

*Hugo Meinhard SCHIECHTL (Innsbruck, Austria)*

## DIE SAAT AUF STROHDECKSCHICHT, EINE NEUE METHODE DER INGENIEURBIOLOGIE ZUR RASCHEN BEGRÜNUNG VON RUTSCHHÄNGEN

### I. EINLEITUNG

Seit rund 15 Jahren beschäftige ich mich mit dem Fachgebiet der Ingenieurbio­logie. Deren Aufgabe ist es, teils natürliche, teils künstliche kahle Rutschhänge wieder mit einer Pflanzendecke zu besiedeln und damit dem Ödland zu entreißen.

Besonders in den Gebirgsländern der gesamten gemäßigten Zone waren die aus Naturkatastrophen hervorgegangenen Blößen seit jeher eine große Gefahr für die darunter liegenden Wälder und Kulturen. Manche dieser Blößen (in Österreich als Blaiken, Muren, Riepen oder Rufen bezeichnet) sind nachweislich bereits mehrere hundert Jahre alt, ohne daß es den natürlichen Aufbaukräften der vorhandenen spärlichen Pioniervegetation gelungen wäre, sich zu einer geschlossenen Vegetationsdecke zu entwickeln. Neben solchem natürlichen Ödland kommt es durch den Einsatz immer leistungsfähigerer Maschinen im Erdbau zu gewaltigen Gefahrenflächen von künstlichem Ödland. Bei diesem geht es nicht allein um die Ausschaltung einer Bedrohung der tieferliegenden Kulturen und Anlagen, sondern in erster Linie um die Erhaltung der technischen Bauten selbst. In den letzten Jahrzehnten hat daher die Ingenieurbio­logie — auch Grünverbauung genannt — so sehr an Bedeutung gewonnen, daß sie geradezu als neuer Zweig des Tiefbaues bezeichnet werden muß. In anderen Ländern, aus denen Mitglieder der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde zur heurigen Tagung nach Zagreb gekommen sind, bestehen diese Probleme etwa im gleichen Ausmaße. Daher kommt diesem Thema eine große Aktualität zu, obwohl die Pflanzensoziologie der künstlichen Erstbesiedlung noch kaum erforscht ist und sich die Ingenieurbio­logie lediglich der Sukzessionsforschung natürlicher Pflanzenvereine bedienen kann.

Wir wissen zwar, wenn wir vor einem zu begründenden Hang stehen, mit welchen Pflanzenarten wir am zweckmäßigsten dessen Wiederbegrünung künstlich beschleunigen, doch bekommen wir nur von einem ganz geringen Prozentsatz der gewünschten Pflanzenarten tatsächlich das Saatgut zu kaufen. So sind derzeit z. B. in Europa lediglich 20 Leguminosen, rund 50 Gramineen und 9 andere Blütenpflanzen, davon 4 Compositen und 2 Umbelliferen im Handel. Aus der großen Zahl der so wichtigen Carices ist keine einzige im Handel zu erhalten. Aus diesem Grunde bleibt den Ingenieurbio­logen kein anderer Ausweg als der, auf optimale Pionierpflanzen zu verzichten

und mit weniger geeigneten Arten vorlieb zu nehmen, dafür aber eine optimale Pflanz- bzw. Saatmethode anzuwenden. Es gibt in der Ingenieurbiologie drei Gruppen verschiedenartiger Arbeitsmethoden und zwar:

1. Stabilbegrünungsmethoden
2. Deckbauweisen
3. Komplettierungsbauweisen.

In diesem Vortrag kann aus Zeitmangel nur auf eine einzige Arbeitsmethode näher eingegangen werden. Hierzu besteht insoferne eine Berechtigung, weil diese Methode in Jugoslawien, Italien, Ungarn und der Tschechoslowakei noch nicht eingeführt ist. Doch soll an dieser Stelle besonders darauf hingewiesen werden, daß diese Methode eine von vielen ist und keineswegs alle übrigen überflüssig macht oder ausschließlich verwendbar ist.

Es handelt sich um die Saat auf Stroheckschicht, die vom Vortragenden in den letzten fünf Jahren in Tirol entwickelt und in so schwierigem Terrain mit Erfolg angewandt worden ist, daß ihr außerordentlich hoher Wert für die Ingenieurbiologie nicht mehr angezweifelt werden kann.

