik geprägte und der Biologie fremde Ingenieur allzuoft, daß er heute über wirtschaftliche Verfahren verfügt, welche ihm erlauben, auf den Bau von solch teuren Werken weitgehend zu verzichten, das neue Relief in kurzer Zeit zu festigen und in das natürliche Bild der Landschaft organisch einzufügen. Diese Mittel bestehen in der Grünverbauung und in der Böschungsbegrünung.

¹ Am 6. März 1969 an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich im Rahmen des Kurses über Wald- und Güterstraßenbau gehaltenes Referat.

begrünung, also in der Ausnutzung des Bodenfestigungsvermögens der Pflanzen.

1.2 Die Problemstellung

Jeder kennt das hohe Bodenfestigungs- und Zusammenhaltevermögen, das die meisten Waldbaumarten zeigen. Es rechtfertigt sich also, daß diese wertvolle Eigenschaft ausgenützt wird und daß junge Forstpflanzen auf das zu stabilisierende Areal eingebracht werden. Es bedeutet ja nichts anders als eine Besiedlung des Geländes durch eine dem Standort, insbesondere der Steilheit entsprechende Pflanzengesellschaft, den Wald. Auf vielen Einschnittsflächen und Schüttungen ist das nicht möglich, bevor eine Konsolidierung der Bodenoberfläche erfolgt ist. Zudem ist eine solche Bepflanzung oft nicht erwünscht oder überhaupt nicht durchführbar. Aus diesen Gründen wurden im Laufe der Zeit Verfahren ausgearbeitet und erprobt, welche entweder die Festigung der Bodenoberfläche sichern und somit diese für die Aufforstung vorbereiten oder diese Wiederbewaldung überflüssig machen.

Dies ist gelungen durch die Begrasung mit bestimmten Kräutern, Gräsern und Leguminosen. Die Lebensbedingungen sind anfangs für diese Pflanzen auf den steilen, rieselnden, humuslosen und nährstoffarmen Böschungen sehr schwer; insbesondere werden die Samen durch das Regenwasser leicht hinuntergespült. Das Problem bestand also in der Schaffung eines für die Keimung und das Gedeihen des Rasens günstigen Milieus. Es ist durch die Anwendung einer Schutzdecke einwandfrei gelöst worden.

Eine Schwierigkeit bot ebenfalls die rasche und geordnete Festigung der großen Schüttungen und der Erdrutsche. Sie wurde durch die Verwendung des sogenannten Buschlagenbaus gemeistert.

Dank diesen im Laufe von vielen Jahren entwickelten, unter anderen von Dr. Schiechtl in Innsbruck ausgearbeiteten und erprobten Methoden verfügt heute der Straßenbauer über sehr wirksame und wirtschaftliche Mittel zur Festigung und Begrünung des neugeschaffenen Reliefs. Wir wollen hier nur die hauptsächlichsten, unmittelbar mit dem Wald- und Güterstraßenbau zusammenhängenden beschreiben, ohne auf ihre Ausführung näher einzugehen. Spezialisierte Firmen stehen ja für deren sachgemäße und einwandfreie Anwendung zur Verfügung.

2. Die Grundlagen

2.1 Allgemeine Betrachtungen

Bevor wir die Verfahren selbst und ihre Anwendung näher prüfen, ist es notwendig, deren Grundlagen zu betrachten und die Eigenschaften der benutzten Pflanzendecke kennenzulernen. Vor allem wollen wir das Festigungsvermögen des Wurzelwerkes, die Forderungen der jungen Pflanze für



Abbildung 1

Auf einem Ausflug im Zillertal (Österreich): links Herr Dr. Schiechtl, der initiative Erfinder mehrerer Begrünungs- und Bodenfestigungsverfahren, rechts Herr Prof. Kuonen, Ordinarius für forstliches Ingenieurwesen an der ETH in Zürich. Cliché Alvico S. A., Lausanne

ihr Aufkommen und die Schaffung der notwendigen Lebensbedingungen besprechen.

