

Ingenieurbiologische Bauweisen = Ingénierie biologique = Bio-engineering construction methods

Autor(en): **Zeh, Helgard**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Anthos : Zeitschrift für Landschaftsarchitektur = Une revue pour le paysage**

Band (Jahr): **21 (1982)**

Heft 1: **Bauen und pflegen mit der Natur = La nature au service de la construction et de la préservation = Construction and management in conjunction with nature**

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-135533>

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.

Ingenieurbiologische Bauweisen

Helgard Zeh, dipl. Ing., Landschaftsplanerin, Worb

Was versteht man unter Ingenieurbiologie?

«Ingenieurbiologie ist eine biologisch ausgerichtete Ingenieurbautechnik, die sich biologischer und landschaftsökologischer Erkenntnisse bedient, und zwar bei der Errichtung und Erhaltung von Erd-, Wasser- und Verkehrswegebauten sowie bei der Sicherung instabiler Hänge und Ufer. Dabei werden Pflanzen oder Pflanzenteile als lebende Baustoffe so eingesetzt, dass sie im Laufe ihrer Entwicklung in Verbindung mit Boden, Gestein und Bodenwasser den wesentlichen Beitrag zur dauerhaften Sicherung und Erhaltung leisten.» (Gesellschaft für Ingenieurbiologie, Aachen 1979)

Ingenieurbiologie – Kosmetik?

Die grenzenlose Mobilität mit dem Auto verlangt einen hohen Preis von der Landschaft. Sie ist buchstäblich im Wege. Technische Mittel erlauben uns, Berge aus dem Weg zu räumen, Täler aufzufüllen, Tunnels zu bauen. Technische Mittel

N1, Kerzers, Steckhölzer zwischen Blockwurf eines Entwässerungsgrabens.

Ingénierie biologique

Helgard Zeh, ing. dipl. architecte-paysagiste, Worb

Qu'entend-t-on par ingénierie biologique?

«L'ingénierie biologique est une technique de construction qui s'inspire de la biologie, se sert des connaissances biologiques et écologiques du paysage, surtout utilisée pour la réalisation et conservation de constructions dans la terre, hydrauliques ou de voies de communication, ainsi que pour la stabilisation de talus et rives instables. Les plantes ou parties de plantes en tant que matériau de construction végétal sont utilisées de telle sorte qu'au cours de leur développement, en combinaison avec le sol, la masse rocheuse et l'eau, elles contribuent dans une large mesure à une stabilisation et conservation durables.» (Gesellschaft für Ingenieurbiologie, Aachen 1979)

Ingénierie biologique – esthétique?

La mobilité quasi illimitée que procure l'automobile exige son prix du paysage. Il barre littéralement le chemin! Les moyens techniques nous permettent de déplacer les montagnes sur notre passage, de

N1, Kerzers, branches vertes entre les pierres d'une tranchée d'eau.

Bio-engineering Construction Methods

Helgard Zeh, dipl. eng., landscape planner, Worb

What does "bio-engineering" mean?

"Bio-engineering is an engineering construction technique which is biologically oriented and which uses biological and ecological landscaping knowledge for erecting and maintaining earth, hydraulic and transport infrastructure constructions as well as for consolidating unstable slopes and banks. In this technique, plants or parts of plants are used as living construction material so that, in the course of their evolution and in combination with soil, stones and groundwater, they make an essential contribution to permanent stabilization and maintenance." (Society for Bio-Engineering, Aachen 1979)

Bio-engineering – just for beauty's sake?

Our unrestricted mobility thanks to the automobile takes a considerable toll on the landscape, which is literally in our way. With the technical means at our disposal, we can clear away mountains, fill in valleys and build tunnels. Technical

N1, Kerzers, stakes between the blocks of a drainage ditch.



sollen auch alle Schäden und Störungen des Autoverkehrs scheinbar wiedergutmachen. Und nun kommen noch die Ingenieurbiologen und setzen selbst technische Mittel der Natur ein, um die Schäden und Wunden in der Landschaft zu reparieren. Allzu lange hatten wohl Strassenbauingenieure mit ihren Kurvenradien und Sachzwängen ihren Freipass in der Landschaft. Nun bewirken die Widerstände der Natur- und Landschaftsschützer, dass Strassen grundsätzlich überprüft und zumindest weniger störend in die Landschaft gelegt werden sollen.