Ihre Anwendung ist insbesondere dort berechtigt, wo die Ursache für die Vegetationslosigkeit eines Hanges auf extremen klimatischen oder edaphischen Bedingungen beruht (Trockenheit, Unfruchtbarkeit, Mangel oder gänzlichliches Fehlen von »Humus« und »Mutterboden«).

## II. HISTORISCHE ENTWICKLUNG DER SAATMETHODEN

Die älteste Form einer künstlichen Besamung von Kahlflächen im Gelände ist wohl die Heublumensaat, welche von den Bauern schon lange vor Einführung der Samenzucht angewandt wurde. Man breitete die samenreichen Reste aus den Heuhütten auf die Kahlstellen, hatte aber nur auf kleineren Flächen oder bei gleichzeitiger Gabe von animalischen Düngern Erfolg. Seit Handelssaatgut zur Verfügung steht, geriet die Heublumensaat bis auf wenige Ausnahmen in Vergessenheit; im besten Falle kombinierte man beide Verfahren.

Bei der Begrünung der Gullys in den USA bewährte sich ein ähnliches Verfahren — das Mulchen, bei dem der Boden mit beliebigen, gerade greifbaren organischen Abfallsubstanzen abgedeckt und dann eingesät wird. Die daraus entwickelten Aufspritzenverfahren bedienen sich desselben Prinzips, jedoch unter Verwendung komplizierter Maschinenzüge. Gehäckseltes Stroh, Saatgut, Torf, Dünger und Asphalt werden mit Wasser vermischt und auf die Böschung geschleudert. In der Bundesrepublik Deutschland wurden ebenfalls bereits derartige Großgeräte entwickelt und auch mehrfach mit Erfolg eingesetzt. Der Nachteil dieser Anspritzenverfahren sind ihre hohen Kosten und die Unmöglichkeit, sie in unwegsamem Gelände einzusetzen.

Die jüngste, in den USA entwickelte Saatmethode ist jene auf vorgefertigte Glasfasermatten, die aber wegen der hohen Kosten bei uns von vorneherein ausscheidet und überdies für bewegtes Gelände ungeeignet ist.

Alle genannten Verfahren haben für sich gewisse Vorteile. Unter Benützung derselben und unter Vermeidung ihrer Nachteile wurden mehrjährige Versuche auf steilen, trockenen Böschungen in Tirol ausgeführt. Deren Ergebnis war schließlich die hier vorgestellte Sa a t a u f S t r o h d e c k s c h i c h t.

### III. AUSFÜHRUNG DER SAAT AUF STROHDECKSCHICHT

1. Phase: Die Böschung wird mit gewöhnlichem Stroh abgedeckt und zwar so dicht, daß der Boden überall völlig bedeckt ist. Am besten hat sich Ballenstroh bewährt, das vorher stark benetzt wurde. Das erreicht man am einfachsten durch Lagerung der Strohballen an Ort und Stelle, sodaß sie durch die Regenfälle im Laufe der Zeit völlig durchnäßt werden. Die Strohballen werden vor Verteilen händisch zerpfückt, um Ballungen zu vermeiden. Die Verteilung am Hang geschieht dann am zweckmäßigsten mit Heugabeln.

2. Phase: In die fertig ausgelegte Strohschicht wird das Saatgut (eine für den betreffenden Standort zusammengestellte Leguminosen-Gramineenmischung mit Deckfrucht) eingestreut, unmittelbar danach, u. U. sogar gleichzeitig ein Kunstdünger. Beide bleiben nicht an den Strohhalmen oberflächlich hängen, sondern sie gelangen durch die Strohecke auf den Boden, ohne jedoch an diesem weiter abkollern zu können.

