

Holzwole als nachhaltiges Baumaterial für Erosionsschutz, Hang- und Ufersicherung

Imad Lifa
Seraina Braun

Zusammenfassung

Seit über zehn Jahren entwickelt Lindner Suisse GmbH [Lindner] innovative ingenieurbioologische Produkte für den allgemeinen Tiefbau aus Holzwole, welche am Firmensitz in Wattwil aus Schweizer Holz hergestellt werden. Holzwole wird aus verschiedenen natürlichen Holzfasern hergestellt. In einem Herstellungsverfahren wird die Holzwole zu einem Holzwolevlies [Flächengebilde bzw. Gelege aus Holzfasern, Markenname Howolis] verarbeitet. Dieses Holzwolevlies wird zum Schutz vor Erosion eingesetzt. Holzwole-Faschinen [Markenname Q-Faschine] werden aus zusammengepressten Holzfasern in einem Gewirke aus Baumwolle hergestellt. Diese Holzwole-Faschinen sichern Hänge und Uferböschungen.

Ziel dieser langjährigen Forschung war es, Anwendungen von Holzwole im Tiefbau als ingenieurbioologische Baulösung einzuführen und die fachlichen Grundlagen zu erarbeiten, um diese Technik gezielt an regionale Gegebenheiten anzupassen [Holzarten, Abstimmung auf die Bodenbeschaffenheit].

Die hier beschriebenen Forschungsprojekte wurden vom Institut für Bauen im alpinen Raum [IBAR] der Fachhochschule Graubünden [FHGR] ausgeführt. Forschungspartnerin war das Istituto Scienze della Terra [IST] der SUPSI [Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana]. Subventioniert wurden die Projekte von der Innosuisse.

Keywords

Holzwole, Erosionsschutz, Hangsicherung, Uferschutz, Rutschungen

La laine de bois, un matériel de construction durable pour la protection contre l'érosion et la stabilisation des pentes et des berges

Résumé

Depuis plus de dix ans, Lindner Suisse GmbH [Lindner] développe des produits innovants issus du génie biologique pour le génie civil généralement à partir de laine de bois, fabriqués à partir de bois suisse au siège de l'entreprise à Wattwil. La laine de bois est fabriquée à partir de différentes fibres de bois naturelles. Au cours d'un processus de fabrication, la laine de bois est transformée en un voile de laine de bois [structure plane ou tissu de fibres de bois, nom de marque Howolis]. Cette nappe de laine de bois est utilisée pour protéger contre l'érosion. Les fascines en laine de bois [commercialisées sous le nom Q-Faschine] sont fabriquées à partir de fibres de bois compressées dans un maillage de coton. Ces fascines en laine de bois sécurisent les pentes et les berges.

L'objectif de ces nombreuses années de recherche était d'introduire des applications de la laine de bois dans le génie civil en tant que solution de construction en génie biologique et d'élaborer les bases techniques afin d'adapter cette technique de manière ciblée aux spécificités régionales (essences de bois, adaptation à la nature du sol).

Les projets de recherche décrits ici ont été menés par l'Institut pour la construction en régions alpines (IBAR) de la Haute école spécialisée des Grisons (FHGR). L'Istituto Scienze della Terra (IST) de la SUPSI (Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana) a soutenu cette recherche en tant que partenaire de recherche. Les projets ont été subventionnés par Innosuisse.

Mots-clés

Laine de bois, protection contre l'érosion, stabilisation des pentes, protection des berges, glissements de terrain

La lana di legno come Materiale da costruzione sostenibile per la protezione dall'erosione e la messa in sicurezza di pendii e sponde fluviali

Riassunto

Da oltre dieci anni Lindner Suisse GmbH (Lindner) sviluppa prodotti innovativi di ingegneria naturalistica per l'ingegneria civile generale a base di lana di legno, che vengono prodotti con legno svizzero nella sede dell'azienda a Wattwil. La lana di legno è prodotta da diverse fibre di legno naturali. Durante il processo produttivo la lana di legno viene trasformata in un velo di lana di legno sotto forma di rete fibrosa (struttura piana o tessuto non tessuto di fibre di legno, marchio Howolis). Questa rete fibrosa piana viene utilizzata per proteggere dall'erosione. Le fascine in lana di legno (col nome commerciale Q-Faschine) sono realizzate comprimendo fibre di legno all'interno di una rete di cotone. Queste fascine in lana di legno proteggono pendii e rive. L'obiettivo di questa ricerca pluriennale era quello di introdurre l'uso della lana di legno nell'ingegneria civile come soluzione bioingegneristica e di elaborare le basi tecniche per adattare questa tecnica alle condizioni locali (specie legnose, adattamento alle caratteristiche del terreno). I progetti di ricerca qui descritti sono stati realizzati dall'Istituto per l'edilizia in ambiente alpino (IBAR) della Scuola universitaria professionale dei Grigioni (FHGR). L'Istituto Scienze della Terra (IST) della SUPSI (Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana) ha sostenuto questa ricerca in qualità di partner di ricerca. I progetti sono stati sovvenzionati da Innosuisse.