Wegleitung des Bundes

Ingenieurbiologie soll künftig nicht nur zum Zuge kommen, wenn andere Methoden versagt haben oder wenn Kosmetik verlangt wird. Das Bundesamt für Strassenbau hat eine Wegleitung für den Lebendverbau herausgegeben. Sie «will zum erfolgreichen Zusammenwirken von Natur und Technik beitragen. Sie soll dem Strassenbauingenieur die Anwendung des Lebendverbaus bei Bau-, Unterhalts- und Sanierungsarbeiten näherbringen.»

Beispiel für durchgehende Planung

So konnten sich auch andere Interessen durchsetzen. Vor fünf Jahren wurde ein Autobahntrasse der N1 auf Druck landwirtschaftlicher Interessen in das Rutschgebiet eines Tobels verlegt. Erdbautechnische neue Wege ermöglichten eine Aufschüttung im Tobel, die oberflächlich ingenieurbiologisch stabilisiert wurde. Die teilweise 40 m mächtige und 90 m hohe Schüttung Salzweid wurde im durchwurzelbaren Bereich mit 2 m langen Weidenästen bestückt. Die Weiden bewurzelten sich und befestigten die Aussenhaut der Schüttung. Es gab keine Rutschungen auf den übersteilen Böschungen wie sonst öfters in diesem Raum.

Feuerwehrrübungen

Ein paar Kilometer weiter rutschten im nassen Winter 1978 grosse, gerade neu angelegte Böschungen ab. Hier konnten durch rasches Zusammenarbeiten von Ingenieuren und einer Landschaftsplanerin Buschlagen und Faschinen die Böschungen entwässern und im Sommer darauf intensiv durchwurzeln. Die Längsfaschinen endeten in einem Kiesfilter. Die gesamten Flächen wurden mit Hydrosaat angesät und ein Jahr später mittels Riefenbau aufgeforstet. Die Wirkung der Faschinen überzeugte selbst die Strassenbaufirma. Die Bauleitung liess die gleiche Methode an eine andere, sehr nasse Böschung übertragen, wo die Faschinen noch heute entwässernd wirken, was am intensiven Weidenwuchs zu sehen ist.

Humuslose Begrünung

Im benachbarten Bauabschnitt mussten Einschnitte in die Molasse gegraben werden. Hier verzichtete man einmal auf die Humusierung und säte eine spezielle bodenaufschliessende Gras- und Kräuter-Mischung direkt auf die Molasse. Man sparte Humus und erhielt einen pflegeextensiven, artenreichen Trockenrasen. Viele andere kleine Details konnten auf dieser Strassenbaustelle ingenieurbiologisch gelöst werden. Wichtig war dabei die durchgehende Zusammenarbeit vom Auftraggeber bis zum Arbeiter mit der Ingenieurbiologin.

Jedermanns Handwerk

Das Arbeiten mit Pflanzen, vor allem das praktische Wissen und das handwerkliche

comblen des vallées, de construire des tunnels. Et les moyens techniques devraient apparemment aussi réparer tous les dégâts et dérangements causés par le trafic. Et voilà que les ingénieurs-biologistes se servent eux aussi des moyens techniques de la nature pour effacer les traces de dégâts et de blessures qui lui ont été infligés. Trop longtemps déjà, les ingénieurs des routes, avec leurs rayons de courbes et forces contraignantes, ont joui d'une entière liberté dans le paysage. Mais l'opposition des protecteurs de la nature et du paysage a eu pour effet que les routes fassent maintenant l'objet d'une étude approfondie et soient pour le moins mieux intégrées au paysage.

Directives de la Confédération

A l'avenir, l'ingénierie biologique ne sera plus utilisée en désespoir de cause ou quand l'esthétique l'exige seulement. L'Office fédéral des routes a publié des directives concernant la stabilisation végétale. Ces directives «se proposent de contribuer à une meilleure action commune de la nature et de la technique. Elles ont pour but d'aider l'ingénieur en charge de la construction des routes à se familiariser avec les possibilités d'utilisation de la stabilisation végétale lors des travaux de construction, d'entretien et d'assainissement.»

Exemple de planification interdisciplinaire

D'autres intérêts réussirent à s'imposer. Il y a cinq ans, un tracé de l'autoroute N1 put être, sur pression d'intérêts agricoles, déplacé dans la zone d'éboulement d'un ravin. Les nouvelles techniques de construction dans la terre permirent d'effectuer un remblayage du ravin dont la surface fut stabilisée au moyen de constructions biologiques. Le remblai Salzweid, large de 40 m et haut de 90 m par endroits, fut planté de branches de saules longues de 2 m dans les parties propres à l'enracinement. Les saules s'enracinèrent et stabilisèrent l'enveloppe extérieure du remblai. Et il n'y eut pas de glissements sur les talus très escarpés, comme c'était souvent le cas auparavant dans cette région.