2.2 Das Festigungsvermögen des Wurzelwerkes der Pflanze

Die tiefwurzelnden und mit weitverzweigten Wurzeln versehenen Holzarten sind imstande, den Boden nicht nur oberflächlich, sondern auch tiefgreifend zu halten und zu festigen. Das ist insbesondere der Fall bei denjenigen Pflanzen, welche ein hohes Ausschlagvermögen besitzen sowie die Fähigkeit, Wurzelbrut zu bilden. Die Erlen- und Weidenarten sind solche wertvolle Pioniere, die als Vorbauarten den Weg und die notwendigen Lebensbedingungen für die Nutzholzarten bereiten.

Es ist aber auch erstaunlich, wie niederliegende Pflanzen, Kräuter, Gräser und Leguminosen fähig sind, sogar lockere Unterlagen zu binden, zusammenzuhalten und zu stabilisieren. So schützen im Alpenraum Kurzrasen seit Jahrhunderten die zum Beispiel aus Gneis entstandenen, sandigen, sehr lockeren Böden an Steilhängen vor der Abtragung. Das ist der Bindewirkung eines Wurzelwerkes zuzuschreiben, dessen Entwicklung in keinem Verhältnis zum Ausmaß des oberflächlichen Teils der Pflanze steht. Es haben sich ja hier nur solche Arten behaupten können, die ihr Nährsubstrat vor dem Verschwinden bewahren konnten. Sehr wertvoll sind solche Pflanzen, welche imstande sind, Wurzelausläufer zu entwickeln.

Es ist nun das Verdienst von initiativen Ingenieurbiologen, unter diesen Arten die bestgeeigneten herausgefunden und deren Eigenschaften auf Grund der Standortsgegebenheiten in der Konsolidierung der Böden und in der Böschungsbegrünung ausgenutzt zu haben. Man muß auf Grund des spezifischen Verhaltens der Pflanzen gegenüber den zeitlich ändernden Lebensbedingungen die verschiedenen nachfolgenden Glieder einer Pflanzensukzession vom Initialstadium bis zur Schlußgesellschaft unterscheiden. So werden wir unter ihnen eigentliche Pioniere erkennen, welche auch steile Mineralböden besiedeln können und denen anspruchsvollere, aber dem allmählich reifenden Standort besser angepaßte Arten meistens auf dem natürlichen Wege folgen. Normalerweise soll der Wald das Endstadium bilden. Deshalb ist die Wahl der Artenmischung für den Erfolg dieser Methoden maßgebend, die nur von Fachleuten vorgenommen werden kann.

2.3 Die Forderungen der jungen Pflanze für ihr Aufkommen und ihr Gedeihen

Im natürlichen, ungestörten Milieu findet die Pflanze zum Keimen und Aufkommen die ihr passenden und zusagenden Lebensmöglichkeiten. Auf dem von der Maschine völlig veränderten Relief, auf den aus Kies, Sand oder Mergeln bestehenden, von Humus entblößten steilen Böschungen sowie auf den lockeren, sich setzenden Schüttungen unseres Straßenbaues werden ihr hingegen die schwierigsten Wachstumsbedingungen geboten. Vielen Hindernissen begegnet sie hier: der Wind weht die leichten Samen weg, das Rieselwasser spült sie hinunter, der mangelnde Schutz gegen Kälte, Hitze und Besonnung, die Nährstoffarmut, das ständig rieselnde oder sich setzende, eher trockene Substrat erschweren in großem Maße das Gelingen der direkten Saat oder Pflanzung. Das erklärt den häufigen Mißerfolg der althergebrachten Methoden der Begrünung und Grünverbauung, zum Beispiel der wohlbekannteren Heublumensaat.

Die Samen, die Keimlinge und die Jungpflanzen fordern also Schutz vor dem Angriff der mechanischen Kräfte, sie fordern die Schaffung eines günstigen, ausgeglichenen Mikroklimas durch die Milderung der Temperaturextreme und die Steigerung der Luftfeuchtigkeit, die Bereicherung des Nährsubstrates durch die Zugabe von Kunstdünger und wenn notwendig von organischen Stoffen. Ziel der nachfolgend beschriebenen Verfahren ist, diesen Forderungen in weitgehendem Maße und auf wirtschaftliche Art zu entsprechen. Gemeinsam ist ihnen, daß die Saat durch eine Haftdecke geschützt wird. Diese wird heute zumeist aus einer Strohschicht gebildet, welche durch eine Bitumenemulsion bespritzt und gebunden wird, um ein Verblasen durch den Wind zu verhindern. Darunter können die mit den notwendigen Nährstoffen bereicherten Samen nun keimen, sich verwurzeln und entwickeln.