Parole chiave

Lana di legno, protezione dall'erosione, stabilizzazione di pendii, protezione delle sponde fluviali, scivolamenti

1. Einleitung

Der Klimawandel bringt uns häufigere Starkniederschläge, die zu Bodenerosion, Rutschungen und instabilen Böschungen führen. Besonders gefährdet sind frisch erstellte Hänge, Strassen- und Bahnböschungen oder renaturierte Uferbereiche. Damit die Vegetation dort Fuss fassen kann und langfristig für Stabilität sorgt, braucht sie in der Anfangsphase Unterstützung.

Bislang wurden dafür in Mitteleuropa vor allem importierte Naturfasern wie Kokos oder Jute sowie technische Bauweisen mit Beton oder Stein eingesetzt. Diese Materialien sind jedoch ökologisch problematisch, teilweise wenig anpassungsfähig und nicht immer nachhaltig. Bekannt ist ebenfalls der Einsatz von Geokunststoffen im Erosionsschutz und zur Bewehrung bzw. Stabilisierung von Erdbauwerken. Dies sind jedoch keine biologisch abbaubaren Produkte. Die Holzwolle bietet eine regionale, umweltfreundliche Alternative zu den bestehenden Möglichkeiten. Sie lässt sich sowohl als Erosionsschutzvlies für die Begrünung von Böschungen als auch in Form von Faschinen für die aktive Hang- und Ufersicherung einsetzen. Im Rahmen eines Pionierprojekts, welches vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) subventioniert wurde, gelang es der Firma Lindner, die Anwendung von Holzwolle im Tiefbau aufzuzeigen. Diese Pionieranwendung wurde in Ausgabe 3/2014 dieses Magazins unter dem Titel «Entwicklung und Anwendung von naturbelassener Holzwolle für die Hangsicherung» publiziert.

Im Zeitfenster 2015 bis 2024 konnten zwei Innosuisse-Projekte der FHGR die Anwendung von Holzwolle im Erosionsschutz und in der Sicherung von Hängen und Uferböschungen erforschen. Beteiligt haben sich an dieser Forschung die Firmen Lindner Suisse GmbH und Ö+L GmbH als Industriepartner sowie die SUPSI als Forschungspartnerin.

2. Holzwolle als Erosionsschutz

Bisher kamen in Mitteleuropa überwiegend biologisch abbaubare Kokos- und Juteprodukte zum Einsatz. Diese müssen importiert werden und können unerwünschte Organismen (sogenannte Neobiota) oder Pestizidrückstände einschleppen. Holzwolle hingegen wird aus einheimischem Holz hergestellt, ist unbehandelt, vollständig biologisch abbaubar, hat tiefere Transportkosten und belässt

die Wertschöpfungskette vollumfänglich in der Schweiz. Die letzte verbleibende Holzwolle-Manufaktur Lindner Suisse GmbH aus Wattwil SG hat deshalb unter dem Markennamen Howolis ein Holzwollevlies (Howolis) entwickelt. Im Innosuisse-Projekt «Nachhaltiger Erosionsschutz mit Holzwolle» mit der Projektnummer 17431.2 PFIW-IW waren 2015–2019 zwei Industriepartnerinnen beteiligt. Die Firma Lindner fungierte als Hauptwirtschaftspartnerin bei diesem Projekt [www.lindner.ch]. Für die Begrünung konnte die Wirtschaftspartnerin Ö+L GmbH gewonnen werden, die im Projekt mit ihrem Begrünungsverfahren HoloSem® auf 100 % Nachhaltigkeit setzt [www.holosem.ch]. Wie bei Howolis stammt das verwendete Saatgut ebenfalls aus lokalen Ressourcen. Es wird mit einer Spezialmaschine in sorgfältig ausgewählten Naturwiesen der näheren Umgebung gewonnen, gereinigt und aufbereitet. Damit stammen die bei der Begrünung ausgesäten Pflanzenarten nicht nur aus der Region, sie sind auch optimal an das jeweilige Klima und die Bodenverhältnisse angepasst. Für einen langfristigen Begrünungserfolg ist dies gegenüber importiertem Standardsaatgut ein wesentlicher Vorteil, der in Verbindung mit Holzwollevlies einen ausgezeichneten Erosionsschutz verspricht.

2.1. Forschung und Versuchsaufbau

Im Rahmen des oben genannten Innosuisse-Projekts «Nachhaltiger Erosionsschutz mit Holzwolle» wurden in verschiedenen Kantonen insgesamt 14 Versuchsstandorte eingerichtet. Bei den Versuchsflächen wurden unterschiedliche Expositionen und Hangneigungen von 35 bis 70° einbezogen. Auch der Baugrund war sehr unterschiedlich; von fruchtbaren Mutterböden bis zu nährstoffarmen Schotterflächen. Bisher wurden in den Kantonen Graubünden, Tessin, Schwyz, Bern, Aargau und Zürich Flächen von total 50 000 m² installiert.

Dabei wurden im Feld vier Typen von Holzwollevliesen nach einheitlichem Design in Bahnen entlang der Falllinie verlegt (Abb. 1). In der Folge wurde im Feld der Begrünungserfolg von autochthonem versus handelsüblichem VSS-Saatgut verglichen und der Einfluss von Standortfaktoren (Humusgehalt, Neigung, Exposition, Höhenlage) auf die Begrünung untersucht. Zudem wurde im Labor die Wasseraufnahmefähigkeit und die Zugfestigkeit der verschiedenen Holzwollevliese eruiert.

