



Erosionsschutzvlies aus Holzwolle, Heiligenschwendi

Oberflächenschutz für Strassenböschungen

- Schutz einer sanierten Strassenböschung vor oberflächlicher Erosion
- Kombination mit eingedektem Holzkasten und Drainagemassnahmen zur Hangstabilisierung
- Kombination mit Weidenstecklingen als „natürliche Verankerung“ und Begrünungsmassnahme
- Erosionsschutzvliese aus Holzwolle als einheimisches Naturprodukt (FSC-zertifiziertes Schweizer Holz)



Erosionsschutzvliese schützen die talseitige Strassenböschung

Ausführungsort Bsp. / Planer

Ausführungsort: Heiligenschwendi (BE), Hundschüpfen (2 616 800 / 1 178 190)

Bauherrschaft: Tiefbauamt des Kantons Bern, 3011 Bern

Bauleitung: Ing. Büro Emch + Berger AG, 3700 Spiez, Armin Hemmi, Bauing.

Ausführung: Forstbetrieb Sigriswil, 3657 Schwanden, Hans Stauffer, Förster und Betriebsleiter

Baujahr: 2016

Produkthersteller: Lindner Suisse GmbH, 9630 Wattwil

Funktion / Anwendungsgrenzen

Nach einem Rutschereignis muss neben der Geländestabilisierung (Hang oder Böschung) auch der Schutz der Bodenoberfläche gewährleistet werden. Nur so können fortschreitende Erosionsprozesse verhindert und langfristig die schützende Wirkung der Vegetation ermöglicht werden. Um die Wiederbegrünung zu unterstützen und zu beschleunigen, können in Kombination mit hangsichernden Massnahmen, Erosionsschutzvliese zum Schutz der obersten Bodenschichten eingesetzt werden. Indem die Erosionsschutzvliese ein Grundgerüst zum Schutz vor Erosion und Halt der Ansamung bilden, kann sich eine schützende Vegetationsschicht einstellen und langfristig etablieren. Die dazu verwendeten Materialien lassen sich in natürliche, biologisch abbaubare (u.a. Kokos- Jute- und Holzfasern [Holzwolle]) und synthetische, chemisch-physikalisch zersetzbare Stoffe gliedern (Polyethylen, Polyamid, Polyester und Polypropylen [PP]).

Biologisch abbaubare Erosionsschutznetze bestehen aus Naturfasern und werden bahweise möglichst satt auf die vorbereitete Böschungsfäche gelegt und meist mit Agraffen, Nägeln oder Lockermaterialankern fixiert. Die Abdeckungen sollen:

- die oberste Bodenschicht schützen,
- Bedingungen zur Ansamung ermöglichen und
- die aufkommende Vegetation begünstigen (Bereitstellung eines günstigen Mikroklimas, Speicherung von Regenwasser in der Hangoberfläche und Rückhalt der obersten Bodenpartikel).

Die wachsende Pflanzendecke soll durch dichter werdendes Wurzelwerk der temporären Ursache für oberflächliche Erosion entgegenwirken, die langfristige Schutzfunktion vor Erosion übernehmen und Schutz vor nachgelagerten Rutschprozessen bieten.

Aus Holzwolle erzeugte Vliese werden in den USA bereits seit mehreren Jahrzehnten für den Erosionsschutz eingesetzt, wohingegen in Europa und namentlich der Schweiz, bis anhin vorwiegend importierte Jute- oder Kokosmatten verwendet werden (hauptsächlich aus Asien). Dies birgt eine gewisse Problematik bezüglich eingeschleppter, potentiell schädlicher Organismen oder beim Anwenden von Giften wie Naphthalin zur Imprägnierung der importierten Matten/Netze. Die in dieser Dokumentation vorgestellten Erosionsschutzvliese aus Holzfasern werden aus FSC-zertifiziertem Schweizer Holz hergestellt und stellen dadurch ein möglichst ökologisches Naturprodukt dar.

Der Einsatz von Erosionsschutzvlies aus Holzwolle bietet weitere Vorzüge. Zum einen kann durch den anwenderfreundlichen Einbau (leichtes Material, einfach zu verlegen, optimierte Logistik) ein schneller Erosionsschutz erstellt werden, zum anderen bieten sich diverse ökologische Vorteile an: Unbehandeltes Material, biologisch abbaubar (verrottet zu Humus), ausgewogenes Mikroklima (Temperatur, Licht, Wasser) und Lebensraum für Flora und Fauna (Kleintiere und Mikroorganismen) sowie optimierte Ökobilanz



gegenüber Importware. Weiter ist die Ausführung variabel und kann mit einem zusätzlichen Geflecht verstärkt werden (Ausführung mit PP-Netz, Oxygrid (mechanisch abbaubare Kunststoffe [Oxidation])/PLA [Polylactide] oder Drahtgeflecht).