Exercice de pompier

A quelques kilomètres de là, d'importants talus nouvellement aménagés se mirent à glisser durant l'hiver humide de 1978. Grâce à la collaboration rapide entre ingénieurs et une architecte-paysagiste, les talus purent être drainés à l'aide de boutures ligneuses et fascines dont l'enracinement fut intensif l'été suivant. Les fascines placées à l'horizontale se terminaient par un filtre à gravier. L'ensemble des surfaces fut semé d'hydro-semences et reboisé un an plus tard au moyen de plantations en rigoles. L'effet des fascines a convaincu jusqu'à l'entreprise de construction des routes. La direction des travaux appliqua la même méthode à d'autres talus très humides, où les fascines font aujourd'hui encore fonction de drains, ce que prouve la croissance intensive des saules.

Verdure sans humus

Dans la tranche de construction voisine, il fallut creuser des entailles dans la molasse. On renonça pour une fois à un apport d'humus et sema un mélange de graminées et herbes fertilisantes directement sur la molasse. On économisa de l'humus et il poussa un gazon sec riche en espè-

means should apparently be able to repair all the damage and disruption caused by motor traffic. And then along come the bio-engineers using nature's technical means to repair the harm to and gashes in the landscape. Road construction engineers with their turning radii and material constraints have had a free hand with the landscape for too long. Now, as a result of the resistance of nature and landscape conservationists, roads are being basically rethought with a view to integrating them into the landscape more harmoniously.

Government guidelines

In the future, bio-engineering should not only come into play when other methods have failed or when cosmetic surgery is required. The Federal Office for Road Construction has published guidelines for site stabilization using seeding. These are intended "to contribute to the successful combination of nature and technology and to make road construction engineers more aware of the application of biological site stabilization in such work as construction, maintenance and land improvement."

Example of consecutive planning

It was thus possible for other interests to assert themselves. Five years ago, a lane of the N1 motorway was moved into the landslide area of a narrow glen. New earth-moving techniques made it possible to erect in the glen an embankment whose surfaces were stabilized using bio-engineering methods. The Salzweid embankment which was 40 meters thick and 90 meters high in parts was prepared with willow branches measuring 2 meters in length in areas where roots could penetrate. The willows took root and reinforced the outer skin of the embankment. On this extra-steep embankment, there have been no landslides of the type which often occur in this area.

Emergency action

A few kilometers further on, large embankments which had just been built began sliding during the wet winter of 1978. Thanks to speedy collaboration between the engineers and a landscape planner, it was possible to drain the embankments using layers of brush and fascines and to ensure that intensive rooting was initiated during the following summer. The longitudinal fascines ended in a gravel filter. The whole surface was sprayed with a seed-straw-tar mixture and afforested one year later by means of channel constructions. Even the road construction company was convinced of the effect of the fascines and the supervising engineer had the same method used on another very damp embankment where the fascines continue to this day to have a draining effect, as can be seen by the dense growth of willows.

Greening without application of humus

In the neighbouring construction section, cuttings had to be made into the molasse. In this case, humus was not applied and a special soil-decomposing grass and herb mixture was sown directly onto the molasse. This saved humus and produced a management-extensive dry grassland with many plant species. It was possible to solve many other minor details on this roadbuilding site using bio-engineering techniques. However, the most important

Habkernstrasse, Ausbruch eines durchnässten Muschelbruches.

Habkernstrasse, éruption d'un éboulement de chaux de coquilles détrempée.

