



## Verankerte Pfahlwand

Version française

### Rückhaltesystem für abgerutschte Strassenkörper

- Bestehender Gleitkörper wird mit tief fundierten und rückverankerten Pfählen stabilisiert
- Wiederhergestelltes Strassenprofil wird auf der verankerten Wand abgestützt



Verankerte Pfahlwand, (Gommiswald)

### Ausführungsort Bsp. / Planer

Ausführungsort: Gemeinde Gommiswald (722'490/232'520)

Bauherrschaft: Ortsgemeinde Kaltbrunn

Planung/Bauleitung: Regionalforstamt Waldregion 4, Rolf Ehrbar

Ausführung: 2014, Ribbert AG, Maienfeld, Michael Amann

### Funktion / Anwendungsgrenzen

Mit der verankerten Pfahlwand können abgerutschte Strassen, aber auch Hangrutschungen saniert werden. Der Gleitkörper wird durch die tiefen, vertikalen Injektionsbohrpfähle und die Anker stabilisiert. Die einzelnen Pfähle sind, in Abhängigkeit des Überstandes, mit einen oder mehreren Rückankern gesichert. Die Ausfachung zwischen den einzelnen Pfählen kann mit Larssen, Holzbohlen, Rundholz etc. erfolgen (Je nach Anspruch an die Dauerhaftigkeit). Durch die Hinterfüllung der verankerten Pfahlwand kann der Strassenkörper wiederhergestellt werden. Bei Hangrutschungen kann durch eine Terrassierung mittels verankerten Pfahlwänden wieder die ursprüngliche Böschungsneigung erreicht werden.

Verankerte Pfahlwände können bis zu einer freien Höhe von rund 5 Meter gebaut werden. Für den Erdbau, bzw. die Bohrung vertikalen Pfählen ist eine Erreichbarkeit mittels Schreitbagger nötig.

Für den Verbau von Hangrutschungen werden für die vertikalen Pfähle kleinere Durchmesser eingesetzt (bspw. alte Bohrstangen), wodurch die Bohrungen mittels Lawinenbohrgerät erfolgen kann.

### Voraussetzungen Baugrund

An den Baugrund bestehen sehr geringe Anforderungen. Die Gründung von Pfählen und Ankern muss zwingend in standfeste Horizonte unter und hinter der Gleitfläche reichen, jedoch nicht zwingend in Fels. Die Injektionsfähigkeit des Bodens muss gegeben sein, damit der Verbund zwischen Injektionskörper und Boden sich optimal ausbilden kann. Diese Voraussetzung ist erfahrungsgemäss auch bei plastischen Böden erfüllt.

Damit das System der verankerten Pfahlwand funktionieren kann, ist ein stabiler Boden vor der Wand Voraussetzung, so dass durch Rutschungen die Pfähle nicht freigelegt werden. Deshalb muss die Sohle für den Wandaufbau genügend tief ausgehoben werden.