Der Einsatz ist vorwiegend sinnvoll in einer beschränkten Spanne im Bereich des natürlichen Reibungswinkels des Bodenmaterials. Anwendungen auf steileren Partien sind nur in Kombination mit weiteren, hangstabilisierenden Massnahmen nachhaltig erfolgreich (bewehrte Erde, Hangroste, Übernahme der Armierungswirkung durch Gehölze). Auf Grenzstandorten (Hochlagen, Trockenstandorten, Gesteinsrohboden) kann ein Einsatz auch auf flacheren Partien zeitüberbrückend sinnvoll wirken. Im Normalfall gelingt die Begrünung aber meist ohne spezielle Hilfe, angepasstes Saatgut vorausgesetzt.

Seit der Einführung 2013 sind bereits über 300 Projekte erfolgreich durchgeführt worden. Offene Forschungsfragen, welche sich v.a. auf das Verrottungsverhalten verschiedener (einheimischer) Holzarten sowie die Wechselwirkungen zwischen Holzvolle und Saatgut beziehen, werden zur Zeit in einem KTI Projekt mit der HTW Chur abgeklärt. Künftig sollen weitere verschiedene Produkte für unterschiedliche Standortsbedingungen entwickelt werden.

Im vorliegenden Projekt wurden die Erosionsschutzvliese in Kombination mit einem Holzkasten zur Böschungsstabilisierung entlang einer Kantonsstrasse eingesetzt. Aufgrund wasserführender Schichten im Hang waren auch umfangreiche Drainagemassnahmen nötig. Zusätzlich zur Begrünung mittels Saatausbringung wurden Weidenstecklinge gepflanzt, welche neben der Begrünung und künftigen Stabilisierung des Hanges, als zusätzliche Verankerung der Erosionsschutzvliese dienen.

Voraussetzungen Baugrund

Die Erosionsschutzvliese sind grundsätzlich auf verschiedenen Substraten einsetzbar. Sie sollten jedoch nur dort eingesetzt werden, wo sich in angemessenem Zeitraum auch Vegetation einstellen kann, denn das letztendliche Ziel besteht in der Etablierung der Vegetation als natürlicher Erosionsschutz. Geotechnische Untersuchungen sind bei umfangreichen Vorhaben sinnvoll (Stand sicherheitsnachweis). Je nach Steilheit und Bodenaktivität muss, wie im vorliegenden Projekt, allenfalls eine Kombination mit Stützverbauungen eingesetzt werden. Eher aufwändig ist hingegen die Vorbereitung des Bodens (Planie, falls möglich maschinell), damit die Erosionsschutzvliese beim Verlegen wirklich satt und gleichmässig aufliegen.

Im vorliegenden Projekt besteht das vorhandene Bodenmaterial aus stark lehmigem und vernässtem, beinahe wassergesättigtem, rutschaktivem Material (Lehm beim Aushub in sich kompakt, bei wenig Wasserzugabe wird die scheinbare Kohäsion überschritten und das Material verflüssigt sich). Im Hang tritt zudem an mehreren Orten Wasser aus wasserführenden Schichten (präferenzielle Fliesswege) an die Oberfläche. Gemäss map.geo.admin.ch bildet eine Lokalmoräne aus dem Quartär den Untergrund.

Gesetze / Normen

AWL, 2003. Ingenieurbiologie und Hangverbau. Handbuch, Amt für Wald und Raumentwicklung Obwalden (heute: Amt für Wald und Landschaft [AWL]). 2. Auflage, Juni 2006, 74 S inkl. Anhang.

Böll A, 1997. Wildbach- und Hangverbau. Bericht Eidgenössische Forschungsanstalt Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf, 123 S. (siehe Downloadbereich www.fobatec.ch)

Bosshard A, Mayer P, Mosimann A, 2013. Leitfaden für naturgemässe Begrünungen in der Schweiz. Ö+L Ökologie und Landschaft GmbH, Oberwil-Lieli, 82 S.

Rüegger R, Hufenus R, 2003. Bauen mit Geokunststoffen. Ein Handbuch für den Geokunststoff-Anwender. Schweizerischer Verband für Geokunststoffe (SVG), 192 S.