2.2. Einbau der Holzwollevliese

Die Holzwolle wurde jeweils durch die anwesenden Unternehmer oder Mitarbeitende des Kantons und der Gemeinden verlegt. Vorgängig erfolgte eine Einweisung durch Fachpersonen der Hauptwirtschaftspartnerin.

Schritt 1: Die Oberfläche der Böschung sollte möglichst eben sein und insbesondere keine Hohlräume aufweisen. Sie ist von losen Wurzelwerken und Steinen zu befreien. Lose Abrisskanten (Bodenüberhang) an der Böschungsschulter sind zu begradigen.

Schritt 2: Die Holzwollevliese werden auf Rollen geliefert. Das Material ist Biaxial hinsichtlich seiner Eigenschaft und Zugfestigkeit. Daher können die Holzwollevliese in Bahnen längs oder quer zur Böschung verlegt werden. Aus Erfahrung wird die Verlegung in die Böschungsrichtung von oben nach unten empfohlen. Daher lässt man die Holzwollevliese in der Falllinie durch die Schwerkraft abrollen und richtet sie, wenn nötig, noch aus. Die Bahnen sollten eine Überlappung von 10 bis 20 cm haben. An der Böschungsschulter und am Böschungsfuss werden Mulden 30 × 30 cm ausgehoben. Diese dienen zur Verankerung der Holzwolle.

Feld 0	Feld 1	Feld 2	Feld 3	Feld 4	Feld 5	Feld 6	Feld 7	Feld 8	Feld 9	Feld 10
Kontrollfläche natürlich	Typ 1	Typ 1	Typ 2	Typ 2	Typ 3	Typ 3	Typ 4	Typ 4	nur HoloSem	nur VSS Seed
≥ 50 m²	Howolis + HoloSem	Howolis + VSS Seed	Howolis + VSS Seed	Howolis + HoloSem	Howolis + HoloSem	Howolis + VSS Seed	Howolis + VSS Seed	Howolis + HoloSem	≥ 50 sqm	≥ 50 sqm
≥ 50 m²	≥ 50 m²	≥ 50 m²	≥ 50 m²	≥ 50 m²	≥ 50 m²	≥ 50 m²	≥ 50 m²	≥ 50 m²	≥ 50 m²	≥ 50 m²
>4,5 m	>2 Bahnen	>2 Bahnen	>2 Bahnen	>2 Bahnen	>2 Bahnen	>2 Bahnen	>2 Bahnen	>2 Bahnen	> 4,5m	> 4,5m

Abbildung 1: Versuchsdesign des Projektes.
Figure 1 : Conception expérimentale du projet.

Eine alternative Lösung zur Verankerung der Holzwolle besteht darin, dass ca. 30 bis 50 cm Holzwolle auf ein Kantholz (Dachlatte 40 × 60 mm) aufgewickelt werden. Anschliessend werden die Kanthölzer mittels U-Bügel (8-mm-Baustahl) im Boden verankert. Es empfiehlt sich, hier das Kantholz in einer kleinen Mulde (10 × 10 cm) zu befestigen und mit Boden zu bedecken.

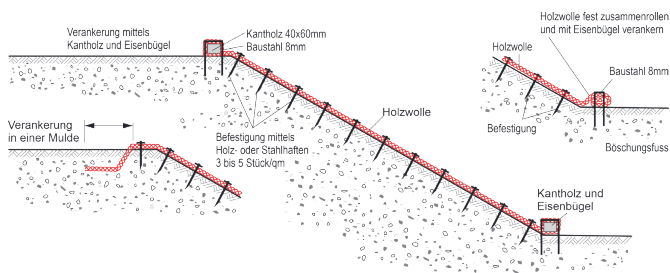


Abbildung 2: Beispiel zur Sicherung der Holzwolle mit Kanthölzern und U-Bügel anstelle von Mulden.

Figure 2 : Exemple de fixation de la laine de bois avec des agrafes en bois et des supports en U à la place des cavités.

Schritt 3: Nach Ausrollung werden die Holzwollevliese mit Holzpflocken oder Stahlstiften vernagelt (Abb. 2). Die Vernagelung erfolgt in einem Raster von ca. 1.0 m [vertikal] auf 0.5 m [horizontal]. Es werden Nägel aus Metall und aus Holz eingesetzt, wobei die Materialwahl von den Bodeneigenschaften abhängt; in lockerem Material können Holznägel verwendet werden, bei harten Böden oder im eher kompakten Fels sind Metallnägel zu verwenden. Die Länge der Nägel wird anhand des Auszieh Widerstands bestimmt. Der Bedarf an Nägeln beträgt 3 bis 5 Nägel pro Quadratmeter je nach Steigungsgrad der Böschung. Die Holzwollevliese müssen locker, aber ohne Wulste auf dem Boden aufliegen. Es ist darauf zu achten, dass die Vliese nicht spannen und kein Hohlraum zwischen Vlies und Boden entsteht.