3. Phase: Erst nach dem Einstreuen von Saatgut und Dünger wird die Strohecke mit einer kalten Bitumen-Wasseremulsion besprüht, die nur den Zweck hat, die einzelnen Strohhalme zu einem Gitter zu verkleben und dadurch die Strohecke von dem Verwehen und Abrutschen zu schützen. In kühlen Gebirgslagen freilich fördert die Bitumisierung das Auskeimen des Saatgutes durch Erwärmung infolge seiner dunklen Farbe. Als Bitumenemulsion wird eine handelsübliche 50%-ige Kaltasphaltemulsion »S« (= stabil) verwendet, wie man sie vorwiegend zum Ausbessern von Schlaglöchern verwendet. Diese Emulsion wird auf rund 25% Asphaltgehalt verdünnt, indem die gleiche Menge weiches Wasser beigemischt wird. Steht nur kalkhaltiges Wasser zur Verfügung, so muß dieses durch chemische Zusätze entspannt werden, z. B. durch Beigabe geringer Mengen Waschmittel etc.

Zum Versprühen der Emulsion haben sich bisher zahlreiche, sonst auch für andere Zwecke gebaute Geräte bewährt. So verwendeten wir z. B. in extremen Gelände tragbare, teils mit Handpumpen, teils mit Motor-gebläse versehene Malerspritzten oder Baumspritzten. Auf größeren Flächen haben sich Großgeräte bewährt. Auch hiefür zogen wir schon käufliche, für die Schädlingsbekämpfung bestimmte Geräte heran oder wir bauten aus vorhandenen Baumaschinen mit einfachsten Mitteln selbst etwas zusammen (Kompressoren mit Druckbehältern und Strahlrohr). Die Reinigung der Geräte ist sehr einfach: man sprüht nach Gebrauch Wasser und hernach etwas Dieselöl, Benzin oder Benzol durch, mit welchen auch Verstopfungen rasch gelöst werden.

Die Bitumisierung sichert die Strohecke bis zu Windgeschwindigkeiten von rund 80 Stundenkilometern. Auf Stellen, wo öfters noch

höhere Geschwindigkeiten auftreten, empfiehlt sich die Verwendung von Drahtgittern wenigstens auf den ausgesetztesten Windkanten. Die Drahtgitter werden am besten mit Stahlstiften (Reste von Betoneisen und Torstählen) auf den Boden genagelt. Die billigsten Gitter sind jedoch immer noch etwa gleich teuer als die gesamte Saat auf Stroheckschicht (je Quadratmeter), weshalb sie tunlichst auf gefährdetste Hangteile beschränkt werden sollten. Zusätzliche leichte Bitumisierung hat sich auch hier besser bewährt als die Befestigung mit Gittern allein.

Auf sehr glatter Böschung, besonders auf tonigen, schieferigen Böden, wie wir sie etwa bei Grundmoränen, Flysch, Partnach-, Raibler-, Kössener-, Werfenerschichten etc. antreffen, besteht die Gefahr, daß die Strohecke entlang der Böschung abrutscht. Um dies zu verhindern, muß der Strohecke ein Halt gegeben werden, was sehr einfach durch Einschlagen von kurzen, dünnen Pflöcken geschieht. Auch hier haben sich Stahlpflöcke besser bewährt als solche aus Holz.

#### Materialbedarf und Arbeitsstunden aufwand je Hektar:

Ballenstroh: je nach Exposition bzw. Trockenheit	3.000 bis 10.000 kg
Samenmischung: je nach Material und Steilheit	300 bis 500 kg

Legumin oder andere Mykorrhizenkulturen je nach Samenmischung und Boden.

Kunstdünger je nach Bodenverhältnissen. In der Regel kann als Durchschnitt bei Verwendung granulierter Volldünger gelten:

zweimal jährlich je	400 bis 600 kg
Bitumenemulsion 25 bis 30%ig	2.500 Liter.
Arbeitsstunden: je nach Geländeverhältnissen	400 bis 1.500 Std.

Bei steilen Böschungen ist ein Begehen derselben oft schwierig, in weichem Material entstünden zudem Schäden an der Böschung selbst. Aus diesem Grunde benützen wir dort mit Vorteil zusammensteckbare, aus Profillatten genagelte, jeweils 3 m lange Leitern, auf felsigen Hängen Strickleitern.

Auf keinen Fall darf auf eine *I m p f u n g* der in der Samenmischung enthaltenen Leguminosen mit ihren Mykorrhizen verzichtet werden, weil sie dieselben auf humuslosen Böden nicht antreffen und daher kümmern würden. Die Impfung ist jedoch, obwohl jede Kleeart einen spezifischen Pilz braucht, sehr einfach und fällt kostenmäßig nicht ins Gewicht. Die spezifischen Pilzkulturen werden vor Beginn der Saaten zusammengemischt und diese Mischung unmittelbar vor der Aussaat der Samenmischung beigegeben. Die Austrocknung der Mykorrhizenkulturen ist unbedingt zu vermeiden (Lagerung in luftdichten Büchsen).

