

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 105 (1987)
Heft: 50

Artikel: Was ist Ingenieurbiologie?
Autor: Zeh, Helgard
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-76771>

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: 01.04.2025

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

Was ist Ingenieurbiologie?

Von Helgard Zeh, Worb

Ingenieurbiologie ist ein Mittel, die von der Zivilisation bedrohte und zum Teil schon zerstörte Natur wiederherzustellen. Ingenieurbiologie ist Bauen mit Pflanzen; das gilt sowohl für den Erd- als auch Wasserbau – auch unter Zuhilfenahme von Hilfsstoffen wie Geotextilien.

«Wie vieles hätte man ersparen können, wenn man bei der Natur selbst vorher in die Schule gegangen und sich die Mittel hätte nachweisen lassen, deren sie sich bedient...», stellte Silberschlag bereits 1772 fest. Beim Erscheinen des ersten Buches über Ingenieurbiologie 1951 sagte Hugo Koestler: «Von Kruedener kommt das Verdienst zu, die Brücke zwischen Naturerkenntnis und Ingenieurtechnik geschlagen zu haben; er erweitert die Ingenieurbiologie zu einer biologisch ausgerichteten Ingenieurtechnik.» Seither versuchen Fachleute aus sehr verschiedenen Richtungen Ingenieurbiologie anzuwenden. In fünf Kapiteln soll nun versucht werden darzustellen, was Ingenieurbiologie ist.

spielsweise eine Böschungsoberfläche stabilisieren, an der ständig Erosion stattfindet, so sind verschüttungsresistente Pflanzen einzusetzen. Grauweiden können zum Beispiel mehrmals in ihrem Leben verschüttet und wieder freigelegt werden. Sie bilden immer wieder neue Wurzelhorizonte aus oder richten sich auf. Deshalb legen Ingenieurbologen Weidenäste als Buschlagen in die Erde. Am Holz in der Erde bilden sich viele bodenstabilisierende Wurzeln, am herausragenden Ende wächst eine verschüttungsresistente neue Pflanze heran. Das geht mit einem Steckholz wesentlich rascher als aus einem Samenkorn, wie das Beispiel von Berberis im 1. und 2. Jahr zeigt (Bild 2).

Die für die Ingenieurbiologie wichtigsten Pflanzenteile sind die Wurzeln. Sie sind nicht nur bei jeder Art verschieden, sondern auch noch an verschiedenen Standorten. Während die Wehrlose Trespe ein intensives und weitreichendes Wurzelsystem hat, bildet die Rasenschmieele einen dichten Wurzelfilz; der Rotschwengel hingegen schickt viele Ausläufer kreuz und quer durch den Boden. Bei Bäumen erkennt man den Standort sehr schön: Da kann ein Tiefwurzler auf einem flachgründigen Boden zu einem Flachwurzler werden.

Die Erle schickt bei kleinen Fließgewässern ihre Wurzelvorhänge sogar bis unter die Sohle, während die Esche ziemlich genau am häufigsten Sommerwasserstand mit ihren Wurzeln ins Ufer rückwärts flieht. Die Weiden können beides: Sie festigen Ufer mit ihrem intensiven Wurzelsystem und bilden noch ins vorbeifliessende Wasser hinaus schwebende Wasserwurzeln, die so viel Material ausfischen können, dass die Weide ins Gewässer hinein ihren Standort vergrössert (Bild 3).