2.3. Resultate und Empfehlung

Die Tests zeigten folgendes:

- Autochthones Saatgut führt zu artenreicheren und standortgerechten Begrünungen.
- Rohböden mit hohem Grobkiesanteil oder Südlage sind schwierig zu begrünen; hier verbessert eine dünne Humusaufgabe oder organischer Dünger die Ergebnisse.
- Die Dauer des Verrottungsprozesses lässt sich über die Wahl der Holzart steuern. Buchenholz bringt zusätzlich Nährstoffe in den Boden ein.
- Holzwollevliese haben eine sehr hohe Wasserspeicherkapazität von 400 % des Eigengewichts.

Insgesamt konnte mit dem Projekt gezeigt werden, dass Holzwollevliese ökologisch und technisch überzeugende Produkte sind. Sie schützen Keimlinge in der kritischen Anfangsphase, speichern Wasser und fördern die Begrünung (Abb. 3 und 4).



Abbildung 3: Howolis Verlegung am 15.9.2015, Projekt Schiers Graubünden.

Figure 3 : Pose de Howolis le 15 septembre 2015, projet Schiers dans les Grisons.



Abbildung 4: Kontrolle 6.6.2016, Projekt Schiers Graubünden. Dank gutem Erosionsschutz durch Holzwolle muss bei der Ansaat in der Regel kein Dünger für die Beschleunigung der Begrünung eingesetzt werden, wodurch die Artenvielfalt und die langfristige Stabilität der Vegetation nicht beeinträchtigt wird.

Figure 4 : Contrôle le 6.6.2016, projet Schiers dans les Grisons. Grâce à la bonne protection contre l'érosion offerte par la laine de bois, il n'est généralement pas nécessaire d'utiliser des engrais pour accélérer la végétalisation lors de l'ensemencement, préservant ainsi la biodiversité et la stabilité à long terme de la végétation.

In der österreichischen Ingenieur- und Architekten-Zeitschrift, 162. Jg., Heft 1–12/2017 wurde ein technischer Bericht über dieses Forschungsprojekt publiziert.

3. Holzwollefaschinen zur Hang- und Ufersicherung

Während sich Howolis für oberflächlichen Erosionsschutz eignen, braucht es für die Sicherung ganzer Böschungen oder Uferabschnitte stabilere Konstruktionen. Aufbauend auf den Erfahrungen mit Howolis wurden ab 2021 die

Howolis Q-Faschinen entwickelt. Dabei wird Holzwolle aus Schweizer Holz in Baumwollgewebe verpackt. Auch dieses Produkt ist regional, unbehandelt und entsprechend frei von Chemikalien oder Pestiziden sowie vollständig biologisch abbaubar. Dabei handelt es sich um längliche, wurstartige Elemente von 2.4 m Länge und 40 cm Breite und Höhe, die in den Hang eingebaut, mit Pflöcken und eventuell Seilen gesichert und mit Stecklingen bepflanzt werden.

Die neu entwickelten Faschinen aus Holzwolle bieten gegenüber herkömmlichen Varianten eine Reihe entscheidender Vorteile. Sie sind reproduzierbar und ganzjährig herstellbar, wodurch eine konstante Qualität und Verfügbarkeit gewährleistet ist. Ihre Formbarkeit erlaubt den flexiblen Einsatz selbst in engen Gewässerkurven, was die Anwendung in komplexen Geländeformen erleichtert. Die kontrollierbare Verrottungsdauer von sechs bis acht Jahren ermöglicht eine gezielte Planung der Stabilität und des ökologischen Abbaus. Zudem besteht auch hier kein Risiko der Einschleppung von Neophyten oder Pestiziden. Im Vergleich zu Materialien wie Stroh oder Kokos überzeugt die Q-Faschine durch ihre überlegene Wasserspeicherung und Drainageeigenschaften.

Damit wurde eine solide Grundlage geschaffen, um sowohl das Potenzial als auch die Einsatzgrenzen der Q-Faschine im Bereich der Böschungs- und Ufersicherung fundiert zu analysieren und unter realen Bedingungen zu testen. Dies wurde im Rahmen des Innosuisse-Projekts «Faschinen aus Holzwolle für nachhaltige Hang- und Ufersicherung» [Projektnummer 35599.1 IP-ENG], umgesetzt, welches zwischen 2021 und 2025 die Wirksamkeit und Praxistauglichkeit der Q-Faschinen systematisch erforschte. Hierzu konnten vier Versuchsflächen akquiriert werden. Beim Kieswerk Calanda in Chur wurde ein Grosslaborversuch einge-

richtet, bei dem die Faschinen unter einheitlicher Exposition und variierenden Neigungswinkeln gezielt eingesetzt wurden, um den Einfluss der Neigung auf die Begrünung zu untersuchen. Drei weitere Pilotprojekte fanden unter standortspezifischen Bedingungen statt – zwei davon im Tessin sowie eines auf dem firmeneigenen Gelände der Lindner Suisse GmbH in Wattwil. Dabei wurden sowohl die Bepflanzung als auch der Einsatz der Produkte individuell an die jeweiligen Gegebenheiten vor Ort angepasst.

3.1. Einbau der Holzwollefaschinen

Der Einbau von Holzwollefaschinen erfolgt analog zur Installation von Lebendholz- und Tothholzfaschinen. Aufgrund ihrer Geometrie und Machart haben Holzwollefaschinen jedoch einige Besonderheiten. Mit den Erklärungen in diesem Kapitel kann die Installation auch von Nichtfachleuten erfolgen.