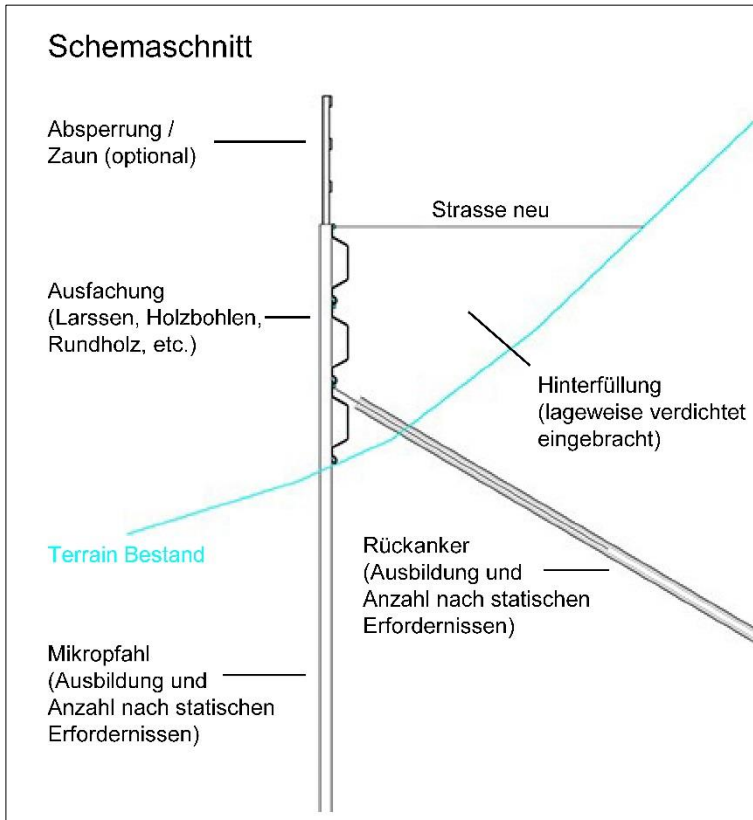
## Gesetze / Normen

Wandkomponenten: SIA 260, SIA 261, SIA 267 / SIA 267/1

Hinterfüllungsmaterial: SN 670 140

## Projektierung

Normalie / Plan



Quelle: Ribbert AG, Maienfeld, verändert

### Projektierungsablauf:

- (1) Innerhalb der Rutschfläche bei typischen Geländesprüngen Querprofile erstellen, jedoch min. 3 Profile.
- (2) Plausible Annahme der Gleitfläche, unter Umständen können Rammprofile erstellt werden. Rammprofile ergeben jedoch nur in Gebieten mit feinkörnigem Material gute Resultate.
- (3) Längsprofil entlang des gewünschten Wandverlaufes aufnehmen und daraus die nötige Wandhöhe bestimmen.

Tragwerksanalyse -

Bemessung Die Berechnungen der Pfahlabstände, Bohrlängen und Ankerbemessung erfolgt durch die ausführende Firma.

Ø Kosten pro Einheit 1500 – 2500 Fr./lfm inkl. Hinterfüllung und Wiederherstellung des Strassenoberbaus

Stark abhängig von der Wandhöhe, der Verwendbarkeit des Materials vor Ort für die Hinterfüllung und der Zugänglichkeit für den Materialtransport

- Tun und Vermeiden
- Die Querprofile sollen berg- und talseits deutlich über das Strassenprofil hinausgehen, um allfällige Rückschlüsse auf die Gleitfläche ziehen zu können.
  - Bei erkanntem Hangwasser sofortige Entwässerungsmassnahmen einleiten und diese bei der Planung der Wand miteinbeziehen (Wasserdurchlässe in der Wand miteinplanen).
  - Larssenhöhe über der endgültigen Fahrbahn von Anfang klar bekanntgeben.



(Larsen mit Strassenniveau bündig für Entwässerung über Schultern oder  
Schneeräumung. Larsen ev. höher als Strassenniveau für mehr  
Fahrsicherheit.)

- Ausführendes Unternehmen früh in die Projektierung miteinbeziehen.



## Materialien

Namen	- Larssen (div. Profile je nach statischen Anforderungen), Pfähle aus Eisenbahnschienen oder Stahlprofilen (je nach statischen Anforderungen), Seilanker (Ø je nach statischen Anforderungen)
NPK Kapitel / Position	Materiallieferung: NPK 214.62X.XXX und NPK 214.67X.XXX Montage: NPK 214.72X.XXX und NPK 214.77X.XXX
Mindestanforderungen	- Materialnachweise für die verankerte Pfahlwand werden nach den geltenden SIA-Normen bestimmt – statischer Nachweis einfordern. - Das Hinterfüllungsmaterial kann meist vor Ort gewonnen werden. In Spezialfällen, z.B. bei stark bindigen Böden, Schneeräumung und ungünstiger Exposition, sollte das direkte Hinterfüllungsmaterial höhere Anforderungen bezüglich Frostsicherheit (G2 nach SN 670 140b) erfüllen und muss zugeführt werden.
Verarbeitung Tipp	-
Ø Menge pro Einheit	Je nach Grösse und Dimensionierung der verankerten Pfahlwand

## Mittel

Maschinen	Schreitbagger mit Bohrlafette
Geräte	Mörtelmischer und -pumpe, Schweissanlage, Wassertank und -pumpe, div.