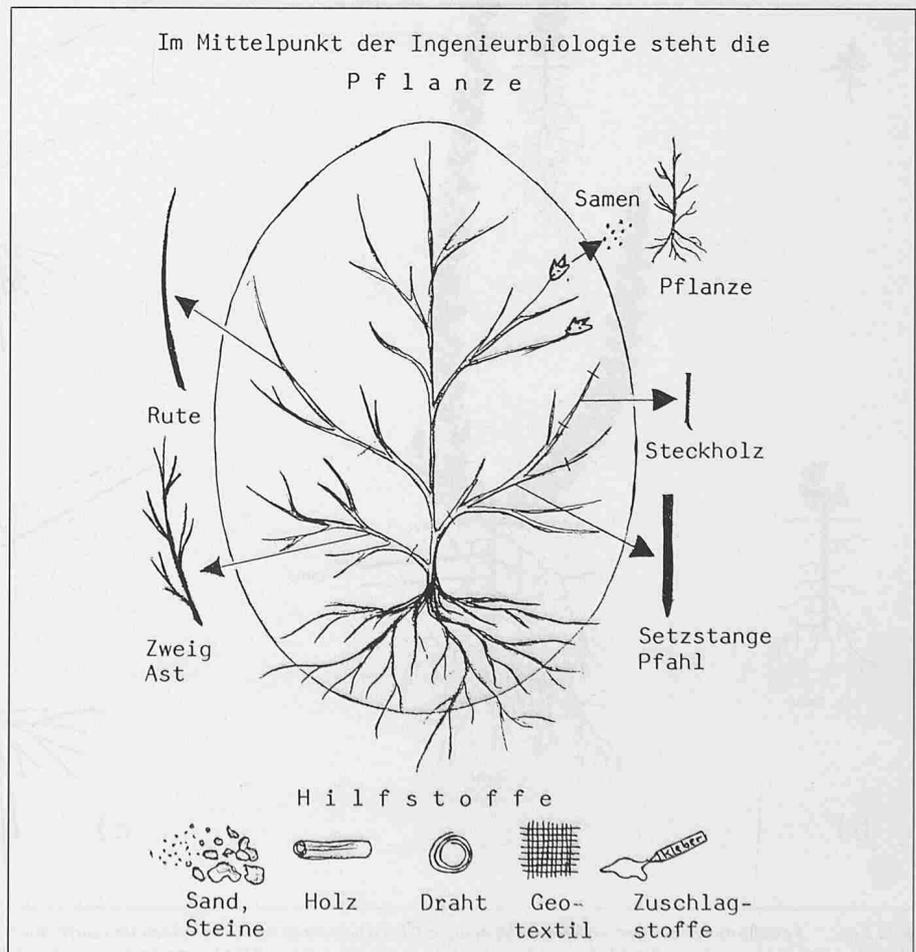
Ingenieurbiologie ist Bauen mit Pflanzen

Im Mittelpunkt der Ingenieurbiologie steht die Pflanze, und zwar die Pflanze mit allen ihren Eigenschaften – zu wachsen, sich zu vermehren und das Bild unserer Erdoberfläche wesentlich zu gestalten (Bild 1).

Ingenieurbologen verwenden alle weiter wachsenden Teile von Pflanzen, angefangen vom Samen, der sich wieder zu einer kompletten Pflanze entwickelt. Viele Pflanzen, bei uns vorwiegend die Weiden, entfalten sich aus einzelnen Pflanzenteilen wieder zu einer vollständigen Pflanze, zum Beispiel aus dem Steckholz, der Setzstange oder dem Pfahl, aus einer Rute oder aus Zweigen. Einzelne oder mehrere dieser Teile zusammengesetzt, ergibt die verschiedensten Verbauungsmöglichkeiten. Wo die Pflanzenteile allein nicht ausreichen, labile Bodenverhältnisse zu stabilisieren, verwenden Ingenieurbologen zusätzliche Hilfsstoffe wie Sand und Steine, Holz, Draht, Geotextilien und Zuschlagstoffe. Ziel jedes lebenden Verbaus ist eine rasche Stabilisierung der bewuchsfähigen Bodenoberfläche.

Bei der Auswahl der Pflanzen für den jeweiligen Verwendungszweck wird auf die verschiedenen Pflanzeigenschaften zurückgegriffen. Will man bei-