Bei Aufschüttungen ist auf eine fachgerechte und stabile Einbindung der Faschinen in den Baugrund besonders zu achten. Weidestecklinge können in die Faschinen oder zwischen Faschine und Boden eingepflanzt werden. Dabei sind die bewurzelten Stecklinge durch die gesamte Dicke der Faschine bis zum Boden zu führen.

Bei lockeren Auffüllungen mit geringer Verdichtung können Spreitlagen zur Verbesserung der Hangstabilität beitragen [Abb. 5]. Diese sind unterhalb der Faschinen einzubauen, wodurch die innere Reibung des Bodens verbessert wird.

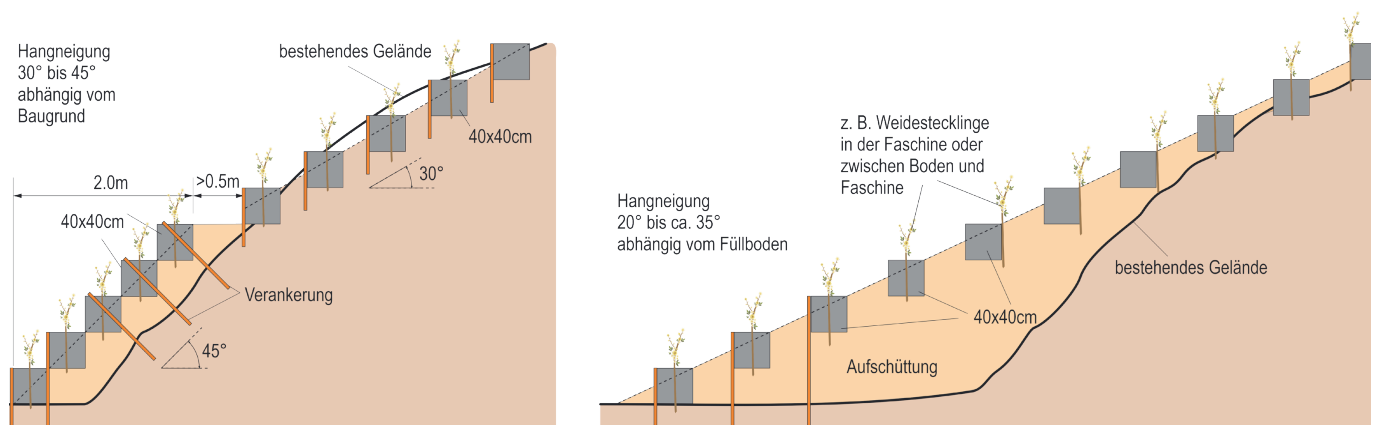


Abbildung 5: Einbau der Holzwollefaschinen im Hang [Auffüllung oder Einschnitt].
Figure 5 : Installation des fascines en laine de bois sur le versant [remblai ou tranchée].