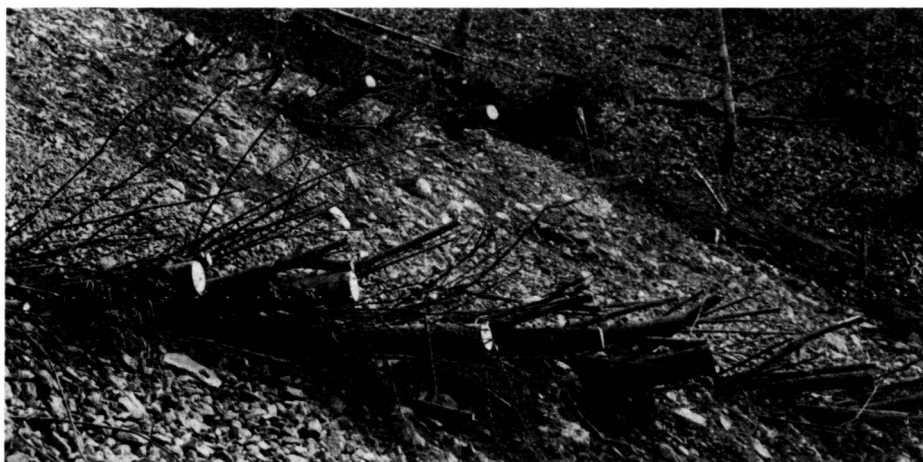
Habkernstrasse: saturated conchoidal fracture.



Habkernstrasse, ingenieurbio-logische Verbauung des Muschelbruches mit Filterkeil und Buschlagen.

Habkernstrasse, stabilisation végétale de l'éboulement de chaux de coquilles au moyen d'un filtre d'étayage et de boutures ligneuses.

Habkernstrasse: bio-engineering construction to fill up the conchoidal fracture using draining wedge and layers of brush.



Habkernstrasse, bis 8 cm Durchmesser dicke Weiden wurden als Buschlagen verlegt.

Habkernstrasse, d'anciens saules avec jusqu'à 8 cm de diamètre servent de boutures.

Habkernstrasse, older willows with a diameter of up to 8 cm were laid down as layers of brush.

Habkernstrasse, Muschelbruch mit Filterkeil, hydrogesät.

Habkernstrasse, éboulement de chaux de coquilles avec filtre d'étayage et hydrosemences.

Habkernstrasse: Conchoidal fracture with filter wedge sprayed with straw-seed-tar mixture.



Können ist in den vergangenen Jahrzehnten vernachlässigt worden, weil in der Baupraxis die lebenden Bauweisen nur in geringem Umfang und oft falsch angewendet wurden. Älteren Leuten und Förstern sind gelegentlich die Bauweisen Steckhölzer, Faschinen oder Holzkästen bekannt. Jedoch sind die verbesserten ingenieurbioologischen Bauweisen wie zum Beispiel Buschlagen oder versenkte Flechtzäune noch wenig verbreitet. Dabei sind das ausgezeichnete Hilfsmittel, die rasch und von jedermann eingesetzt werden können. – So half sich die Strassenpflegeequipe einer Kantonsstrasse bei einem Hangrutsch, der über die Strasse kam, indem sie frische Weiden am Fusse des Rutsches einlegte. Die nachfolgende Auffüllung bewirkte, dass die Weiden teilweise mit Erde überdeckt waren, so dass sie anwuchsen und heute eine aktive Entwässerung des ehemaligen Rutsches besorgen.

Alternative zu Hartbauweisen

Oft treten während Strassenbauarbeiten unvorhergesehene Probleme auf, die dann rasch und unbürokratisch gelöst werden müssen. Meist greifen die Baufirmen dann zu dem überall auf Baustellen vorhandenen Beton und lösen das Problem mit harten Bauweisen. Ebenso schnell würden jedoch ingenieurbioologische Bauweisen zur Verfügung stehen. – In einem Rutschgebiet wird zum Beispiel eine Strasse mit viel Stützkonstruktionen ausgebaut. Seitlich der Mauer rutschte ein durchnässter Muschelbruch heraus. Die Baufirma führte alles ab und füllte schichtweise steiniges Material ein. Alle anderthalb Höhenmeter packte sie dicke Buschlagen ein und vernagelte noch den Anbruch mit Steckhölzern. Die Fläche wurde mit Hydrosaat angesät. Die Weiden werden in diesem Filterkeil für die oberflächliche Entwässerung sorgen und den Eingriff rasch überwachsen.