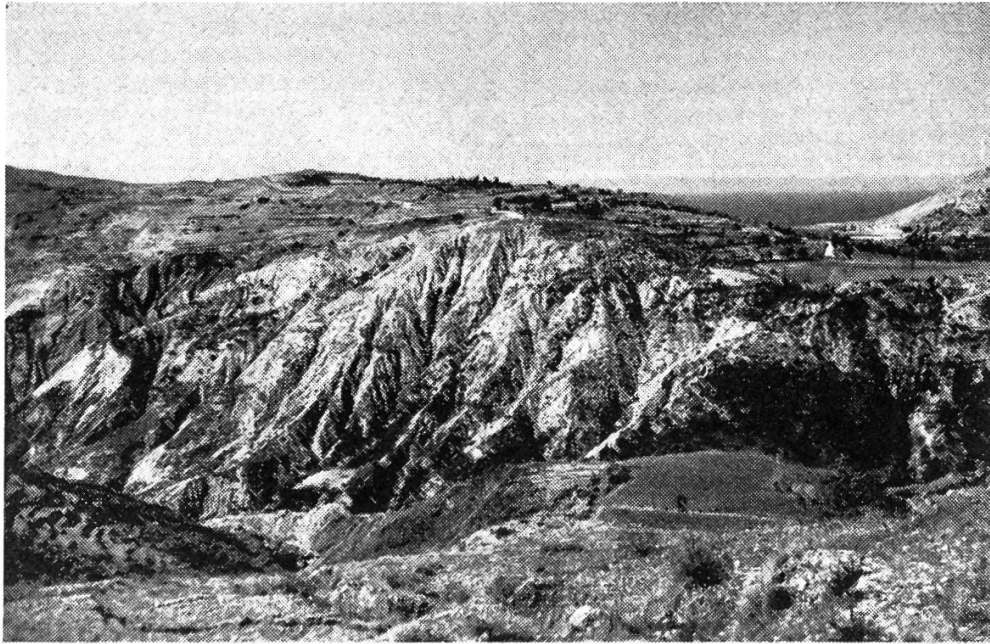


Abbildung 2

Insel Levkas. In Griechenland könnten weite Erosionsflächen durch die biologischen Verbauungsverfahren gefestigt und wiederhergestellt werden. Cliché Alvico S. A., Lausanne

3. Die Sicherung und Begrünung der Böschungen und Runsen

3.1 Allgemeine Betrachtungen

Beim Straßenbau gilt es vor allem die Einschnittsböschungen rasch zu sichern, das heißt deren Abtrag durch mechanische Kräfte und Hangwasser zu verhindern. Das erfolgt durch die Begrünung, welche zudem das neue Relief in die Landschaft organisch einfügt. In diesem Zusammenhang muß darauf hingewiesen werden, daß die gleichen Verfahren zur Behandlung und Heilung der unschönen und oft gefährlichen Runsen angewandt werden können.

Wesentlich für den Erfolg der verschiedenen Methoden ist, daß die zu festigenden Flächen vorgängig mit einem angemessenen, der Kohäsionskraft des Untergrundes angepaßten Gefälle gestaltet und von überschüssigem Wasser befreit werden.

3.2 Die Berasung unter dem Schutz einer Deckschicht

Auch wenn die Art der Anwendung verschieden ist, beruhen alle hier beschriebenen Verfahren auf dem gleichen Prinzip. Um eine rasche und wirkungsvolle Berasung und Festigung zu erreichen, wird den leicht verweh- baren Samen und den zarten Keimlingen Schutz durch eine Deckschicht und Nahrung durch Zugabe von Mineraldünger verschafft.