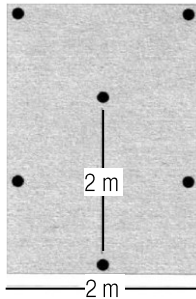
VSS SN 640 621, Ingenieurbiologie; SN 640 671c, Grünräume

Weiterführende Informationen zum Howolis-Erosionsschutzvlies bei Lindner Suisse GmbH, <http://www.lindner.ch/de/>

Projektierung

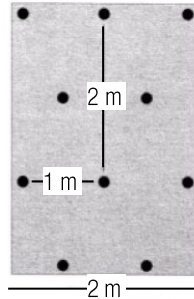
Normalie / Plan

Leichtes Gefälle



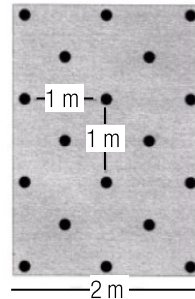
1 : 3 bzw. 33 % / 18°

Mittleres Gefälle



1 : 2 bzw. 50 % / 26°

Steiles Gefälle



1 : 1 bzw. 100 % / 45°

Befestigungsmuster bei zunehmender Hangneigung (Auszug aus: Howolis Erosionsschutzvlies, Lindner Suisse GmbH 2014, verändert)

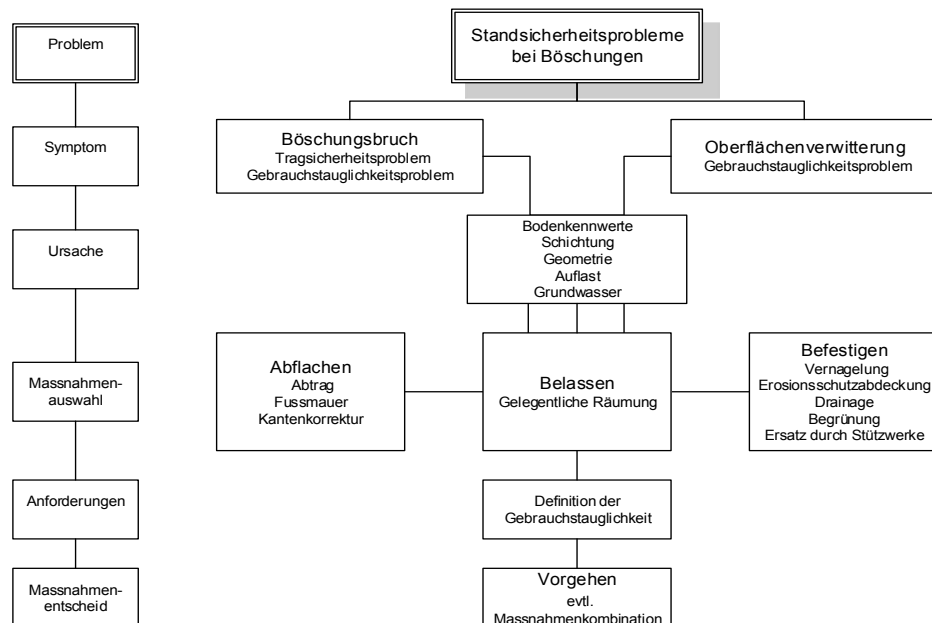
Tragwerksanalyse

Damit der Einsatz von oberflächlichen Erosionsschutzmassnahmen zielführend ist, muss die Hangstabilität, im weiteren Sinne also die Tragsicherheit (Standstabilität Böschung), grundsätzlich gegeben sein. Folgende Punkte sind dabei massgebend:

Hangstabilität (Standstabilität Böschung):

Einwirkung: Schwerkraft, Boden- (wasserführende Schicht) und Oberflächenwasser
 Tragwerksmodell: Hangneigung, Reibungswinkel, Kohäsion, Wassersättigung, Gleithorizont
 Auswirkung: Erddruck, hydrostatischer Druck, Strömungsdruck, Scherkräfte

Die Gebrauchstauglichkeit hingegen ist weitgehend von der zu erfüllenden Funktion (Schutzziel) bzw. der Perspektive abhängig. Je nach Situation müssen gegen Oberflächenerosion also unterschiedliche Massnahmen ergriffen werden. Z.B. sollte aus einem bergwärtigen Hang kein erodiertes Material auf eine stark befahrene Strasse gelangen. Auf einer Waldstrasse kann, neben einer aufwändigen Verbauung des Hanges, durchaus auch deren gelegentliche Räumung in Betracht gezogen werden. Folgendes Schema veranschaulicht die Problematik:



Schema zur Beurteilung von instabilen Böschungen bzw. zur Betrachtung und Unterscheidung von Geländeinstabilität (Böschungsbruch) und oberflächlicher Erosion (Oberflächenverwitterung) (Quelle: bap Ingenieurbüro 2013)



Bei der Erosionsstabilität der Oberfläche (Gebrauchstauglichkeit) ist Folgendes verstärkt miteinzubeziehen:

Einwirkungen:	Klima/Wetter (Regen, Wasserabfluss, Wind, Frost), Tiere, (Schwerkraft)
Tragwerksmodell:	Bodentyp, Korngrößenverteilung, Reibungswinkel, Schichtung, Auflast, Verzahnung, Hangneigung, (Netz-)Abdeckung
Auswirkung:	Schleppspannung, Verlagerung, Durchstanzen, Sukzessive Zersetzung

Diese Punkte haben einen Einfluss auf die Wahl des passenden Erosionsschutzvlieses bzw. werden v.a. künftig bei allenfalls neuen Erkenntnissen und entsprechenden Produktvarianten massgebend sein (Holzarten bzw. Mischungen, Vliesdichte und Schichtdicke etc.). Weiter wird daraus auch abgeleitet, ob zusätzliche Massnahmen nötig sind (z.B. zusätzliches Geotextilnetz, Pflanzungen etc.).