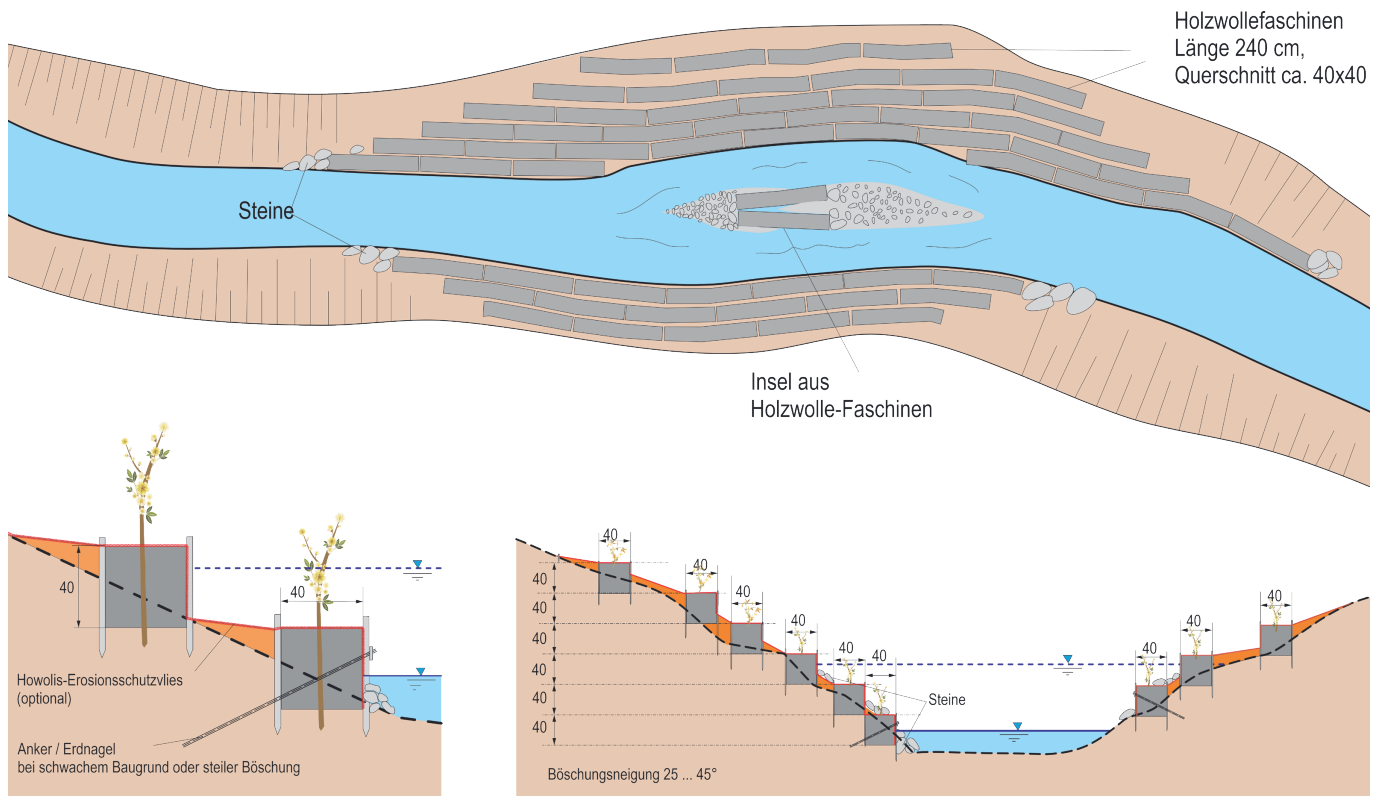


Abbildung 6: Einbau der Holzwollefaschinen im Uferbereich.
Figure 6: Installation des fascines en laine de bois dans la zone riveraine.

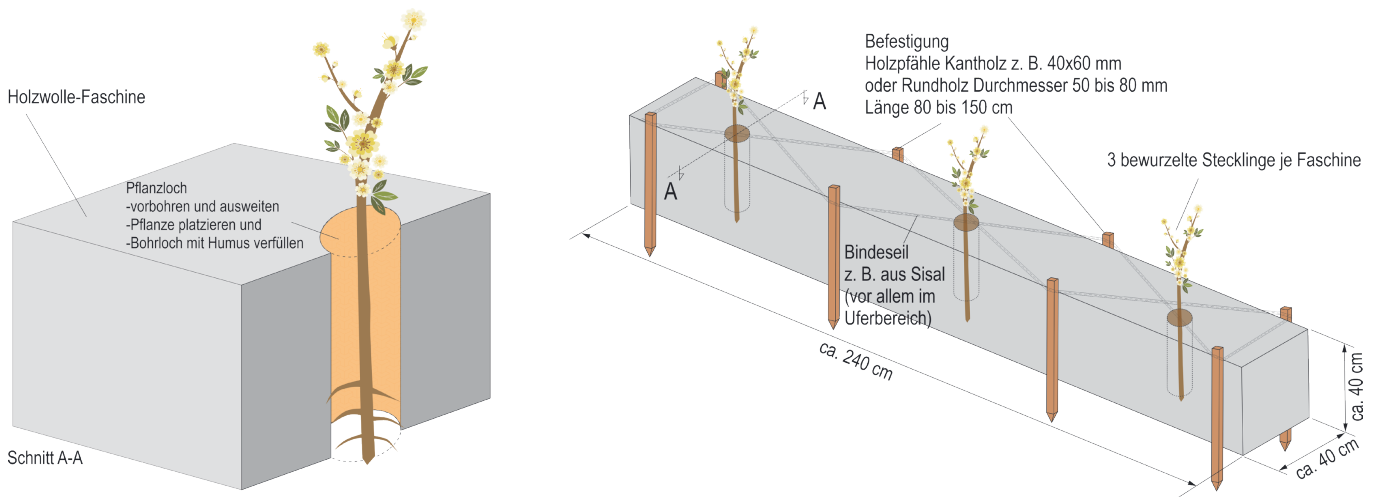


Abbildung 7: Einsetzen der Pflanzen und Sicherung der Faschinen mit Holzpfählen und Bindeseil.
Figure 7: Mise en place des plantes et fixation des fascines à l'aide de piquets en bois et de cordes.

Auch im Uferbereich können die Holzwollefaschinen dem Verlauf des Gewässers folgend eingebaut werden [Abb. 6]. Alle Faschinen, welche überflutet werden können, sind gegen Auftrieb mit Steinen und Naturseilen zu sichern.

Damit bewurzelte Stecklinge gut gedeihen, müssen sie mit reichlich Humus oder nährstoffreicher Erde umgeben sein. Ein Wachstum in der reinen Holzwolle ist unwahrscheinlich.

Selbst bei einer direkten Pflanzung der Stecklinge in den Boden ist es ratsam, diese zuvor einige Wochen ins Wasser zu stellen, damit sich bereits Wurzeln bilden konnten. In einem vorbereiteten Loch in der Faschine werden die bewurzelten Stecklinge eingesetzt und mit Humus verfüllt [Abb. 7].