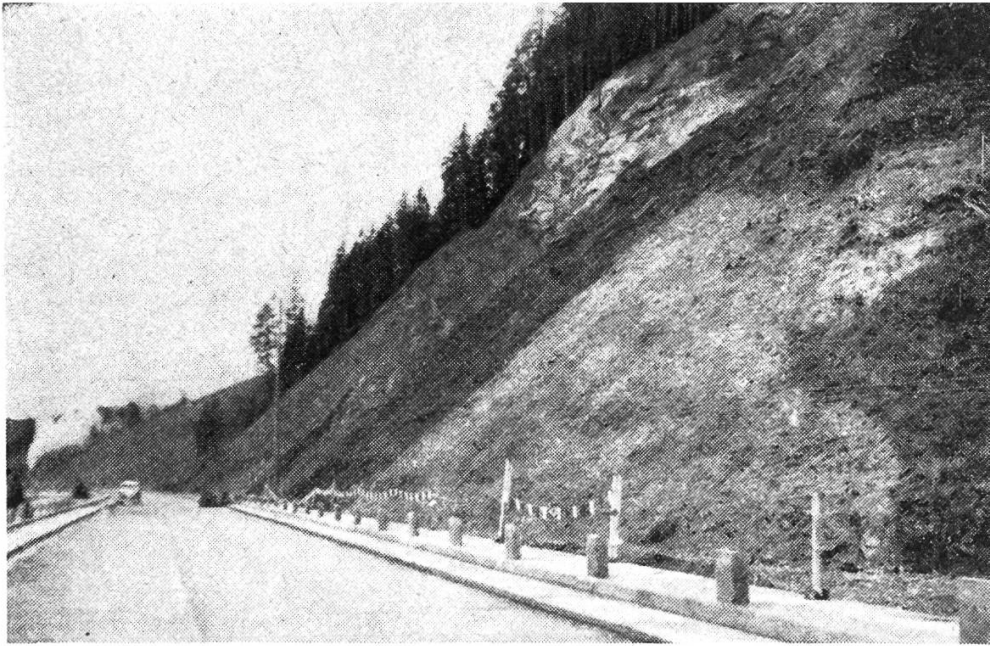


Abbildung 3

Anwendung des «Schiechtlns» für die Begrünung und Festigung der Böschungen an der Brenner-Autobahn (von Dr. Schiechtl entwickelte «Strohdecksaat»).

Cliché Alvico S. A., Lausanne

Eine erste Methode ist die von Dr. Schiechtl in Innsbruck entwickelte «Strohdecksaat», deren Bezeichnung «Schiechtl» bzw. «Fastrosa» geschützt ist; die aufeinanderfolgenden Arbeitsvorgänge sind dabei folgende:

- a) Aufbringen einer Strohschicht auf die zu festigende und begrünende Fläche;
- b) Einsäen einer Samenmischung, deren Zusammensetzung den allgemeinen und lokalen Standortfaktoren entspricht und welche auch die zum Gedeihen gewisser Arten erforderlichen Mikroorganismen enthält;
- c) Ausstreuen einer wohlausgewogenen Mischung von Kunstdüngern;
- d) Absprühen mit einer speziell dazu vorbereiteten und aktivierten Bitumenemulsion, welche nicht nur die Strohdecke wie ein Gitter zusammenhält und an den Boden bindet, sondern auch das Gedeihen der Jungpflanzen weitgehend fördert.

Es sind nun im Laufe der Jahre verschiedene Methoden der Anwendung der Schutzschicht und des Säverfahrens ausgearbeitet und entwickelt worden. Darunter kann man insbesondere die «Hydrosaat» erwähnen, bei welcher folgendermaßen vorgegangen wird:

- a) In einer besonders dazu gebauten, aus einem Tank mit Rührwerk bestehenden Sämaschine werden mit Wasser als Trägersubstanz Samen, Dünger, Zellulose und wenn notwendig weitere Hilfsstoffe gemischt.



Abbildung 4

Anwendung des Anspritzverfahrens «Hydroseed».

Photo und Cliché Hydroseed, Salvenach/Murten

- b) Mittels einer angebauten Pumpe mit Wendrohr wird diese Mischung auf die zu stabilisierende Fläche gespritzt. Da die Zellulose Samen und Dünger an die Bodenoberfläche klebt, genügt in gewissen Fällen dieser Arbeitsvorgang. Aber in der Regel erfolgt ein weiterer, nämlich:
- c) Die auf diese Weise angesäten Böschungen werden mit einer Schutzschicht bedeckt, und zwar durch eine zweite Maschine, welche dank einer großen Blasgeschwindigkeit gehäckseltes, mit Bitumenemulsion vermishtes Stroh austreut.