Bevor die Oberfläche vor Erosion geschützt werden kann, muss also vorerst die Hangstabilität gewährleistet sein, wobei dem Umgang mit Hangwasser eine wesentliche Bedeutung zukommt und die Drainage des Hanges oftmals unverzichtbar wird. Die Dokumentation verzichtet aber darauf, die Massnahmen zur Erreichung der Standsicherheit des Hanges zu beschreiben (Holzkasten, Drainage). Im Zentrum steht die Oberflächenbefestigung.

Im vorliegenden Projekt ist nach einer Rutschung unterhalb der Kantonsstrasse zwischen Heiligenschwendli und Thun im Gebiet Hundschüpfen das talseitige Bankett an zwei Stellen abgerutscht. Um das steile Gelände zu stabilisieren, wurde die eine Erosionsstelle mit einem überdeckten Holzkasten (am Ausbiss) stabilisiert und mit Drainagemassnahmen kombiniert. An der anderen Stelle wurde das Bankett mit einer rückverankerten Betonmauer gesichert. Um die Böschungen vor oberflächlicher Erosion und den überdeckten Holzkasten zu schützen (Lebensdauer), wurden Erosionsschutzvliese auf dem ungeschützten Boden ausgelegt.

Für die gezielte Ableitung des Hangwassers wurden hinter dem Holzkasten Sickerleitungen erstellt sowie Sickerpackungen eingebracht und diese mit Sytec-Folien (Sytec HF 1000: Filtern, Bewehren und Trennen, Sytec Bausysteme AG) unterlegt, damit das (feine) Erdmaterial nicht in die Sickerpackung hineindrückt und die Drainage behindert.

Nach gut einem Monat zeigten sich durch Nachrutschungen und Sackungen des Geländes, Beulen und Aufstauhungen an den Erosionsschutzvliesen. Durch eine gewisse Elastizität der Howolis-Erosionsschutzvliese entstanden jedoch keine Spannungsrisse. Nur an den gepflanzten Stecklingen sind die Erosionsschutzvliese leicht eingerissen (10 – 20 cm). Was hier aber positiv gewertet werden kann, da sie dadurch nicht umgedrückt oder ausgerissen wurden. Die Erosionsschutzvliese erwiesen sich als reparaturfreundlich, wobei im vorliegenden Projekt folgende Massnahmen zur Wiederherstellung der vollständigen Schutzfunktion durchgeführt wurden:

Das Erosionsschutzvlies wurde bei der Stauchung punktuell aufgeschnitten, zurückgeklappt und das Erdmaterial bis auf Höhe Holzkasten abgetragen. Am talwärtigen Ende der Grube wurde eine zusätzliche Holzschwelle oben auf den Holzkasten gelegt, um das rutschende Material zu stabilisieren (in anderen Fällen kann eine mit Erdankern gesicherte Schwelle im Prinzip eine gleichwertige Funktion übernehmen). Die Grube wurde anschliessend mit einer Schicht Sytec-Folie HF 1000 ausgelegt und mit Sickermaterial aufgefüllt, wobei auch lageweise Weidenstecklinge eingelegt wurden. Letztlich wurde die mit Sickermaterial verfüllte Grube teilweise wieder mit dem entfernten Erdmaterial zugedeckt und anschliessend wieder mit dem Erosionsschutzvlies abgedeckt. Damit dringt das Wasser nicht mehr in die rutschanfällige Lehmschicht ein, sondern kann an der Oberfläche flächig abfliessen.

Bemessung

Das System ist werksseitig für die vorgesehenen Anwendungen bemessen. Für unterschiedliche Beanspruchungen existieren unterschiedliche Gewebe. Bei empfehlungskonformer Anwendung ist ein Versagen nicht zu erwarten. Der Begrünungserfolg kann natürlich nicht garantiert werden.