## Installation

	<ul style="list-style-type: none"><li>- Im Prinzip herrschen dieselben Bedingungen wie im Lawinenverbau.</li><li>- Zugänglichkeit mit Schreitbagger für die Bohrarbeiten muss gegeben sein.</li><li>- Werden die Pfähle mit Stahlrohren ausgebildet, können die Bohrungen mittels Lawinenbohrgerät erfolgen.</li></ul>
Absteckung	Die Absteckung des genauen Wandverlaufes erfolgt zusammen mit dem ausführenden Unternehmer. Dabei werden die Positionen der Pfähle mit Stahlstäben markiert.
Erdarbeiten	Die Erdarbeiten werden meist an eine lokal ansässige Bauunternehmung vergeben.  Als Erdarbeiten kann je nach Situation die Ausbildung eines Rohplanums (Wandfundament), einer Baupiste, usw. anfallen.  Nach dem Bau der verankerten Pfahlwand gilt es diese zu hinterfüllen und den neuen Strassenkörper wieder auszuformen.
Arbeitsschritte	<ol style="list-style-type: none"><li>(1) Bohren und Versetzen der bergseitigen Seilanker</li><li>(2) Bohren und Versetzen der vertikalen Pfähle</li><li>(3) Ausfachen der Pfahlabstände mit Wandelementen (Larssen, o.ä.) und Anbringen der bergseitigen Seilanker an die Pfähle</li><li>(4) Hinterfüllen und Ausbilden des Strassenkörpers</li></ol>
Tun und Vermeiden	Während den Arbeiten ist darauf zu achten, dass sich hinter der Wand kein Wasserstau bilden kann. Dies ist insbesondere bei der Ausfachung mit Stahl-Larssen wichtig.  Bei Wasseraufkommen ist eine saubere Entwässerung einzurichten.
Abschlussarbeiten	Folgende Abschlussarbeiten könnten ausgeführt werden: <ul style="list-style-type: none"><li>- Montage eines Zaunes oder Geländers (SN 640 568, bfu Sicherheitsdelegiertenhandbuch)</li><li>- Montage einer Gabionenverkleidung (optische Aufwertung – Patentiert durch Ribbert AG)</li><li>- Pflanzungen von Weiden und Erlen</li></ul>



## Sicherheit

### Besonders zu beachtende Sicherheitsaspekte:

- |                                     |  |   |
|-------------------------------------|--|---|
| immer                               | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ <b>9 lebenswichtige Regeln</b> für den Verkehrsweg- und Tiefbau (SUVA Publikation 88820)</li><li>▪ <b>Notfallplanung</b> (SUVA Publikation 67061)</li><li>▪ <b>Arbeitsvorbereitung (AVOR)</b> (SUVA Publikation 67124)</li></ul> |   |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <b>Naturgefahren, Gebirge</b> (SUVA Publikation 33019, 67154)  | <input checked="" type="checkbox"/> <b>Absturz am Arbeitsplatz inkl. Zugang</b> (SUVA Publikation 33016, 44002) |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <b>Maschineneinsatz</b> (SUVA Publikation 67041, 67039, 67161, 1574)   | <input checked="" type="checkbox"/> <b>Graben und Baugruben</b> (SUVA Publikation 67148)                        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <b>Strom auf der Baustelle</b> (SUVA Publikation 67081, 67092)   | <input checked="" type="checkbox"/> <b>Zusammenarbeit mit Fremdfirmen</b> (SUVA Publikation 66092/1)            |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <b>Verkehr und Infrastruktur</b> (SN 640886)   | <input type="checkbox"/> <b>Waldarbeiten</b> (SUVA Publikation 84034)   |

## Werterhalt

laufend

Jährliche Kontrollen der Verankerungspunkte (Stahlseile). Beschädigungen und Korrosion können gut erkannt werden, da die zu kontrollierenden Punkte von aussen sichtbar sind.

periodisch

Bei verankerten Pfahlwänden mit Stahllarssenausfachung sind bis heute noch keine nennenswerten Unterhaltsarbeiten nötig gewesen.

Bei verankerten Pfahlwänden mit Rundholzausfachungen sind die Holzteile bei starken Fäulniserscheinungen auszutauschen. Ihr Einsatz ist daher auf temporäre Dauer zu beschränken.

## Rückbau

-

### Weiterführende Literatur:

Ehrbar, R. 1986: Sanierung von Strassenrutschungen mit verankerten Kleinbohrpfählen, Bündner Wald 39 Jg, Nr. 7. (siehe Downloadbereich [www.fobatec.ch](http://www.fobatec.ch))

### 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



## Bildergalerie (Bilder Ribbert AG, Maienfeld; Rolf Ehrbar, Rieden, verschiedene Baustellen)



Abbildung 1: Sofortige Entwässerungsmassnahmen



Abbildung 2: Projektierung



Abbildung 3: Lage der Wandsohle bestimmen



Abbildung 4: Markierte Positionen der Bohrlöcher



Abbildung 5: Bohrarbeiten für vertikale Pfähle



Abbildung 6: Bohrarbeiten von Baupiste aus



Abbildung 7: Bohrarbeiten vom bestehendem Strassenkörper



Abbildung 8: Montage der Ausfachung (Larssen)



Abbildung 9: Montage der Ausfachung (Larssen) und der Rückverankerung



Abbildung 10: Ablängen der vertikalen Pfähle



Abbildung 11: Gabionenverkleidung zur optischen Aufwertung (Patentiert durch Ribbert AG)