Dieses Anspritzverfahren erlaubt die Behandlung von sehr steilen und felsigen Böschungen.

Unter dem Schirm dieser verschiedenartigen Schutzschichten werden das Bestehen und die Keimung der Samen gesichert, das Aufkommen und das Gedeihen der Pflanzen gefördert, so daß der Festigungsvorgang und die Begrünung beschleunigt und gesichert werden.

3.3 Die nachfolgende Bepflanzung mit Holzarten

Die durch die Anwendung dieser Verfahren entstehenden Rasen stellen nur das Anfangsstadium einer Sukzession von Pflanzengesellschaften dar. Auch wenn oft die Erhaltung einer Kurzvegetation erwünscht ist, besonders um die Sicht zu sichern, so ist doch das natürliche Endglied normalerweise

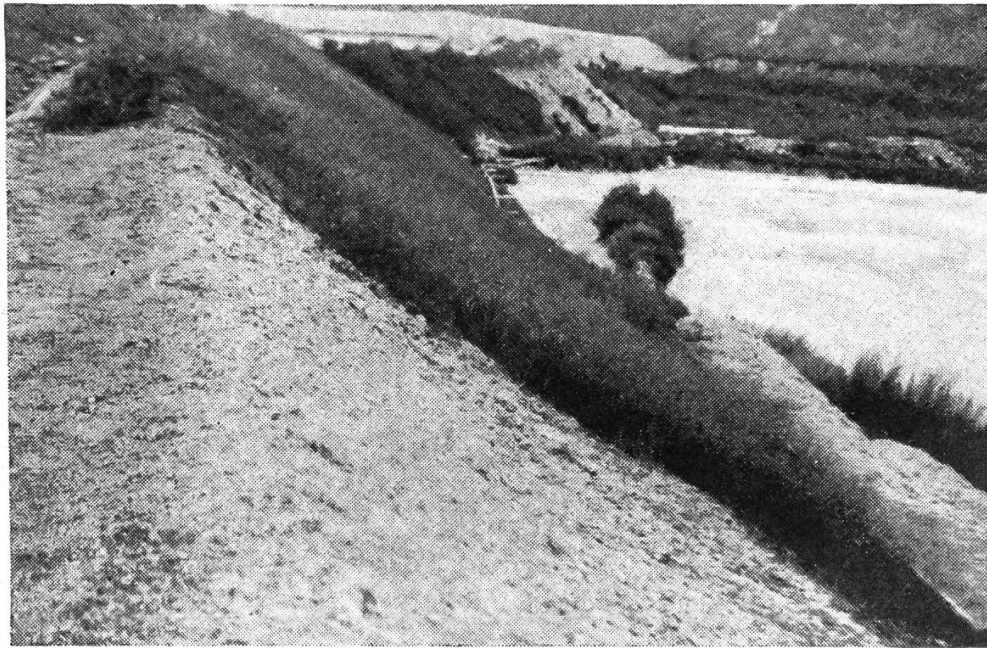


Abbildung 5

Auch Deponien von Industrieabfällen können ohne Schwierigkeit mit dem Strohdecksaat-Verfahren stabilisiert und begrünt werden. Photo und Cliché Alvico S. A., Lausanne

eine Waldgesellschaft, deren Einstellung wünschbar ist, um eine wirklich dauernde Festigung zu erreichen. Nun ist die natürliche Besiedlung von solchen Standorten durch Baumarten manchmal langwierig, so daß eine Beschleunigung des Vorgangs durch die Bepflanzung mit standortsgerechten Arten sich oft aufdrängt. Auf den durch die Begrünung bereits stabilisierten Flächen ist diese Arbeit kein Problem, und die Forstämter geben gerne Auskunft über die Wahl der Bäume und deren Herkunft. Wir wollen hier einfach den großen Wert von solchen Arten erwähnen, welche wie die Erlen rasch ein günstiges Mikroklima schaffen, den Boden mit Stickstoff anreichern und durch ihr weitverzweigtes Wurzelwerk den Boden stabilisieren.