Im Projektgebiet wurde insgesamt eine Fläche von 900 m² verbaut. Dafür wurden 17 x 25 m-Howolis-Erosionsschutzvliese entsprechend der vorhandenen Erosionsflächen zugeschnitten und verlegt. Deren Befestigung erfolgte mit J-Ankern und gepflanzten Weidenstecklingen. Wegen ihrer geringen Steifigkeit lassen sich die Erosionsschutzvliese gut ans Gelände anpassen und reissen bei oberflächlicher Hangbewegung nicht gleich ein, da sie sich mitbewegen. Bei den Weidenstecklingen ist ein punktuelles Einreissen positiv zu werten, da diese dadurch nicht umgedrückt werden.

Für eine raschere Begrünung wurde auf den verbauten Flächen passendes Saatgut gesät. Die entstehende Vegetationsbedeckung soll möglichst rasch einen ersten Schutz für den Boden und das Keimbett erbringen, sich dann aber langsam zugunsten der sich natürlich entwickelnden, autochthonen Pflanzen wieder zurückziehen. Nach der Zersetzung der Erosionsschutzvliese aus Holzwollesollen die Weidenstecklinge und die etablierte Vegetationsbedeckung deren temporäre



	Schutzfunktion vor den erodierenden Prozessen langfristig und nachhaltig übernehmen.
Ø Kosten pro Einheit	Die 900 m ² wurden für rund Fr. 8'550.- verbaut (inkl. Lieferung, Material, Einbau, Begrünung und Bauleitung), d.h. Fr. 9.50 pro m ² . Pro verlegte Rolle Erosionsschutzvliese (25 m lang, 2.4 m breit) waren rund Fr. 500.- nötig (17 Rollen). Im Ankauf liegen die Kosten der Howolis-Erosionsschutzvliese (2016) je nach Länge bzw. Fläche bei: - Fr. 248.40 (25 m / 60 m ² für je Fr. 4.14) - Fr. 462.00 (50 m / 120 m ² für je Fr. 3.85) - Fr. 648.00 (75 m / 180 m ² für je Fr. 3.60) Bei Abnahme von grösseren Mengen werden Rabatte gewährt.
Tun und Vermeiden	Beachten, dass die Erosionsschutzvliese sich längs 0.2 m überlappen müssen (Materialbestellung!) Vorausmass muss im Feld bestimmt werden (Schrägmass, kupiertes Gelände, etc.). Planvorausmass aus dem Büro führt sicher zu Abweichungen.

Materialien

Namen

Erosionsschutzvliese: Howolis-Typ 10 – Erosionsschutzvliese, PP Format, 240 cm Breite x 25 lfm Länge (Beratung durch Lindner). Holzwolle aus FSC zertifiziertem Schweizer Holz (Fichte, Föhre und Buche), welche nach Schweizer Holzwolle-Standard LC2 hergestellt wurde.

Der Grundaufbau der Erosionsschutzvliese besteht aus Holzwolle mit ober- und unterseitigem Netz aus Jutefäden oder Polypropylenfasern. Je nach Zusammensetzung sind sie verschieden aufgebaut und haben je nach Holzart eine unterschiedliche Lebensdauer (bspw. verrottet Buche schneller als Föhre), wobei der Zerfall bis zu vier Vegetationsperioden hinausgezögert werden kann (12 – 40 Monate). Das Erosionsschutzvliese kann je nach Anforderung mit einem zusätzlichen Wirrgelege oder sechseckigem Drahtgeflecht DIN1200 ergänzt werden. Damit wird das Erosionsschutzvliese langlebiger und das Entreissen oder Auswaschen der Bepflanzung wird reduziert, da es sich mit deren Wurzeln verbindet und so besser verankert (Gewichtszunahme von 260 auf 660 g/m²).

Befestigung: Beim Produktehersteller sind drei verschiedene Befestigungstypen im Angebot, wobei beim Bestellungsverfahren der Auftraggeber bzw. Projektleiter über den gewünschten Typ entscheidet.

- Holzhaften mit Dübel für Einsatz im humusreichen Boden (200, 300 mm; 2 -5 Stk/m²)
- Stahlhaften für den Einsatz im schotterhaltigen Boden (200, 300, 365 mm; 2 -5 Stk/m²)
- Felsnägel mit Unterlagscheiben bei felsigen Untergrund

Im vorliegenden Projekt wurde die Befestigung mit J-Anker (Krampen aus Armierungseisen Ø 10 mm, 500 mm Länge) ausgeführt, da sich die mit den Erosionsschutzvliesen mitgelieferten Stahlhaften nicht eigneten (zu kurz). Zusätzlich wurden ergänzend Weidenstecklinge gepflanzt (40 - 60 cm lang und rund 5 cm Ø; 80 cm lang und 10 – 15 cm Ø), welche neben der Fixierung der Erosionsschutz-vliese durch das Austreiben zu einer rascheren Bodenstabilisierung und Begrünung führen sollen.