Abbildung 12: Hinterfüllung der verankerten Pfahlwand



Abbildung 13: Montage von Bündnerzaun-Pfosten



Abbildung 14: Neu ausgebildeter Strassenkörper



## Paroi ancrée, Gommiswald (SG)

### Système de retenue pour assainir une zone de glissement

- Le corps de glissement est stabilisé par des pieux profondément fondés et ancrés dans le sol.
- Le profil de la route rétabli est soutenu par le mur ancré



Figure 1: Paroi ancrée Gommiswald

### Informations générales

Lieu d'implantation :	Gommiswald (SG), (2°7'22'490/1°23'2'520)
Maître d'ouvrage :	Commune de Kaltbrunn
Direction du projet :	Waldregion 4, Rolf Ehrbar
Planification et direction des travaux :	Waldregion 4, Rolf Ehrbar
Exécution des travaux :	Ribbert AG, Maienfeld, Michael Amann
Année de construction :	2014

### Fonctions / limitations

La paroi de pieux ancrés permet d'assainir des routes qui ont glissé, mais aussi des glissements de terrain. Le corps glissant est stabilisé par les pieux forés à injection verticaux et les ancrages latéraux. Les pieux verticaux sont sécurisés par un ou plusieurs ancrages latéraux, en fonction de la hauteur. Le remplissage entre les différents pieux peut être réalisé avec des éléments métalliques (palplanches) ou en bois (madriers ou rondins), selon les exigences de durabilité. Le remblayage de la paroi de pieux ancrés permet de reconstituer le corps de la route. En cas de glissement de terrain, une ou plusieurs lignées de parois ancrées permettent de retrouver la pente initiale du talus.

Les parois de pieux ancrés peuvent être construites jusqu'à une hauteur libre d'environ 5 mètres. Pour le terrassement ou le forage de pieux verticaux, il est nécessaire de pouvoir accéder avec une pelle araignée.

Pour la stabilisation de glissements de terrain, on peut utiliser des pieux verticaux de plus petit diamètre (par exemple d'anciennes tiges de forage), ce qui permet de réaliser le forage à l'aide d'une foreuse à avalanches.

### Prérequis géotechniques

Les exigences relatives au sol de fondation sont très faibles. La fondation des pieux et des ancrages doit impérativement s'étendre dans des horizons stables sous et derrière la surface de glissement, mais pas obligatoirement dans la roche. Le sol doit être apte à l'injection pour que la liaison entre le corps d'injection





et le sol puisse se former de manière optimale. L'expérience montre que cette condition est également remplie dans les sols plastiques.

Pour que le système de la paroi de pieux ancrés puisse fonctionner, il faut que le sol devant la paroi soit stable, de sorte que les pieux ne soient pas mis à nu par des glissements. C'est pourquoi la semelle pour la construction du mur doit être creusée suffisamment profondément.

## Lois / Normes

Normes :

- Composants de paroi : SIA 260, SIA 261, SIA 267 / SIA 267/1
- Matériau de remblayage : SN 670 140