Bild 1. Die Pflanze im Mittelpunkt der Ingenieurbiologie



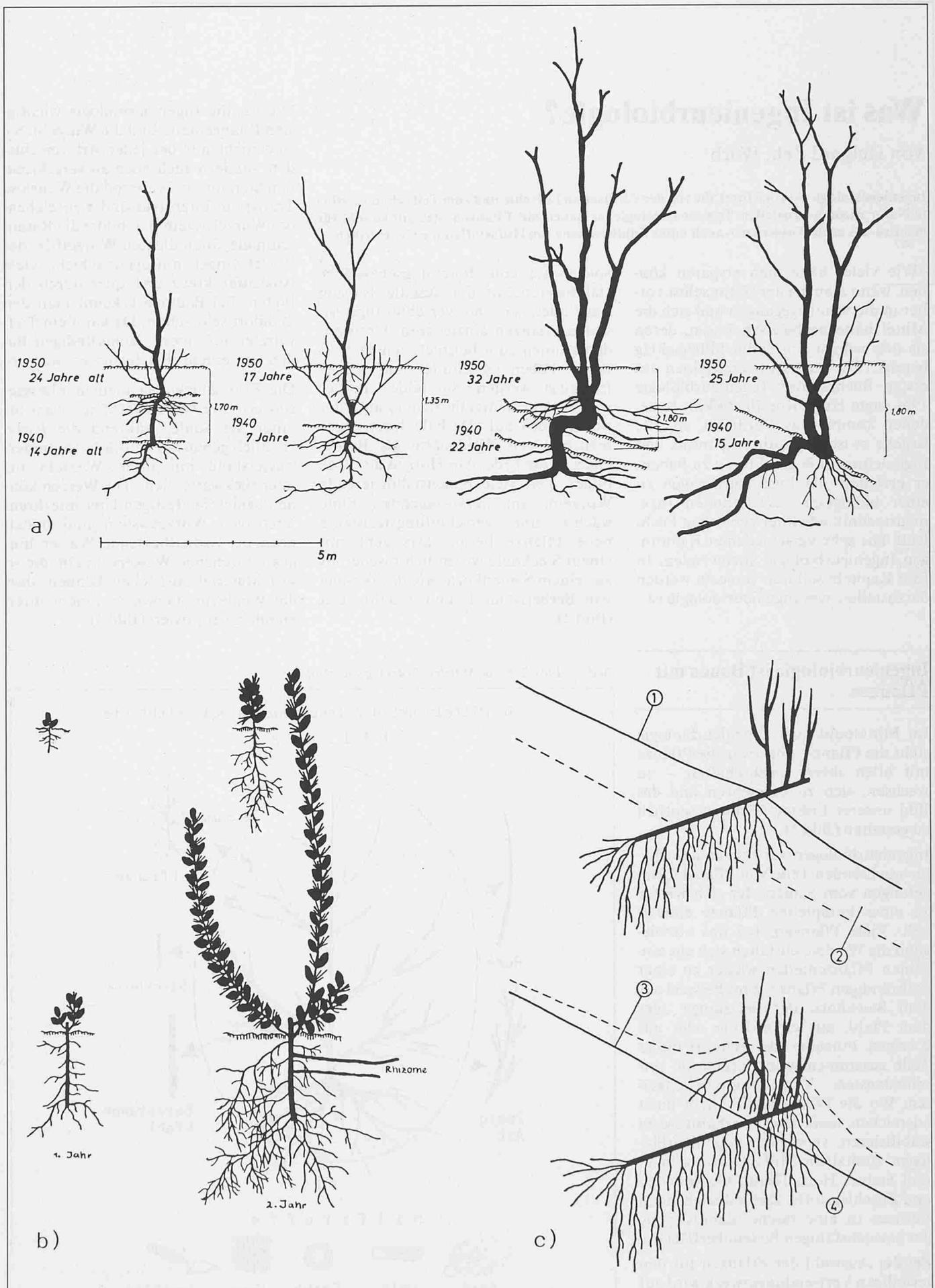


Bild 2 a-c. Verschüttungsresistenz und Wuchsleistung; a Überscotterung von Grauweiden im Laufe von zehn Jahren (nach Schiechtl); b Wuchsleistung von Berberis - oben aus Saat, unten aus Steckholz - im 1. und 2. Jahr (nach Schiechtl); c Minderung der Erosion durch Weidenbuschlagen (nach Schlüter)