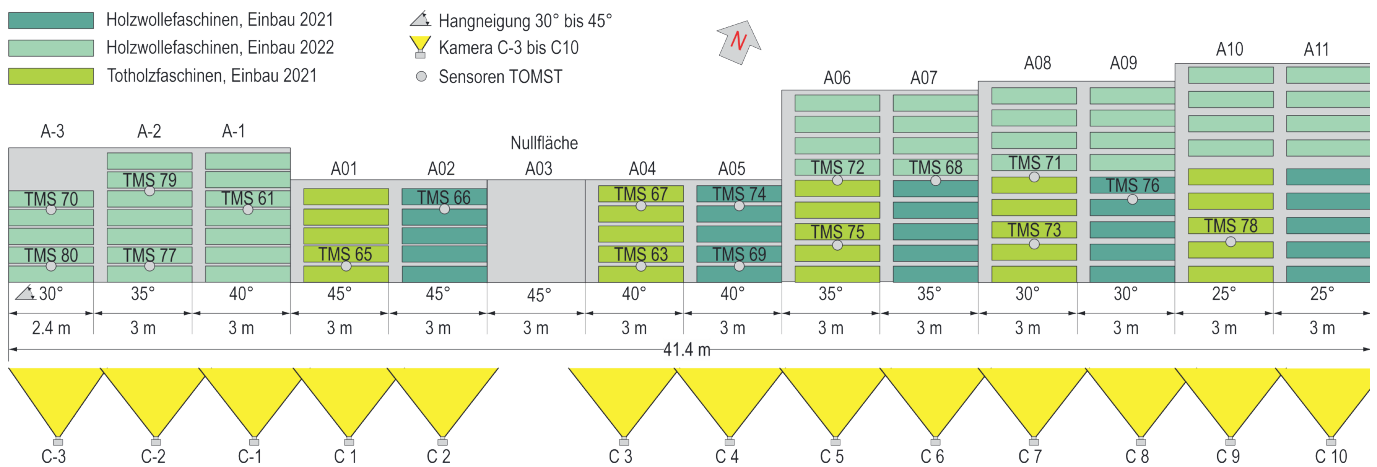


Abbildung 8: Positionierung der Wildkameras und Feuchtigkeitssensoren im Versuchsgelände Calanda Chur [GR].
Figure 8: Positionnement des caméras de surveillance de la faune sauvage et des capteurs d'humidité sur le site d'essai de Calanda Chur [GR].



Abbildung 9: Blickrichtung Nordost; A) eingebaute Faschine (Aufnahme vom 5.8.2021); B) Entwicklung der Begrünung nach ca. einem Jahr (Aufnahme vom 26.9.2024).
Figure 9: Vue vers le nord-est ; A) fascines installées (photo prise le 5.8.2021) ; B) développement de la végétalisation après environ un an (photo prise le 26.9.2024).

3.2. Feldversuche

3.2.1 Grosslaborversuch in Chur

In einem Versuchsgelände im Werk Chur der GRIBAG AG (N 46° 51' 45.10", E 9° 30' 34.14") wurden Böschungen mit unterschiedlichen Neigungen [25° – 45°] angelegt und mit Q-Fascinen gesichert. Zum Vergleich wurden jeweils ebenso Totholzfascinen im gleichen Neigungswinkel verbaut. Die Entwicklung wurde über drei Jahre mit Kameras, Bodenfeuchtigkeits- und Temperatursensoren, Drohnen und Laserscannern überwacht (Abb. 8).

Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Vegetation selbst unter anspruchsvollen Bedingungen stabil etablieren konnte (Abb. 9). Mit der Zeit übernahm das Wurzelwerk zunehmend die tragende Funktion der Fascinen und trug wesentlich zur Böschungssicherung bei. Nach drei Jahren waren die eingesetzten Fascinen noch weitgehend intakt; ihre Gesamtlebensdauer liegt bei schätzungsweise sechs bis acht Jahren.



Abbildung 10: Pilotprojekt Stabio (TI), Entwicklung der Begrünung Stand 14.4.2021 (A) und 23.6.2022 (B).
Figure 10 : Projet pilote Stabio (TI), développement de la végétation, état au 14 avril 2021 (A) et au 23 juin 2022 (B).



Abbildung 11: Entwicklung der Begrünung, Vergleich Stand 27.10.2022, 2 Monate nach Einbau (A) und Stand 1.10.2024 (B).
Figure 11 : Développement de la végétation, comparaison entre l'état au 27 octobre 2022 deux mois après l'installation (A) et au 1^{er} octobre 2024 (B).

3.2.2 Pilotprojekt Stabio (TI)

Die Uferböschungen am revitalisierten Laveggio [45° 50' 49.90" N 8° 56' 09.92" E] wurden mit Q-Faschinen verbaut (Abb. 10). Ebenso wurde ein Bereich zum direkten Vergleich mit Totholzfaschinen ausgestattet. Anfangs stockte die Vegetation, vor allem durch die Trockenperiode im Jahr 2023. Erst ab 2024, mit feuchten Bedingungen, konnten sich die Weiden deutlich etablieren.

3.2.3 Pilotprojekt Cadempino (TI)

Am Riale Gaggio [46° 02' 07.23" N 8° 56' 09.77" E] wurden 30 Q-Faschinen eingebaut (Abb. 11). Hier zeigte sich, dass Weidenstecklinge alleine nicht ausreichend sind. Spontane Vegetation etablierte sich jedoch, unterstützt durch Samenflug.