#### Kosten:

Entsprechend dem relativ geringen Material- und Zeitaufwand ist die Saat auf Stroheckschicht eine sehr billige Begrünungsmethode. Die Kosten lassen sich aus obiger Aufstellung mit einiger Erfahrung leicht

errechnen. Nach den Löhnen und Preisen in Österreich im Jahre 1962 beliefen sich die Hektarkosten inklusive Nachbesserungen und allen Regieen auf rund 22.000 bis 130.000 ö. Schillinge. Für die hohe Preisschwankung sind nicht nur unterschiedliche Geländeschwierigkeiten verantwortlich, sondern vor allem entscheidet auch die Höhenlage und die Größe der Begrünungsfläche hierüber. Kleine, schlecht erreichbare und hoch im Gebirge gelegene Flächen sind teurer als große und tiefgelegene.

### Samenmischung:

Wie bei allen Saatmethoden entscheidet die Zusammenstellung der Samenmischung über Erfolg oder Nichterfolg. Dabei muß nicht nur der Standort (klimatische und edaphische Verhältnisse) berücksichtigt werden, sondern vor allem muß man sich schon vor der Begrünung über das gewünschte Endziel klar sein. Denn es ist nicht gleich, ob aus unserer Erstkultur eine hochwertige Weide, eine niedere, den Boden abdeckende regenerationsfähige Pflanzendecke (z. B. Schiabfahrten), eine Mähwiese, Buschwerk oder Wald werden soll. Immer unbestritten ist bei Erstbesiedlung humusloser Böden der hohe Wert der Leguminosen. Ganz besonders gilt dies, wenn wir den Hang später wieder bewalden wollen, denn die Leguminosen besitzen nicht nur eine hohe Aufbaukraft, sondern sie fördert sogar das Aufkommen von natürlicher Verjüngung wie auch Aufforstungen und Pflanzungen. Dagegen erschweren oder verhindern es die meisten Gräser. Daneben sind die Leguminosen unter den handelsüblichen Pflanzenarten diejenigen, die schon im ersten Jahre am raschesten und tiefsten den Boden durchwurzeln.

Trotzdem werden wir niemals auf die Gräser verzichten können, wengleich auf Extremstandorten oft genug nach einigen Jahren alle wieder verschwunden sind, weil weder standortgemäße Arten noch entsprechende Herkünfte zu bekommen sind. Vor allem die langsam wachsenden, bodenbedeckten, mit Ausläufern versehenen Gramineen können nicht ersetzt werden.

Fungiert die Strohdecke bereits als eine Schutz- und Deckschicht für die darunter heranwachsenden Sämlinge, so kann diese Wirkung noch erhöht werden durch die Beimischung einer Deckfrucht. Darunter verstehen wir kurzlebige, meist annuelle Leguminosen (Wicken, Erbsen, Bohnen), Getreidearten (Saathafer, Gerste, Roggen, Waldstaudekorn) od. Futterpflanzen (Rübsen, Senf, Phacelien etc.). Sie haben nur die Aufgabe, auf Grund ihres rascheren Auskeimens und Wachstums in den ersten Wochen die langsameren Arten zu schützen und möglichst schon den Boden mit ihrer kräftigeren Durchwurzelung aufzuschließen.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß das Verhältnis zwischen Leguminosen, Gramineen und Deckfrucht in einer Samenmischung sehr verschieden sein kann und ganz auf Standort und Ziel der Begrünung abzustimmen ist. Die Möglichkeiten hierfür sind jedoch so zahlreich, daß in diesem Rahmen keine detaillierten Empfehlungen gegeben werden können.