Begrünung: Grundsätzlich wird die Beratung einer Begrünungsfirma empfohlen. Im vorliegenden Projekt wurde folgendes Produkt (Otto Hauenstein Samen AG ausgesät:

OH-Pre-Alpin-MYKO-FIX (mit Mykorrhiza und organischen Keimhelfer sowie Haftkleber zur Saafixierung [säfertigt]); 100 g/m² d.h. 9 Säcke à 10 kg Inhalt (herrschende Standortbedingungen: Höhenlage rund 800 m ü. M., Exposition NW, Niederschlag rund 1'000 mm/J)

NPK Kapitel / Position	Erosionsschutz	NPK 181.67X.XXX
	Begrünung für Böschungs- oder Ufersicherungen	NPK 181.68X.XXX

Ausschreibungen sind auch mit NPK 211 Baugruben und Erdbau (NPK 211.421.2XX) möglich.

Mindestanforderungen	Falls möglich autochthones, aber zumindest standortgerechtes Saatgut verwenden (Hilfe bieten Begrünungsfirmen).
----------------------	---

Verarbeitung Tipp	Zukünftig sollen für verschiedene Standorte unterschiedliche Holzwolle-Erosionsschutzvliese angeboten werden, wodurch das entsprechend passende noch mehr Sicherheit für den Erfolg bringt. Befestigung: Grundsätzlich werden vom Systemhersteller spezielle Stahlhaften mitgeliefert, doch die Erfahrung im vorliegenden Projekt zeigte, dass diese sich nur auf ebenen Flächen in gut abgestuftem Material bewähren, sonst sind sie oft zu kurz. Es müssen also entweder mehr Stahlhaften pro Fläche als vom Hersteller vorgegeben angewendet, oder andere Befestigungsarten eingesetzt werden (z.B. J-
-------------------	--



Anker wie im vorliegenden Projekt; s.u. Bilder).

Bezüglich der Ernte von autochthonem Saatgut wird von Seiten des Howolis-Produkteherstellers auf die Verfahren der Ö+L Ökologie und Landschaft GmbH, 8966 Oberwil-Lieli, verwiesen (HoloSem).

Ø Menge pro Einheit

Grundsätzlich entsprechend der zu schützenden Fläche, wobei bei den Howolis-Erosionsschutzvliese unbedingt die Überlappung längsseits beachtet werden muss: Bei benachbarten Bahnen fallen jeweils 20 cm an Breite an die Überlappung. Es sind also nur 2.2 m, bzw. bei zweiseitig gestossenen Bahnen nur 2.0 m, effektiv anrechenbar. Dies hat einen Einfluss auf den Kostenvoranschlag und es muss berücksichtigt werden, ob nach zu verbauender Fläche oder nach benötigtem Material verrechnet wird.

Mittel

Maschinen

Projektabhängig, hier: Schreitbagger mit Traktionsseilwinde und folgenden Aggregaten: Greifzange für Holz, Löffel für Aushub und Zweischalengreifer für das Drainage- und Schüttmaterial; Holztransporter; Muldenkipper

Geräte

Projektabhängig, hier: Holzereiausrüstung und Kompressor mit Schlaghammer für den Holzkastenbau
Grundsätzlich sind für die Erosionsschutzvliese bei dieser Bauweise keine Maschinen oder Geräte nötig.

Installation

Verkehrsführung und Signalisation, z.T. Absperrungen und temporäre Sperrung, in kritischen Phasen: Sicherheitswärter.

Ein Deponieplatz für Baumaterial war nicht notwendig, da das Drainagematerial bei Bedarf gestaffelt angeliefert wurde und das Holz für den Holzkasten vor Ort bereitgestellt wurde.

Präventives Baumfällen in den Einhängen; für die Arbeitssicherheit wurden wo nötig instabile Bäume entfernt.

Zur Sicherung der Arbeiter müssen je nach Situation Vorkehrungen für Arbeiten am Seil getroffen werden (gemäss SUVA-Factsheet 33016). Im vorliegenden Projekt war dies nicht nötig, jedoch verfügten die Arbeiter eine dem SUVA-Factsheet 33070 „Seilsicherung im steilen Gelände“ entsprechende Ausbildung, mit welcher das Seil zur Absturzsicherung und zur einfachen Positionierung verwendet werden darf. Der hier als Bauleitung auftretende Betrieb bietet mit Partnern entsprechende Seilsicherungskurse an.

Ausführung

Absteckung

Keine eigentliche Absteckung; die vorhandene Erosionsfläche bzw. die geplante Böschung über dem Holzkasten gibt vor, wie viel Erosionsschutzvliese nötig sind (Achtung Schrägmass, kupiertes Gelände).