Technische Stabilisierungshilfen

Reichen die natürlichen Mittel wie Pflanzen und Bodenmaterialien nicht aus, oder kann man nicht warten, bis die Pflanzen mit ihren Wurzeln die nötige Stabilität bringen, so können auch künstliche Mittel ergänzend eingesetzt werden. Das sind zum Beispiel Klebstoffe bei Ansaaten oder Gitterkonstruktionen aus Holz, Metall, Stein oder Beton. Als sehr leichtes und elastisches Material erweisen sich die verschiedenen Kunststoffmatten. Man breitet sie aus, füllt sie mit vorhandenem Material und schlägt sie um das Material zu u-förmigen Paketen. Dann folgt eine Lage Buschlagen und wieder ein Mattenpaket. So kann man schlechtes Bodenmaterial steiler schütten, als es der bodenmechanisch berechnete Wert erlaubt. Die fertige Böschung kann noch angesät werden. Die Weiden und miteingelegten verschiedenen Sträucher wachsen zu einer Art Feldhecke heran, so dass das Böschungsbauwerk mit der Zeit völlig überwachsen ist.

Wirkungen ingenieurbioologischer Bauweisen – Pflege

Zur technischen Wirkung ingenieurbioologischer Bauweisen kommen die ökologischen, ökonomischen und landschaftsgestalterischen Wirkungen. Die Bauten leiten ökologische Stoffkreisläufe ein. Das Leben wird immer vielfältiger, macht verschiedene Sukzessionsstadien durch und wird immer stabiler, bis sich eine Schlussgesellschaft bildet. Will man ein bestimm-

tes, ne nécessitant qu'un entretien extensif. De nombreux autres petits détails peuvent être résolus avec des méthodes de construction biologiques sur ce chantier. L'essentiel ayant été l'étroite collaboration entre donneur d'ordre, ouvriers et femme ingénieur-biologiste.

A la portée de chacun

Le travail avec les plantes, avant tout les connaissances pratiques et le savoir-faire artisanal ont été négligés ces dernières décennies, parce que les matériaux vivants ont été très peu utilisés dans la construction et souvent faussement. Les personnes et gardes forestiers d'un certain âge connaissent peut-être les techniques de construction avec les branches vertes, fascines ou caisses en bois. Mais les méthodes de construction biologiques modernes telles que par exemple les boutures ligneuses ou les tresses avec branches vertes en sève ne sont pas encore très répandues. Et pourtant, ce sont là d'excellents moyens dont l'effet est immédiat et l'application à la portée de chacun. C'est ainsi que l'équipe d'entretien d'une route cantonale se débrouilla avec un glissement de talus qui menaçait la route, c'est-à-dire elle introduisit des boutures de saules au pied de l'éboulement. Le remblayage qui suivit eut pour effet de recouvrir partiellement les saules avec de la terre, de sorte qu'ils s'enracinèrent et assurent aujourd'hui encore le drainage actif de l'ancien glissement.

Une solution de remplacement des matériaux durs

Dans la construction des routes surgissent parfois des problèmes imprévus exigeant une solution sans délai et le moins possible de bureaucratie. Dans ces cas, les entreprises de construction se tournent vers le béton présent sur tous les chantiers et résolvent le problème avec un matériau dur. Pourtant, les méthodes de construction biologiques seraient à disposition tout aussi rapidement. Dans une zone d'éboulements par exemple, une route a été construite à grand renfort d'ouvrages de soutenance. Et puis, sur le côté du mur, de la chaux de coquilles détrempeée s'est mise à glisser. L'entreprise de construction emmena le tout et le remplaça par du matériel pierreux disposé par couches. A intervalles de 1,50 m en hauteur, on plaça d'épaisses couches de boutures ligneuses dont on cloua les extrémités au moyen de branches vertes. La surface fut semée d'hydrosemences. Dans ce filtre d'étalement, les saules assureront le drainage superficiel et cacheront bientôt l'entaille.

Moyens de stabilisation techniques

Si les moyens naturels tels que les plantes et les matériaux du sol ne suffisent pas, ou si on ne peut attendre jusqu'à ce que les racines des plantes assurent la stabilité nécessaire, des moyens artificiels complémentaires peuvent être utilisés. Par exemple des matières adhésives pour les semis ou des constructions de treillis en bois, métal, pierre ou béton. Les diverses nattes en matières synthétiques ont fait leur preuve en tant que matériau très léger et élastique. Elles sont étendues, puis remplies avec le matériel disponible et rabattues autour du matériel pour former des paquets en U. De cette manière, l'escarpement d'un sol de mauvaise qualité peut être plus grand que ne le permettrait le calcul de l'angle naturel de talus. Le talus

factor in this process was the continuous cooperation with the bio-engineer offered by everyone ranging from the commissioning authority right down to the labourers.