#### IV. STRUKTURENÄNDERUNGEN UND ENTWICKLUNGSTENDENZ IN DER KÜNSTLICHER ERSTVEGETATION

Sowohl durch Trockenheit und Kälte als auch durch Nährstoffmangel findet schon im ersten Jahre unmittelbar nach dem Anwachsen eine scharfe Auslese statt, sodaß sich die Zusammensetzung der eben erst angesiedelten Pflanzendecke bald zu ändern beginnt. Dieser Umstellungsprozeß ist bei einer künstlichen Vegetationsdecke auf Extremstandorten weitaus dynamischer als eine natürliche Sukzession in autochthonen Beständen. Während bei letzterer nur geänderte Umweltsbedingungen auf eine schon bestehende Vegetationsdecke einwirken, haben wir es bei der künstlichen Begrünung mehr mit einem Einpassen in ungewohnte Standortverhältnisse zu tun. Freilich geht dieser Prozeß schließlich in eine normale Pflanzensukzession über und kann, sobald dies der Fall ist, als im wesentlichen abgeschlossen gelten. Es ist durchaus möglich, diese stürmische Entwicklung in den ersten Jahren durch verschiedene Maßnahmen zu unterstützen. Als solche kommen vor allem eine einmalige Mahd im ersten Jahre (zur Förderung des Wurzelwachstums) und eine zwei- bis dreijährige Nachdüngung in Betracht. Im zweiten Jahre soll nicht mehr gemäht werden, um durch Zuführung möglichst großer Mengen an organischer Substanz den Aufbau einer humusreichen Oberboden- decke zu sichern. Denn nur dadurch erreichen wir eine rasche progressive Vegetationsentwicklung und eine hohe Sicherheit gegen Abrutschungen des Hanges in der Zukunft.

In den meisten Fällen entwickelt sich die erste künstliche Pflanzendecke schon nach ein bis zwei Jahren nach folgendem Schema:

Annuellenreiche Leguminosen-Gramineenheide



Leguminosenheide mit Gramineen; hochwüchsige Leguminosen dominierend (*Melilotus*, *Medicago sativa*, *Onobrychis sativa*, *Anthyllis vulneraria* etc.)



Leguminosenheide mit Gramineen; niederliegende Leguminosen dominierend (*Trifolien*, *Medicago lupulina* etc.)



Leguminosenreiche Grasheide mit zunehmendem Anteil an Gramineen, Carices und Blütenpflanzen der nächsten Umgebung (natürliche Ansamung).

Aus dieser Entwicklungstendenz ergibt sich die Dringlichkeit einer baldigen Aufforstung, soferne Wald oder Buschwerk das Ziel der Maßnahmen ist, weil sonst eine Verdämmung der Pflanzungen durch die intensivwurzelnden Gräser eintritt.

Abschließend wird am Beispiel von Lichtbildern (Brennerautobahn in Tirol, verschiedene Bauten für die olympischen Winterspiele 1964 in Innsbruck, Rutschungen in Wildbächen, Bahnkörper, Kraftwerkanlagen und Industriebalden) bewiesen, daß es gelungen ist, mit der Saat auf Strohdeckschicht eine billige und sehr rasch wirksame teilmechanisierte Saatmethode zu finden, die auch auf humuslosen Hängen innerhalb einer einzigen Vegetationsperiode zu einer geschlossenen Vegetationsdecke führt. Aus dieser künstlichen Erstvegetation, welche den Hang sofort vor weiterer Erosion schützt, kann dann die gewünschte, der zukünftigen Wirtschaftsform entsprechende höhere Vegetation aufgebaut werden.

Weitere Details und Angaben über andere ingenieurbioologische Methoden mögen der Literatur entnommen werden (dort auch weitere Literaturhinweise).