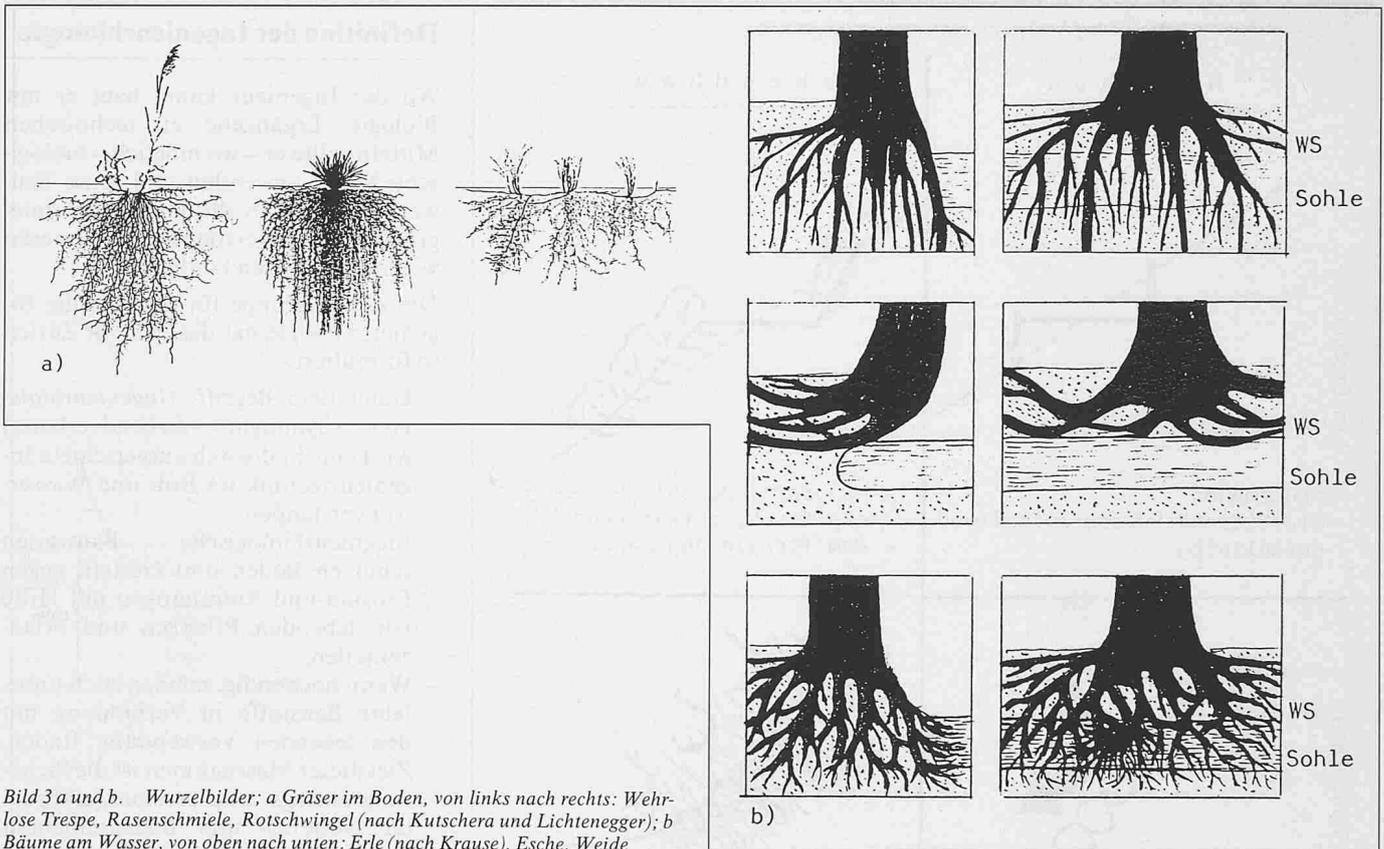