A technique which is accessible to all

Work with plants, and above all, practical knowledge and manual skill has been neglected over the past few decades, because in construction practice, bio site stabilization is only applied to a limited extent and then often incorrectly. Sometimes, older people and foresters are familiar with construction techniques using stakes, fascines or wooden boxes, but the improved bio-engineering construction methods e.g. layers of brush or counter-sunk wattling are still not widely known. Yet these are excellent remedies which can be applied quickly by everyone. For example, the road-maintenance team of one regional highway planted fresh willows at the foot of a slope which had slid, blocking the road. The subsequent refilling partially covered the willows with earth, with the result that they took root and now contribute actively to draining the former landslide.

Alternative to solid construction methods

Unforeseen problems often arise during road construction and have to be solved quickly and without red tape. Usually construction firms resort to concrete which is readily available on building sites and solve the problem using solid construction methods. However, bio-engineering construction techniques would be equally available. Let us take the example of a road with numerous supporting constructions being improved in a landslide area. A saturated conchoidal fracture developed to one side of the wall. The builders removed all the earth, filled in layers of stones, packed in thick layers of bushes every one-and-a-half meters in height and fixed the cleft with stakes. The surface was sprayed with a seed-straw-tar mixture. The willow trees will ensure surface drainage in this filter wedge and quickly conceal the scars of the operation.

Technical stabilization aids

If natural means such as plants and ground materials are not adequate, or if it is not possible to wait until the plants create the necessary stability with their roots, artificial means may be used to complement them, such as adhesive substances for sowing or grid constructions made of wood, metal, stone or concrete. The various types of plastic mats have proved their worth as a very light, flexible material. They are spread out, filled with the available material and folded round it to form U-shaped packets. Then comes a layer of bushes followed by yet another mat packet. This procedure makes it possible to build a steeper embankment using poorer soil material than would otherwise have been possible according to the estimated soil mechanics value. The finished embankment can then be seeded. The willows and the various bushes laid in with them will grow into a sort of field hedge so that in time, the embankment construction work is completely overgrown.

Effects of bio-engineering construction methods – Management

In addition to the technical effects of bio-engineering construction methods, one should also mention the ecological, eco-

Signau, Hangrost mit Heckenbuschlagen.
Signau, grille et boutures de haies.
Signau, slope grid with hedge-like layers of brush.



Signau, Hangrost angewachsen.
Signau, grille au début.
Signau slope grid in the process of becoming overgrown.



Signau, Hangrost halbjährig.
Signau, grille après six mois.
Signau, slope grid after 6 months.

tes Stadium erhalten, zum Beispiel die Weidenphase, so muss man pflegend eingreifen, also die Weiden alle paar Jahre auf den Stock setzen. Bei einem Hangrost, der von der Regenerationskraft der Weiden lebt, wird man die Weiden schneiden, auch um die anderen Gehölze freizustellen. Man kann das Schnittgut für weitere Verbauungen verwenden.

Eingliederung von Strassen in die Landschaft

Mit der Ingenieurbiologie können Strassenbauten in die Landschaft eingegliedert werden. Dies wird künftig mit der Wegleitung gefördert. Viele mit Beton flankierte Strassen würden sich mit ingenieurbiologisch verbauten Böschungen besser in die Landschaft integrieren und damit nicht so hart als Fremdkörper empfunden werden. Andere Strassen könnten auf hohe Ausbaugeschwindigkeiten verzichten und um Hindernisse in der Landschaft herumführen. – Das Landschaftsbild kann mit Ingenieurbiologie bereichert werden, indem durch neue Strukturen, Formen und Farben der Vegetation Akzente gesetzt werden. Die Linienführung der Strasse und ihrer Böschung kann zum Beispiel Buschlagen aufnehmen. Mit der Zeit verwächst sich allerdings die Linie. Lärmschutzwälle, die aus Platzgründen möglichst schmal und hoch sein sollen, können ingenieurbiologisch stabilisiert werden und wachsen gleichzeitig zu einer Sichtschutzhecke heran. Selbst eine sehr schmale Lärmschutzwand kann lebendig verbaut werden.