3.2.4 Pilotprojekt Wattwil (SG)

Nach dem Rückbau einer alten Stauanlage am Rickenbach [47° 17' 09.24" N 9° 05' 31.22" E] verändert sich das Abflussverhalten des Baches. Uferauswaschungen insbesondere nach regenreichen Perioden waren die Folge. Das Ufer wurde dort mit 21 Faschinen verbaut und mit Raubäumen gesichert (Abb. 12). Bereits nach kurzer Zeit stellte sich eine erfolgreiche und dauerhafte Begrünung ein, welche dem Ufer die nötige Stabilität bot.



Abbildung 12: Situation beim Pilotprojekt Wattwil [A] kurz nach der Installation mit Raubbaum und Holzwollefascinen am 23.5.2022 und [B] am 7.10.2024.
Figure 12 : Situation dans le cadre du projet pilote Wattwil [A] peu après l'installation avec des arbres en épi et des fascines en laine de bois le 23 mai 2022 et [B] le 7 octobre 2024.

Botanische und bautechnische Empfehlungen

Aus den Projekten ergeben sich die folgenden Empfehlungen für die Praxis:

- Wurzelkontakt: Stecklinge müssen durch die Faschine bis in den Boden reichen.
- Bewurzelte Stecklinge bevorzugen: Sie sichern einen schnelleren Begrünungserfolg.
- Substrateinsatz: Humus oder nährstoffreiche Substrate fördern die Wurzelbildung.
- Kombination von Saatgut und Stecklingen: Mischungen sind stabiler als Monokulturen.
- Pflanzenauswahl: Autochthone Arten bevorzugen, abgestimmt auf Standortbedingungen [Licht, Feuchtigkeit, Nährstoffgehalt].
- Pflege: Eine anfängliche Bewässerung und die Stütze der Stecklinge Mittel Pflock führen zu einem sichereren Begrünungserfolg.

Holzwollefascinen kombinieren ökologische Vorteile wie kurze Transportwege, einheimischer, pestizidfreier Rohstoff und vollständige biologische Abbaubarkeit mit hoher Anpassungsfähigkeit, Substratlieferteilung, Flexibilität und kontrollierter Dauerhaftigkeit. Nachfolgend werden die neuartigen Q-Fascinen mit anderen, herkömmlichen Methoden verglichen:

Kokos- und Juteprodukte sind ökologisch problematisch wegen Importen und möglichen Schadstoffen sowie allfälligem Kunststoffeintrag, da Kokos-Produkte oftmals Kunststofffasern enthalten.

Strohfaschinen sind zwar aus einheimischem Material, aber weniger robust und haben eine geringere Wasseraufnahmefähigkeit.

Totholzfaschinen sind ökologisch wertvoll, aber unflexibel in der Formgebung. Je nach Situation sind sie allerdings eine gute Ergänzung zu den Holzwollefascinen.

4. Schlussfolgerungen und Ausblick

Die beiden Forschungsprojekte zeigen eindrücklich: Holz- wolle ist ein vielseitiges und nachhaltiges Baumaterial für den Erosionsschutz und die Sicherung von Hängen und Ufern. Als Vlies schützt es junge Keimlinge und erleichtert die Begrünung von Rohböden. Als Faschine stabilisiert es Böschungen und Ufer, bis Pflanzen langfristig übernehmen. Entsprechend konnte mit den abgeschlossenen Forschungsprojekten belegt werden, dass Holz- wolleprodukte eine echte Alternative zu Kokos, Jute oder Steinbauweisen sind.

Mit den Holzwollefascinen steht eine neue ingenieurbio- logische Bauweise zur Verfügung, die ganz ohne Beton und Stein auskommt, flexibel einsetzbar ist und sich harmo- nisch in die Landschaft einfügt.

Künftig wird es darauf ankommen, Holz- wolleprodukte stärker in Planung und Ausschreibung zu integrieren. Damit lässt sich nicht nur die ökologische Qualität von Baupro- jekten verbessern, sondern auch ein Beitrag zur regionalen Wertschöpfung und zur Anpassung an den Klimawandel leisten.

Literaturverzeichnis

Artikel in Zeitschriften:

- Lifa, I. 2014. Entwicklung und Anwendung von naturbelassener Holzwolle für die Hangsicherung. Ingenieurbiologie 3: 20-36.
- Lifa, I. 2015. Entwicklung und Anwendung von naturbelassener Holzwolle für die Hangsicherung. Österreichische Ingenieur- und Architekten-Zeitschrift, 160. Jg., Heft 1-12/2015: 239-244.
- Lifa, I. 2017. Nachhaltiger Erosionsschutz mit Holzwolle und lokalem Saatgut. Österreichische Ingenieur- und Architekten-Zeitschrift, 162. Jg., Heft 1-12/2017

Kontaktadressen

Imad Lifa

Fachhochschule Graubünden
Pulvermühlestrasse 57
7000 Chur
Imad.lifa@fhgr.ch



Seraina Braun

Fachhochschule Graubünden
Pulvermühlestrasse 57
7000 Chur
seraina.braun@fhgr.ch



HOWOLIS

Q - Fascine
Renaturieren mit Schweizer Holz.

Q - Fascine
Renaturer avec du bois suisse.

Q - Fascine
Rinaturazione con legno svizzero.

Lindner
suisse

produziert von | produit par | prodotto da:
Lindner Suisse GmbH | CH-9630 Wattwil
holzwohle@lindner.ch | www.lindner.ch

Logos: IECB, EFEB, and other certification marks.