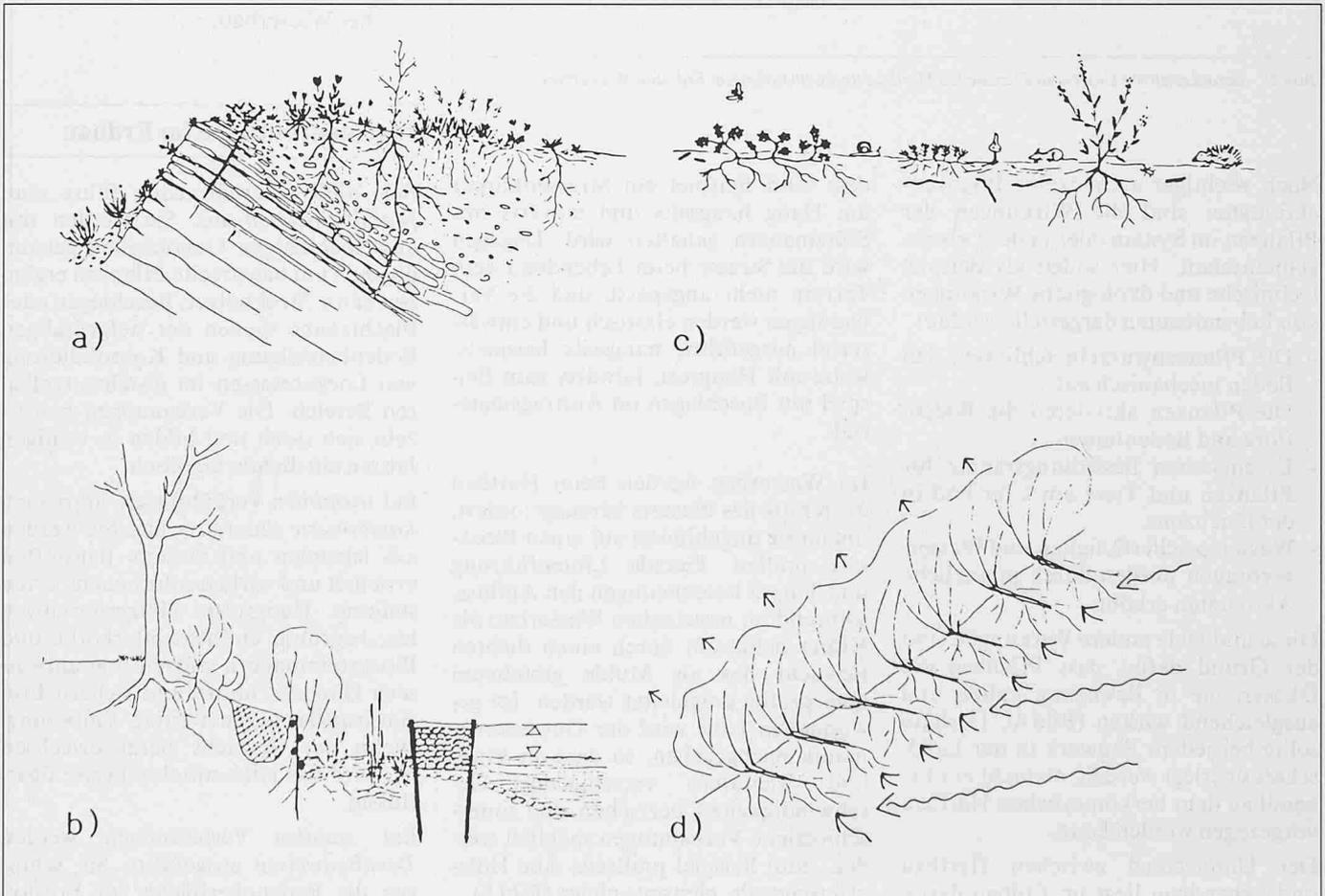