Schlussbemerkungen

Niemand möchte mehr auf moderne Baumaterialien wie den Beton verzichten. Kies und Sand sind jedoch nicht erneuerbare, knappe Rohstoffe. Deshalb sollten wir dort, wo Beton nicht aus konstruktiven Gründen notwendig ist, andere, landschaftsgerechtere Baustoffe verwenden. Abklärungen müssen möglichst früh getroffen werden. Wir sollten die positiven Eigenschaften lebender Baustoffe wie «Elastizität» oder «Regenerationsfreudigkeit der Pflanzen» vermehrt einsetzen. Im Gegensatz zu Ingenieuren und Architekten, die etwas bauen, das dann von der Fertigstellung an wieder zerfällt, können Gärtner und Landschaftsarchitekten etwas bauen, mit dem sie den eigentlichen Wachstumsprozess erst einleiten. Das pflanzliche Bauwerk verändert und verbessert sich bis zu einem dynamischen Gleichgewicht. Deshalb sollten grundsätzlich alle baulichen Veränderungen in der Landschaft darauf überprüft werden, ob sie in dieser Form nötig sind oder ob sie durch ingenieurbiologische Verfahren ersetzt oder ergänzt werden können.

achevé peut aussi être semé. Les saules et divers arbrisseaux introduits pousseront comme une haie sauvage, de sorte que le talus sera complètement recouvert de végétation avec le temps.

Effets des constructions biologiques – entretien

Aux effets techniques des constructions biologiques viennent s'ajouter les effets écologiques, économiques et d'architecture du paysage. Les constructions introduisent des cycles écologiques. La vie devient plus riche, passe par divers stades de succession et se stabilise de plus en plus jusqu'à former finalement un groupement végétal définitif. Si l'on veut conserver un stade bien précis, par exemple la phase des saules, il faut intervenir, c'est-à-dire réduire périodiquement les saules à des chicots après quelques années. Dans le cas d'une grille, qui vit de la force régénératrice des saules, ceux-ci seront coupés, surtout aussi pour libérer les autres arbrisseaux. Le matériel de coupe peut servir à d'autres travaux de stabilisation.

Intégration des routes dans le paysage

L'ingénierie biologique permet d'intégrer les constructions des routes dans le paysage. Et les directives de l'Office fédéral des routes veulent l'encourager à l'avenir. Nombre de routes flanquées de béton seraient mieux intégrées dans le paysage avec des talus à stabilisation végétale et feraient moins l'effet d'un corps étranger. D'autres routes encore pourraient renoncer à une construction pour vitesse élevée et contourner des obstacles dans le paysage. De nouvelles structures, formes et couleurs de la végétation peuvent enrichir l'aspect du paysage et y mettre certains accents. Par exemple, tracé de route et talus pourraient être garnis de boutures ligneuses. Avec le temps cependant, le tracé serait envahi par les plantes. Les remblais anti-bruit, qui pour des raisons de place doivent être étroits et hauts, pourraient être stabilisés avec des végétaux qui feraient plus tard aussi fonction de haie pare-vue. Même pour une installation anti-bruit très étroite, la stabilisation végétale est possible.

Remarques finales

Personne ne pense à renoncer aux matériaux de construction modernes tels que, entre autres, le béton. Mais le gravier et le sable sont des matières premières rares, non renouvelables. C'est pourquoi, là où le béton n'est pas vraiment indispensable pour des raisons techniques, nous devrions utiliser d'autres matériaux plus en harmonie avec le paysage. La situation doit être étudiée dès le premier stade. Nous devrions miser davantage sur les propriétés positives des matériaux vivants telles que «élasticité» ou «force régénératrice des plantes».

A l'encontre des ingénieurs et architectes dont les travaux une fois achevés ne font que commencer à se délabrer de nouveau, les jardiniers et architectes-paysagistes, eux, introduisent avec leurs constructions le processus de croissance proprement dit. La construction végétale se développe et s'améliore jusqu'à atteindre un équilibre dynamique. Voilà pourquoi toute intervention dans le paysage devrait faire l'objet d'une étude pour déterminer si elle est nécessaire dans cette forme ou si, à la rigueur, elle pourrait être remplacée ou complétée par des mesures de construction biologiques.

nomie and landscaping aspects. The construction work triggers off material ecological cycles, their plant life becomes increasingly varied and passes through various successive stages, becoming more and more stable until a definitive community is constituted. If one wants to maintain a particular stage, for example, "the willow stage", management measures must be applied and the willows must be cut right back every few years. In the case of slope grids which live from the regenerative power of the willows, the willows will be cut back in order to create space for other trees also, and the cuttings used for further construction work.