4. Die Festigung der Schüttungen und der Erdrutsche

4.1 Allgemeine Betrachtungen

Oft genügt die Begrünung für die endgültige Sicherung und Stabilisierung der Böden nicht. Dies ist vor allem der Fall bei hohen Schüttungen, welche einen Setzungs Vorgang durchmachen müssen und dabei leicht abgetragen werden, bei tonreichen, mit Wasser gesättigten Böschungen, welche gerne fließen, und bei Erdrutschen, deren Massen nicht durch eine Oberflächenbehandlung gehalten werden können. Da müssen Verfahren angewandt werden, welche eine tiefgreifende Wirkung ausüben. In gewissen



Abbildung 6

Riffelalp. Die Strohecksaat kann ebenfalls in höheren Lagen mit Erfolg angewandt werden. Photo und Cliché Alvico S. A., Lausanne

Fällen können die althergebrachten Methoden eingesetzt werden; aber normalerweise erreicht das von Dr. Schiechl entwickelte Verfahren des «Buschlagenbaus» das Ziel am sichersten und wirksamsten.

4.2 Die althergebrachten Verfahren

Bereits Anfang des letzten Jahrhunderts wurden vor allem in Frankreich und Österreich zur Stabilisierung von Schüttungen und Erdrutschen verschiedene Verfahren ausgearbeitet, welche auf dem Festigungsvermögen von lebenden Pflanzen beruhen. Darunter kann man den Cordonbau, die Deckwerke, den Flechtzaun und die Faschinenwerke erwähnen. Diese Anwendung kann sich in ganz bestimmten Fällen noch rechtfertigen, insbesondere dann, wenn es nicht möglich ist, richtige tiefgreifende Lagen zu bilden, wie es der Buschlagenbau fordert. Wir wollen aber hier darauf nicht näher eingehen.

4.3 Der Buschlagenbau

Normalerweise muß der Einsatz dieses Verfahrens mit dem Schüttvorgang zusammen erfolgen. Dabei wird Buschwerk ausschlagfähiger Holzarten lagenweise ausgebreitet, wobei die Gipfel der Heister aus der Böschungsoberfläche herausragen müssen. Die Buschlagen werden dann mit Schüttmaterial ohne Humus abgedeckt, was nach den normalen Verfahren ohne weiteres auf mechanischem Weg ausgeführt werden kann. Die Buschlagen verleihen der ganzen Masse durch ihre bloße Anwesenheit schon einen wirk-

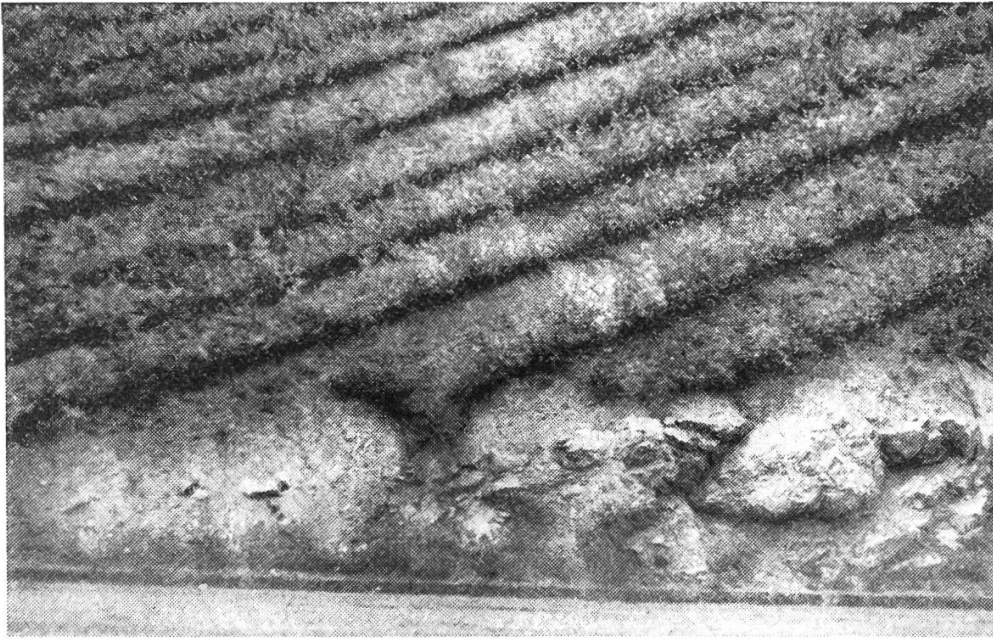


Abbildung 7

Festigung einer Böschung mit dem Buschlagenbau nach Dr. Schiechtl.