Bild 3 a und b. Wurzelbilder; a Gräser im Boden, von links nach rechts: Wehrlose Trespe, Rasenschmiele, Rotschwengel (nach Kutschera und Lichtenegger); b Bäume am Wasser, von oben nach unten: Erle (nach Krause), Esche, Weide

Bild 4 a-d. Technische und ökologische Wirkungen von Lebendbauten; a mechanische Aufschliessung des Bodens durch Pflanzenwurzeln; b Besiedlungsräume für Pflanzen und Tiere am Ufer und in der Laichzone; c Aktivierung der Bodenfauna und -flora; d Wasserspeicherfähigkeit und Wasserverbrauch durch pflanzliche Aktivitäten



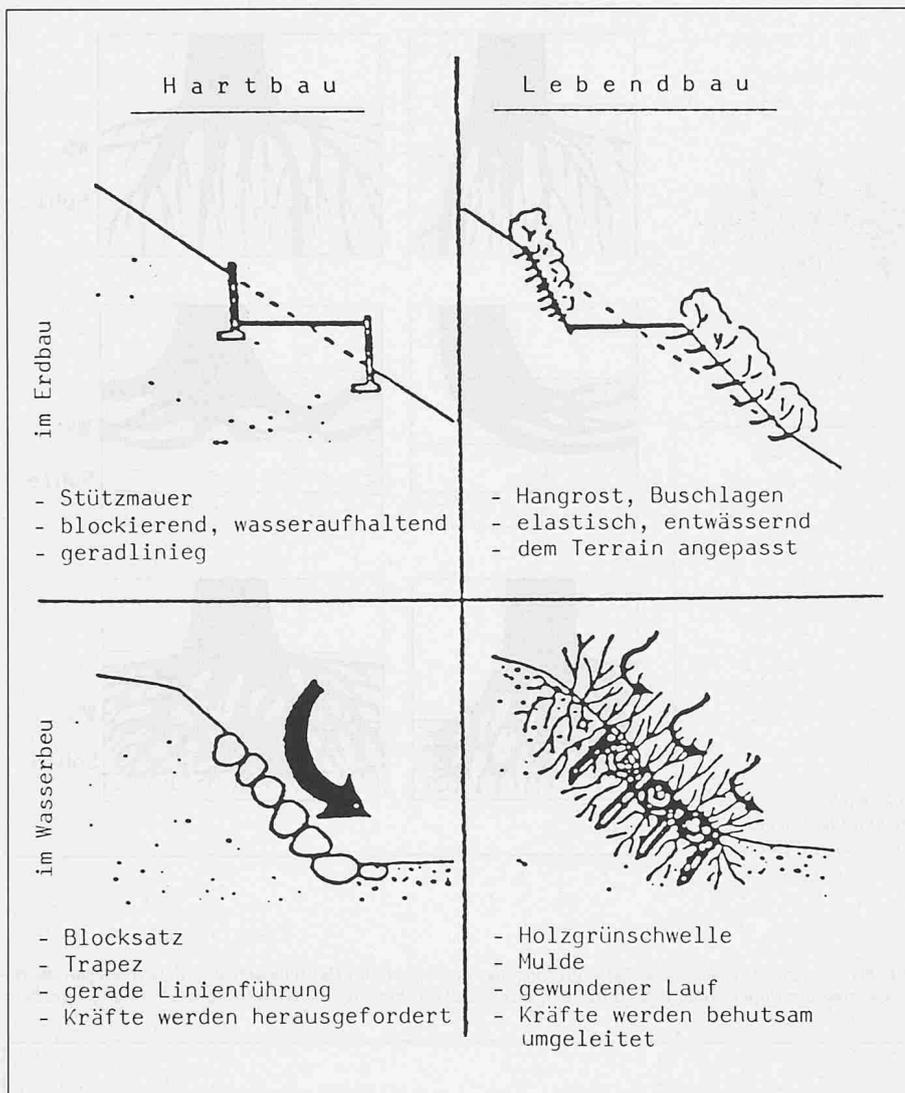


Bild 5. Grundsätzliche Unterschiede zwischen Hartbau und Lebendbau im Erd- und Wasserbau

Noch wichtiger als einzelne Pflanzenaktivitäten sind die Wirkungen der Pflanzen im System oder in der Lebensgemeinschaft. Hier sollen als Beispiel technische und ökologische Wirkungen von Lebendbauten dargestellt werden:

- Die Pflanzenwurzeln schliessen den Boden mechanisch auf.
- Die Pflanzen aktivieren die Bodenflora und Bodenfauna.
- Es entstehen Besiedlungsräume für Pflanzen und Tiere am Ufer und in der Laichzone.
- Wasserspeicherfähigkeit und Wasserverbrauch werden durch pflanzliche Aktivitäten erhöht.

Diese und viele andere Wirkungen sind der Grund dafür, dass Pflanzen die Ökosysteme in Bewegung halten und ausgleichend wirken (Bild 4). Deshalb sollte bei jedem Bauwerk in der Landschaft überlegt werden, ob nicht ein Lebendbau dem herkömmlichen Hartbau vorgezogen werden kann.

Der Unterschied zwischen Hartbau und Lebendbau liegt im Erdbau darin,

dass zum Beispiel ein Strassenkörper am Hang hangseits und talwärts mit Stützmauern gehalten wird. Dagegen wird die Strasse beim Lebendbau dem Terrain mehr angepasst, und die Verbauungen werden elastisch und entwässernd ausgeführt, hangseits beispielsweise mit Hangrost, talwärts zum Beispiel mit Buschlagen im Auftragsmaterial.

Im Wasserbau werden beim Hartbau die Kräfte des Wassers herausgefordert, indem sie ungehindert auf einen Blocksatz prallen. Gerade Linienführung und Trapez beschleunigen den Abfluss, während im naturnahen Wasserbau die Kräfte behutsam durch einen dichten Bewuchs des als Mulde gestalteten Querprofils umgeleitet werden. Im gewundenen Lauf wird der Gewässerdynamik nachgegeben, so dass an Prall- und Gleitufeln verschiedene Geschwindigkeiten herrschen und unterschiedliche Verbauungen möglich werden; zum Beispiel prallseits eine Holzgrünschwelle, gleitseits nichts (Bild 5).