Erdarbeiten

Maschinelle Aushubarbeiten für den Holzkasten und Planieren der Oberfläche vor dem Ausrollen der Erosionsschutzvliese (Unebenheiten oder lose Steine < 10 cm).

Arbeitsschritte

- (1) Aufnahme der Erosionsfläche (Masse) und entsprechende Materialbestellung
- (2) Erdarbeiten für den Holzkastenbau (Aushub und Gründung)
- (3) Drainagemassnahmen einbringen
- (4) Holzkasten lageweise erstellen und verfüllen sowie letztlich zudecken (Oberfläche planieren)
- (5) Erosionsschutzvliese an der oberen Böschungskante befestigen, ausrollen und mit J-Anker sichern
- (6) Weidenstecklinge einpflanzen
- (7) Trockensaat ausbringen (fällt durch das Erosionsschutzvlies hindurch, ist gleichmässig auf der Fläche verteilt, hat ausgeglichenes Mikroklima und wird nicht mehr gestört [Begehen])

Tun und Vermeiden

Absturzsicherung der Mitarbeiter per Seil, auch wenn dies nicht zwingend nötig ist, denn es ergibt sich dadurch eine Schonung der Oberfläche und des neu verlegten Erosionsschutzes als positiver Nebeneffekt: Die Erosionsschutzvliese verrutschen beim Begehen weniger und die Arbeiten können effektiver und ergonomischer ausgeführt werden, da das Körpergewicht vermehrt vom Seil gehalten wird.

Die Erosionsschutzvliese sollen an der oberen Böschungskante zusätzlich befestigt werden. Im vorliegenden Projekt wurden die Erosionsschutzvliese durch Einbindung des zweimal um eine Holzlatte gewundenen Endfalzes ins Strassenbankett (30 – 40 cm tief) stärker befestigt, anschliessend mit



Erdhaken gesichert (im Abstand von 80 cm längs) und eingedeckt.

Erosionsschutzvliese sollen sich seitlich/längs 20 cm überlappen und mit dem vordefinierten Befestigungsmaterial fixiert werden, damit langfristig möglichst keine Lücken und somit Angriffsflächen entstehen.

Die Erosionsschutzvliese sollten langsam, spannungsfrei und nach dem Fischschuppenprinzip verlegt werden (20 cm überlappend; Unterspülungen durch Oberflächenwasser verhindern).

In Hängen mit wasserführenden Schichten unbedingt zweckmässige Drainagen einbringen. Für Sickerpackungen mit Schotter eignen sich in Hängen eckige Schroppen besser als Rundkies. Eventuell eignen sich dazu auch lebende Baumfaschinen aus Weiden, Erlen oder Birken.

Holzkasten gut eindecken (höhere Lebensdauer)

Abschlussarbeiten

Bauabnahme mit dem Werkeigentümer durchführen.

Sicherheit

Besonders zu beachtende Sicherheitsaspekte:

- immer
 - **9 lebenswichtige Regeln** für den Verkehrsweg- und Tiefbau (SUVA Publikation 88820)
 - **Notfallplanung** (SUVA Publikation 67061)
 - **Arbeitsvorbereitung (AVOR)** (SUVA Publikation 67124)
- Naturgefahren, Gebirge** (SUVA Publikation 33019, 67154)
- Maschineneinsatz** (SUVA Publikation 67041, 67039, 67161, 1574)
- Strom auf der Baustelle** (SUVA Publikation 67081, 67092)
- Verkehr und Infrastruktur** (SN 640886)
- 9 lebenswichtige Regeln für das Helikopter-Bodenpersonal** (SUVA Publikation 88819)
- Absturz am Arbeitsplatz inkl. Zugang** (SUVA Publikation 33016, 44002)
- Graben und Baugruben** (SUVA Publikation 67148)
- Zusammenarbeit mit Fremdfirmen** (SUVA Publikation 66092/1)
- Waldarbeiten** (SUVA Publikation 84034)
- Arbeiten am, im oder über Wasser** (SUVA Publikation 67153)

Für Arbeiten am Seil sind je nach Erfordernissen verschiedene Factsheets bzw. Ausbildungen wegweisend, im vorliegenden Fall war das SUVA Factsheet 33070 „Seilsicherung im steilen Gelände“ massgebend.

Werterhalt

laufend

Sichtkontrolle, v.a. nach grösseren Niederschlagsereignissen. Falls nötig können die Erosionsschutzvliese in der Anfangszeit noch relativ einfach repariert werden (wie im vorliegenden Projekt).

periodisch

Sichtkontrollen, bei Bedarf Pflege der Weidenhölzer und des künftig aufkommenden Jungwaldes.

Rückbau

Ein klassischer Rückbau ist nicht vorgesehen; das Erosionsschutzvlies aus Holzwolle verrottet mit der Zeit und die von diesem erbrachte Schutzfunktion vor Erosion wird sukzessive durch die aufkommende Vegetation übernommen. Unnützlich gewordene Bodennägel können bei Auffinden rezykliert werden.