### Bibliographie

- Gams H.*, 1939: Die Wahl zur künstlichen Berasung und Bebuschung von Bachbetten, Schutthängen und Straßenböschungen geeigneter Pflanzen des Alpengebietes.
- Hampel R.*, 1954: Statistik der Grünverbauung. Vereinszeitschr. der Dipl.-Ingenieure der Wildbachverbauung, Linz, H. 5.
- Hassenteufel W.*, 1958: Die Pflanze als Bodenfestiger. Forstw. Zentralblatt, 5/6
- Hoffmann, L.*, 1954: Aus dem Bauformenschatz der österreichischen Wildbachverbauung. Allg. Forstzeitung, 23/24.
- Praxl V.*, 1954: Verbauung und Begrünung von Moränenanbrüchen in Vorarlberg. Vereinszeitschr. d. Dipl.-Ing. der Wildbachverbauung, Linz, H. 5.
- Raeder-Roitzsch J. E.*, 1958: Der Einsatz von Asphalt zur Berasung entblößter Bodenflächen im Erdbau. Allg. Forstzeitschrift, München, H. 26.
- Raschendorfer I.*, 1953: Stecklingsbewurzelung und Vegetationsrhythmus. Forstw. Zentralblatt, H. 5/6.
- Raschendorfer I.*, 1959: Blaikentypen in den Ostalpen. Kennzeichnung von Rutschflächen nach den Vegetationsstufen zum Zwecke der Grünverbauung. De natura tirolensi, Prem-Festschrift. Univ.-Verlag Wagner, Innsbruck.
- Schiechl H. M.*, 1955: Bautypenbenennung und -systematik bei der Grünverbauung. Allg. Fortstzeitung, H. 21/22, Wien.
- Schiechl H. M.*, 1958: Grundlagen der Grünverbauung. Mitteilungen der Forstl. Bundesversuchsanstalt Mariabrunn, Wien, H. 55.
- Schiechl H. M.*: Einige ausgewählte Ergebnisse aus der Forschungsarbeit für Grünverbauung und über den heutigen Stand ihrer Anwendung in Österreich. Schriftenr. Forschungsarb. aus d. Straßenwesen, H. 51, Kirschbaum Verlag, Bad Godesberg.
- Schiechl H. M.*, 1962: Zwei Methoden der Grünverbauung zur Befestigung der Böschungen beim Baum der Brenner-Autobahn. Österr. Ingenieur. Zeitschrift., H. 7, Jg. 5, Springer-Verlag.
- Schiechl H. M.*, 1962: Die Bekämpfung von Rutschungen mit Hilfe der Grünverbauung. Jahrbuch z. Schutze d. Alpenpflanzen u. -Tiere, 27.
- Schiechl H. M.*: Die heutige Technik d. Grünverb. beim Straßenbau in Österreich. Brücke u. Straße, H. 1., 15 Jg., Verlag H. Wigankow, Berlin W.

## REZIME

Inženjerska biologija je posebna biotehnička grana, a njen je zadatak da potrošne ili umjetne gole padine duž putova, bujica i drugdje brzo naseljava biljnim pokrovom, kako bi se time spriječila erozija i odronjavanje zemlje što ugrožava prometne naprave, zgrade, kulture i dr. Postoji više metoda za postizavanje te svrhe, ali se autor zadržao samo na metodi sijanja sjemena u zaštitni sloj od slame. Pomoću dijapozitiva autor je predočio dobre strane toga načina utvrđivanja golih padina i uvjerljivo dokazao uspjeh te metode, koja se može donekle i mehanizirati, a preporučuje se i zbog srazmjerno niskih troškova.

## ZUSAMMENFASSUNG

Es ist die Aufgabe der Ingenieurbiologie, natürliche oder künstliche kahle Rutschhänge wieder mit einer Pflanzendecke zu besiedeln. Zu diesem Zweck stehen drei Gruppen von Arbeitsmethoden zur Verfügung, von denen im Vortrag nur die Saat auf Stroheckschicht näher behandelt wird. Es werden die Vorteile dieses Verfahrens hervorgehoben und anhand von vorgeführten Lichtbildern die erzielten Erfolge überzeugend erklärt. Diese z. T. mechanisierte Methode ist den natürlichen Gegebenheiten gut anpassbar und empfiehlt sich auch bezüglich des verhältnismässig niedrigen Kostenaufwandes.

## RIASSUNTO

Si dimostra che si è riuscito tramite semina su copertura di paglia a ricoprire con un sistema di rapida riuscita e parzialmente meccanizzato, a creare su pendii senza humus e nel periodo d'un unico periodo vegetativo una copertura vegetale chiusa in sedi di frane su torrenti, linee ferroviarie, impianti elettrici ed industriali.

## AUSSPRACHE

Schmid: Mit grossem Vorteil werden gerade die Leguminosen für Anpflanzungen auf Neuboden verwendet. Überall, auch in den Tropen und unter natürlichen Verhältnissen (vgl. die Wiederbesiedlung des Krakatau) sind die Leguminosen die Erstbesiedler; sie reichern Stickstoff an und festigen den Boden.