Definition der Ingenieurbiologie

Wo der Ingenieur kann, baut er mit Biologie. Ergänzend zu technischen Mitteln sollte er – wo möglich – biologische Mittel anwenden und seine Bauwerke stets so in die Landschaft integrieren, dass vertriebene Lebewesen wieder Fuss fassen können.

Die Arbeitsgruppe für angewandte Ingenieurbiologie hat das 1985 in Zürich so formuliert:

- Unter dem Begriff «Ingenieurbiologie» (Synonym «Lebendverbau») wird eine biologisch ausgerichtete Ingenieurtechnik im Erd- und Wasserbau verstanden.
- Ingenieurbiologische Bauweisen schützen Boden und Gestein gegen Erosion und Rutschungen mit Hilfe von lebenden Pflanzen und Pflanzenteilen.
- Wenn notwendig, müssen auch unbelebte Baustoffe in Verbindung mit den lebenden Verwendung finden. Ziel dieser Massnahmen ist die Sicherung abtrags- und erosionsgefährdeter Gesteins- und Bodenschichten durch eine schützende Pflanzendecke.
- Der Begriff Lebendverbau deckt sich ganz oder teilweise mit ebenfalls verwendeten Begriffen wie lebende Verbauung, Lebendverbau, Grünverbau, biologische Verbauung, biologischer Wasserbau.

Ingenieurbiologie im Erdbau

Bei *labilen* Verhältnissen führt man *Stabilbauweisen* aus. Sie werden mit ausschlagfähigen Gehölzteilen gebaut, die man um bewurzelte Pflanzen ergänzen kann. Steckhölzer, Buschlagen oder Flechtzäune dienen der tiefgründigen Bodenbefestigung und Konsolidierung von Lockermassen im durchwurzelbaren Bereich. Die Verbauungen bewurzeln sich rasch und bilden in wenigen Jahren ein dichtes Gebüsch.

Bei *instabilen* Verhältnissen führt man *kombinierte Bauweisen* aus. Sie werden aus lebenden und «toten» Baustoffen errichtet und wirken sofort nach Fertigstellung. Hangroste, Holzgrünschwellen, begrünte Drahtschotterkörbe und Blocksteinmauern stützen und entwässern Hangabschnitte und sichern Erosionsrinnen gegen weitere Eintiefung. Wenn der Bewuchs herangewachsen ist, wird das Hilfsmittel teilweise überflüssig.

Bei *stabilen* Verhältnissen werden *Deckbauweisen* ausgeführt. Sie schützen die Bodenoberfläche vor Erosion

und vor mechanischen Schäden durch Schlagregen, Hagel und Wind. Die Rasensaaten und Spreitlagen decken sofort den Boden zu, durchwurzeln ihn jedoch nur in den oberen Schichten (wenige Zentimeter tief).

Ingenieurbiologie im Wasserbau

Die Geschichte des Lebendbaus am Wasser ist sehr alt. Bereits Leonardo da Vinci rühmte die lebendigen Ufer: «Die Wurzeln der Weiden lassen die Böschungen der Kanäle nicht zerfallen, und die Zweige der Weiden, die in die Querrichtung – also auf die Breite der Böschung – gesetzt und später unten beschnitten werden, werden jedes Jahr dicker, und so bekommst Du ein lebendiges Ufer aus einem Stück.»

Um die Jahrhundertwende gab es viele verschiedene lebendige Uferverbauungen, wie ein Plan von 1905 zeigt: gemischter Bau aus Packwerk mit Sinkwalzen und Rundholzbau mit Zwischenlagen aus Faschinen. Heute lebt manch traditionelle Verbauung wieder auf, wie Steckhölzer, Flechtzaun, Uferfaschinen, Weidenwippen, Spreitlage, Buhne. Aus dem Holzkasten wurden Holzgrüenschwellen als Längsverbau entwickelt; aber auch viele Kombinationen mit Steinen und Pflanzen wer-

Ziel aller lebenden Ufersanierungen ist ein artenreiches Ufergehölz, das mit seinen Wurzelvorhängen stabilisiert und gleichzeitig der lebendigste Bereich des gesamten Fließgewässers ist.