Haftungsausschluss:

Die vorliegende Dokumentation ist ein Erfahrungsbericht eines konkret realisierten Bauobjektes. Sie soll Planern und Ausführenden Lösungsmöglichkeiten aufzeigen, zum Nachdenken über die eigenen Vorgehensweisen anregen und Anhaltspunkte zur ähnlichen Realisierung geben. Obwohl alle Sorgfalt bei der Erarbeitung der Dokumentation verwendet wurde, können Fehler enthalten sein und kann für die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Daten weder eine explizite noch implizite Zusicherung und Gewährleistung abgegeben werden. Für die inhaltliche Richtigkeit, Vollständigkeit und Auswahl lehnt die Fachstelle für forstliche Bautechnik jede Haftung ab. Bei Verwendung von Informationen zu eigenen Zwecken sind die übergeordneten Normen einzuhalten und sind die Angaben situativ an die eigenen Gegebenheiten anzupassen. Die Nutzung der Daten erfolgt somit auf eigene Gefahr. Insbesondere ist die Fachstelle für forstliche Bautechnik nicht verantwortlich, wenn der Nutzer im Vertrauen auf die Fehlerfreiheit und Vollständigkeit der Inhalte Handlungen vornimmt oder unterlässt und ihm im Folgenden daraus ein Schaden erwächst.



Bilder (Quelle, wenn nicht anders gekennzeichnet: Hans Stauffer 2016, Betriebsleiter Forstbetrieb Sigriswil)



Abbildung 1: Die Hangfläche wurde zur Vorbereitung für den Einsatz der Erosionsschutzvliese mit dem Schreitbagger planiert



Abbildung 2: Die obere Hälfte der Rutschfläche ist mit Erosionsschutzvliese überdeckt und mit Weidenstecklingen bestückt



Abbildung 3: Erosionsschutzvliese sind durch geringes Gewicht gut handhabbar und einfach einzubauen (fobatec 2016)



Abbildung 4: Der Endfalz des Erosionsschutzvlieses ist um eine Holzlatte gewunden und ins Bankett der Waldstrasse eingebaut



Abbildung 5: Im vorliegenden Projekt wurden die mitgelieferten Stahlhaften durch grössere J-Anker ersetzt (fobatec 2016)



Abbildung 6/7: Die Weidenstecklinge haben sich gut etabliert; Detail links: eingerissenes Erosionsschutzvlies (ca. 15 cm)



Abbildung 8: Die ausgelegten Erosionsschutzvliese überlappen jeweils seitlich und werden neben den Erdhaken durch Weidenstecklinge fixiert, welche langfristig den Hang durch das zunehmende Wurzelwachstum vor Erosion schützen sollen



Abbildung 9: Gut einen Monat nach Einbau sind die Flächen sowie die Weidenstecklinge bereits z.T. ergrünt (fobatec 2016)

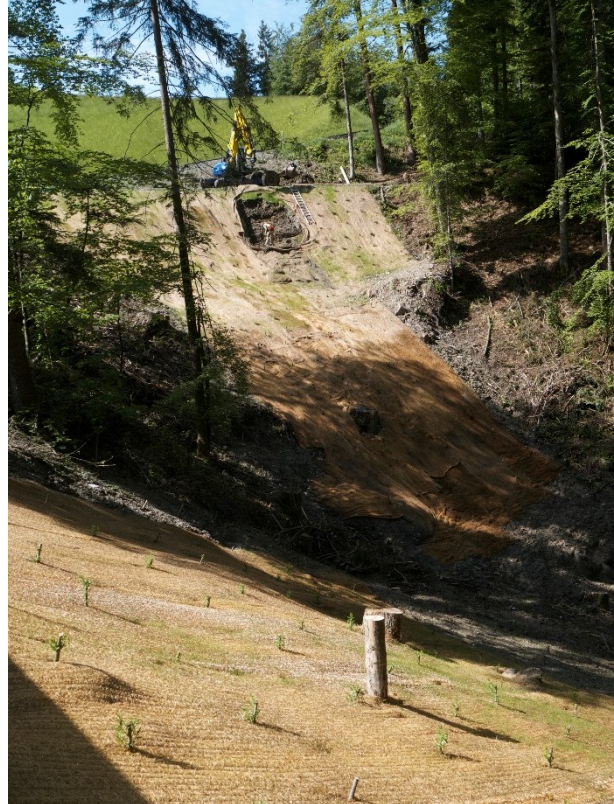


Abbildung 10: Reparaturfreundlich: Stauchungen können einfach behoben bzw. stabilisiert werden (fobatec 2016)