Cliché Alvico S. A., Lausanne

samen Halt und eine erste Festigung. Diese Anfangsstabilität wird bald vergrößert durch eine unmittelbar anschließende zweite Verstärkung, welche durch die Entwicklung der Stockausschläge und die Ausbreitung des Wurzelwerkes eines jeden Heisters hervorgerufen wird. Man kann dazu verschiedene Arten wie Weiden, Pappeln, Liguster, Goldregen usw. verwenden, welche den ganzen Sommer über eine hohe Bewurzelungsfähigkeit besitzen. Da die Empfindlichkeit des grünen Laubwerkes gegen Austrocknung den Einsatz desselben bei großzügigen Verbauungen verhindert, sollte das Buschwerk im Winterzustand verlegt werden. Dieser kann übrigens durch die Lagerung der Heister in gebündelter Form unter Wasser verlängert werden; am besten läßt sich aber das Verfahren in den Monaten Oktober bis April bewerkstelligen.

Zwischen die Buschlagen können in Abständen von etwa einem Meter bewurzelte Heister robuster Pionierholzarten, wie Erlen, Pappeln, Eschen, eingelegt werden, was die gleichzeitige Einführung von Nutzholzarten darstellt.

Das Verfahren des Buschlagenbaus dient natürlich auch der wirkungsvollen Befestigung und Heilung der Erdrutsche, indem es in analoger Weise wie bei den Dammschüttungen angewandt wird. Es ist ein ziemlich teures Stabilisierungsmittel, das nur dort eingesetzt werden darf, wo die anderen billigeren Methoden nicht erfolgreich verwendet werden können.



Abbildung 8

Zusammen mit richtig angelegten Sperren und Kunstbauten können durch biologische Bodenfestigungsmethoden Erosionswunden geheilt werden. Cliché Alvico S. A., Lausanne

5. Schlußfolgerungen und Zusammenfassung

5.1 Schlußfolgerungen

Die moderne, den Forderungen der heutigen Verkehrsverhältnisse entsprechende Bauweise unserer Straßen verursacht oft tiefreichende Eingriffe in die Landschaft und labilisiert meistens große Erdmassen. Die Festigung des neuen Reliefs wird heute noch allzu oft durch Kunstwerke bewerkstelligt, welche sehr teuer sind, eine Verbreiterung der Verkehrsader kaum mehr erlauben und die Störung des Landschaftsbildes nur verstärken.

Nun muß jeder Straßenbauer wissen, daß er heute über Verfahren verfügt, welche auf dem natürlichen Festigungsvermögen der lebenden Pflanze beruhen, die viel billiger und ebenso wirksam sind. Damit wird sein Werk nicht zu einem Fremdkörper, sondern zu einem harmonischen Bestandteil der Landschaft.

Auf diesem immer wichtiger werdenden Gebiet wirken bereits mehrere ausgewiesene Firmen, welchen die Ausführung solcher Arbeiten anvertraut werden kann.

5.2 Zusammenfassung

Für die Festigung und Begrünung der Böschungen, der Schüttungen und der Rutschungen verfügt man heute über sehr wirksame und wirtschaftliche Mittel, welche oft den Bau von teuren Kunstwerken überflüssig

machen. Darunter sind die von Dr. Schiechl in Innsbruck entwickelte Methode der Strohdecksaat, das Anspritzverfahren und der ebenfalls von Dr. Schiechl erfundene Buschlagenbau zu erwähnen.

Die Strohdecksaat besteht aus folgenden Arbeitsvorgängen:

- a) Aufbringen einer Strohschicht auf die zu festigende und begrünende Fläche;
- b) Einsäen einer Samenmischung, deren Zusammensetzung den Standortfaktoren entspricht;
- c) Ausstreuen einer wohlausgewogenen Mischung von Kunstdüngern;
- d) Absprühen einer Bitumenemulsion, welche die Strohdecke wie ein Gitter zusammenhält und an den Boden bindet.