Integration of roads into the landscape

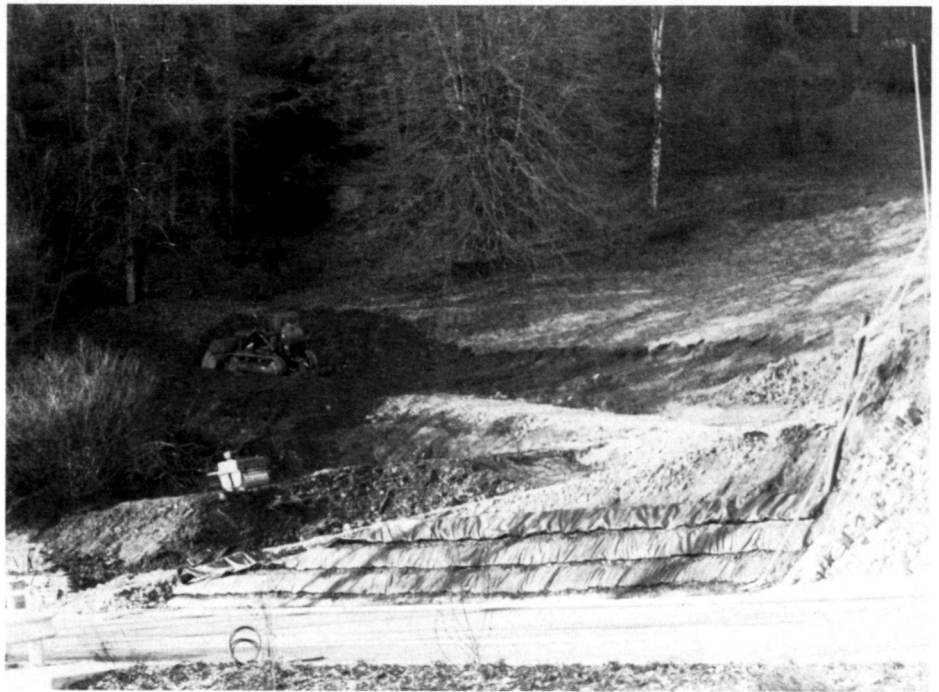
Using bio-engineering, it is possible to integrate road construction works into the landscape, as is stipulated for future projects in the guidelines referred to earlier. Many roads flanked by concrete would be better integrated into the landscape by means of embankments constructed on the basis of bio-engineering principles and would thus not be so obviously alien. Other roads could be built to consciously discourage higher speeds and thus could circumvent obstacles in the landscape. The countryside's appearance can be enhanced by bio-engineering by emphasizing features using new structures, forms and vegetation colour. The line of the road and its embankments can absorb layers of bushes, for example. However, in time, the line will become overgrown. Acoustical barriers which for reasons of space should be built narrow and tall could be stabilized using bio-engineering methods and, at the same time, grow into visual barrier hedges. Even very narrow acoustical barriers can be stabilized using bio-engineering.

Concluding remarks

Nobody would want to do without modern construction materials such as concrete, but on the other hand, gravel and sand are non-renewable raw materials which are in short supply. That is why we should use other building materials which are more suited to the landscape in cases where concrete is not necessary for constructional reasons. The situation should be clarified as soon as possible. We should use the positive characteristics of bio-construction materials such as "flexibility" or "regenerative power of plants" to an increasing degree.

By way of contrast to engineers and architects who build something which starts decaying from the moment it is completed, gardeners and landscape architects can build something which actually initiates the growth process proper. A construction using plants changes and improves itself until a dynamic balance is achieved. That is why, as a matter of principle, all constructional changes in the landscape should be studied to ascertain whether they are necessary in this form or whether they can be replaced or complemented by bio-engineering processes.

Goldswil, Lagenbau aus Hate-Wülsten und Buschlagen.
 Goldswil, construction Hate par couches – bourrelets et boutures ligneuses.
 Goldswil, layer construction of Hate-padding and layers of brush.



Goldswil, während unten die Weiden treiben wird oben weiter gebaut.
 Goldswil, pendant qu'en bas poussent déjà les saules, en-haut les travaux continuent.
 Goldswil, while the willows grow below, the construction work continues above.



Goldswil, Hate-Matten in Wülsten, dazwischen Heckenbuschlagen, oben Strauchpflanzung, flächig hydrogesät.
 Goldswil, bourrelets de mattes Hate, couches de boutures ligneuses de haies, plantation d'arbrisseaux en-haut et hydrosemences en surface.
 Goldswil, rolls of Hate-matting, with hedge-like layers of brush in between, above bush plantation, surface sown with straw-seed-tar mixture.