Nach der Pionierphase mit Stabilbauweisen, kombinierten Bauweisen, biotechnischen Entwässerungen und Deckbauweisen kann man die Bepflanzung nun mit *Ergänzungsbauweisen* in die gewünschte endgültige Pflanzengemeinschaft überleiten.

Ingenieurbiologie ist Bauen mit Pflanzen und Hilfsstoffen

Wo bisher die Pflanzen allein nicht ausreichten, um erodierende Flächen zu stabilisieren, verwendete man zusätz-

Klärung der Lebensbedingungen für Pflanzen

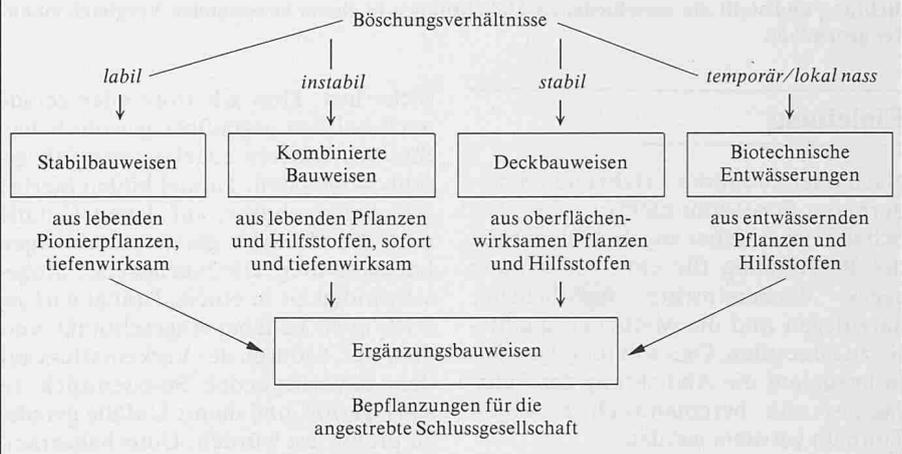
1. Standortbedingungen

- Bodenzustand: Korngrößen, Wasserspeicherfähigkeit, Mächtigkeit der Vegetationstragschicht
- Klima: Niederschläge, Trockenperioden, Schnee, Frost, Temperaturen, Exposition
- Erosionsgefahr: Steilheit, Rutschgefährdung, Unwetterneigung

2. Mildern der extremen Verhältnisse

- abflachen, abkanten
- entwässern, tiefe Wasser technisch entwässern
- Standsicherheit verbessern (z. B. durch Fussicherung)

3. Methodenwahl in der Ingenieurbiologie



lich technische Hilfsstoffe wie Sand und Steine, Holz, Draht, Stahl und Zuschlagstoffe.

Seit den 60er Jahren werden auch Geotextilien verwendet. Die anfänglichen Misserfolge durch Verwendung des falschen Materials am falschen Ort brachten die Geotextilien unter Landschaftsplanern und in Naturschutzkreisen bald in Verruf. Baumwurzelabschnürungen durch Geotextilien sind aber zu vermeiden, wenn man ein maschenverschiebbares Gewebe verwendet. Die Wurzel muss sich entsprechend ihrem Dickenwachstum Raum verschaffen können.

In Versuchen fand man heraus, dass auch Gräser und Kräuter nicht durch alles hindurchwachsen. Sobald das Fadengewirke des Vlieses nicht mehr durchwachsen werden kann, kommt dieses Vlies nicht mehr für die Ingenieurbiologie in Betracht.

Schliesslich bereitet noch die Chemie der Geotextilien einige Probleme: Der Boden ist wahrhaftig genug mit Chemikalien vorbelastet. Da sollte man weite-

re Chemie von ihm fernhalten und nach boden-, pflanzen- und tierverträglichen Geotextilien suchen.

Das Bestechendste an Geotextilien ist, dass man anstelle von grossen Steinen oder dicken Balken eine dünne Membran verwenden kann, die im Gegensatz zu den schweren Materialien alles Leben hindurchlässt. Dadurch wird die Erdoberfläche nicht mehr zugebaut, sondern wieder für das Lebendige erschlossen.

Adresse der Verfasserin: Helgard Zeh, Dipl. Ing., Landschaftsplanerin, Farbstr. 37 c, 3076 Worb.