Das Hydrosaatverfahren schließt folgende Maßnahmen ein:

- a) In einer aus dem Tank mit Rührwerk bestehenden Sämaschine werden in Wasser Samen, Dünger und Zellulose gemischt.
- b) Mittels einer angebauten Pumpe mit Wendrohr wird diese Mischung auf die zu stabilisierende und begrünende Fläche gespritzt.
- c) Wenn notwendig, werden die auf diese Weise angesäten Böschungen mit einer Schutzschicht bedeckt, und zwar durch eine zweite Maschine, welche gehacktes, mit Bitumenemulsion vermisches Stroh austreut.

Der Buschlagenbau dient zur tiefgreifenden Stabilisierung der großen Schüttungen und der Rutschungen; dabei wird folgendermaßen verfahren:

- a) Buschwerk ausschlagfähiger Holzarten wird lagenweise ausgebreitet, wobei die Gipfel der Heister aus der Böschungsoberfläche herausragen müssen.
- b) Die Buschlagen werden mit Schüttmaterial abgedeckt, was durchaus auf mechanischem Weg erfolgen kann.
- c) Die bloße Anwesenheit dieser Buschlagen verleiht der ganzen Masse einen wirksamen Halt, welcher durch die Entwicklung der Stockaus schläge und des Wurzelwerkes verstärkt wird.
- d) Zwischen die Buschlagen können bewurzelte Heister robuster Pionierholzarten eingelegt werden.

Résumé

Les bases théoriques et la pratique de la fixation et de l'engazonnement des talus

Pour consolider et engazonner les talus, les remblais et les glissements de terrain, nous disposons aujourd'hui de moyens très efficaces et économiques. Parmi eux il faut mentionner le procédé de l'engazonnement sous la protection de paille bitumée — développé par le Dr Schiechl d'Innsbruck —, la méthode d'origine américaine et dénommée *Hydrosaat*, et la pose de lits de plançons — également inventée par M. Schiechl.

Le procédé de *l'engazonnement sous paille bitumée* comprend les opérations suivantes :

- a) On étend sur l'aire à traiter une couche de paille légèrement humidifiée.
- b) Un mélange de semences conforme aux caractères de la station est disséminé sur la surface, au travers de la paille.
- c) Les engrais minéraux indispensables sont épandus.
- d) On asperge l'aire au moyen d'une émulsion de bitume à froid, qui a pour effet de fixer la paille tel un grillage.

La méthode *d'Hydrosaat* est appliquée comme suit :

- a) On mélange dans le tank d'une machine à semer de l'eau, les graines, les engrais minéraux et de la cellulose.
- b) Grâce à une pompe puissante équipée d'un jet dirigeable, ce mélange est projeté et aspergé sur l'aire qui doit être stabilisée et engazonnée.
- c) Au besoin et toujours au moyen d'une machine, on épand une couche de protection constituée d'un mélange de paille hachée et d'une émulsion de bitume.

La *pose de lits de plançons* se déroule selon le processus suivant :

- a) Des couches de branchages provenant d'essences qui disposent du pouvoir de rejeter vigoureusement sont placées par paliers successifs.
- b) Ces lits de plançons sont recouverts de déblais, ce qui peut se réaliser sans autre par la voie mécanique.
- c) La simple présence de ces couches confère à la masse de matériaux une bonne assise, dont l'efficacité est ensuite encore renforcée par le développement des rejets et des racines.
- d) Entre les lits de plançons peuvent être introduites des boutures — déjà pourvues de racines — d'essences pionnières robustes.

L'application de ces procédés — qui reposent tous sur le pouvoir de fixation des sols dont disposent les plantes vivantes — a ouvert de vastes perspectives au génie civil et forestier, à la lutte contre l'érosion, à la correction des torrents comme à la restauration des pâturages en montagne. Elle peut rendre superflue la construction de coûteux ouvrages d'art ; de plus, elle incorpore d'une façon harmonieuse et organique les travaux humains dans le paysage.