## Planification

Profil type / Plan

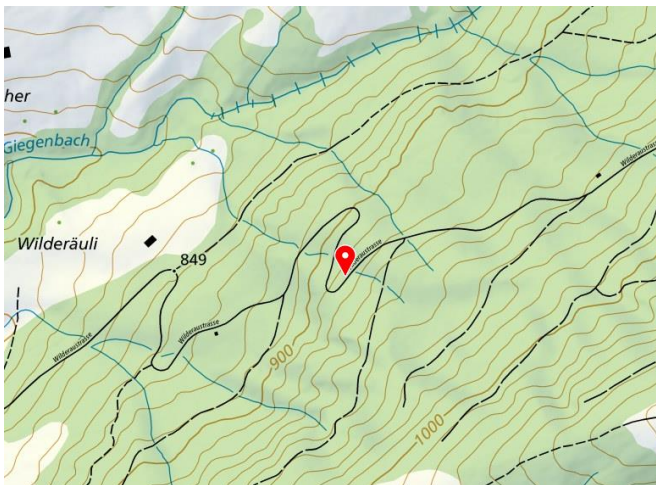


Figure 2: Situation du chantier

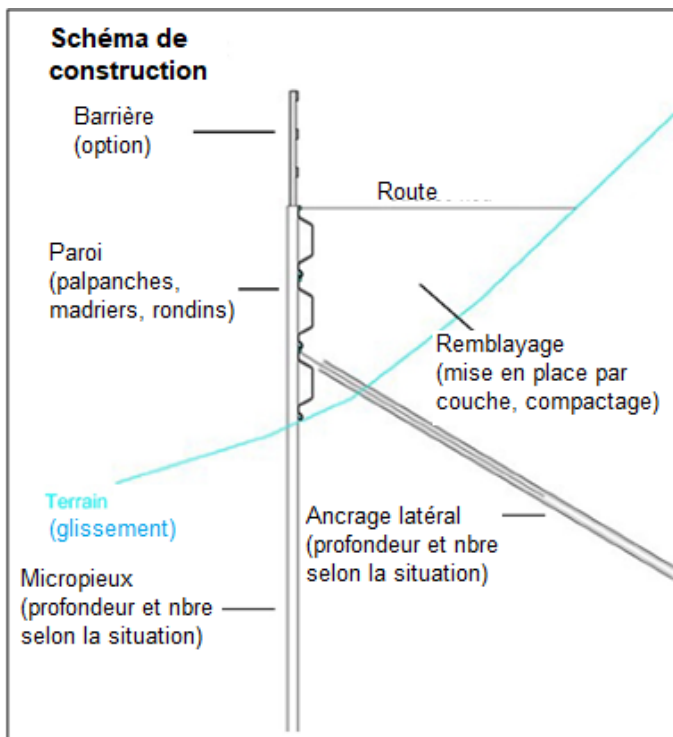


Figure 3: Schéma de construction (Ribbert AG, Maienfeld, modifié)



## Analyse structurelle :

### Dimensionnement

- (1) Réaliser des profils en travers dans la surface de glissement pour les configurations typiques, mais au moins 3 profils.
- (2) Hypothèse plausible de la surface de glissement, dans certaines circonstances, des profils de battage peuvent être établis. Toutefois, les profils de battage ne donnent de bons résultats que dans les zones où le matériau est fin.
- (3) Prendre un profil longitudinal le long de la paroi souhaitée et en déduire la hauteur de paroi nécessaire.

Les calculs des distances entre les pieux, les longueurs de forage et le dimensionnement des ancrages sont effectués par l'entreprise exécutive.

### Ø Coûts unitaires

1500 - 2500 CHF/m', y compris remblayage et remise en état de la superstructure de la route

Fortement dépendant de la hauteur de la paroi, de la possibilité d'utiliser le matériau sur place pour le remblayage et de l'accessibilité pour le transport des matériaux.

### A faire / à éviter

- Les profils en travers doivent dépasser nettement le profil de la route en amont et en aval, afin de pouvoir tirer d'éventuelles conclusions sur la surface de glissement.
- En cas d'eau de pente identifiée, prendre des mesures de drainage immédiates et en tenir compte lors de la planification de la paroi (prévoir des passages d'eau dans la paroi).
- Annoncer clairement dès le début la hauteur de la paroi souhaitée par rapport à la chaussée définitive. Paroi au même niveau que la route pour une évacuation des eaux directe ou pour permettre le déneigement. Paroi éventuellement plus haut que le niveau de la route pour une meilleure sécurité.
- Impliquer l'entreprise de construction dès le début de l'élaboration du projet.

## Matériaux

### Désignation

#### **Pieux et ancrage :**

- Pieux en rails de chemin de fer ou en profilés d'acier (selon les exigences statiques), ancrage de câble (Ø selon les exigences statiques)

#### **Paroi :**

- Palplanches (div. profils selon les exigences statiques),
- Madrier ou rondins

### Chapitre CAN / rubrique

- Livraison du matériel : CAN 214.62X.XXX et CAN 214.67X.XXX
- Montage : NPK 214.72X.XXX et NPK 214.77X.XXX

### Exigences minimales

- Les justificatifs de matériaux pour la paroi de pieux ancrés sont déterminés selon les normes SIA en vigueur - exiger un justificatif statique.
- Le matériau de remblayage peut généralement être extrait sur place. Dans des cas spéciaux, par exemple en cas de sols très



cohésifs, de déneigement et d'exposition défavorable, le matériau de remblayage direct devrait répondre à des exigences plus élevées en matière de résistance au gel (G2 selon SN 670 140b) et doit être acheminé.

Conseils de mise en œuvre -

Ø Quantité par unité Selon la taille et les dimensions de la paroi de pieux ancrés

## Inventaire

Machines et engins Pelle araignée avec support de forage, machine pour compactage, Mélangeur et pompe à mortier, installation de soudage.

## Installation

- En principe, les conditions sont les mêmes que pour les ouvrages paravalanches.
- L'accessibilité avec une pelle araignée pour les travaux de forage doit être assurée.
- Si les pieux sont formés avec des tubes en acier, les forages peuvent être effectués à l'aide d'une foreuse à paravalanche.

## Exécution

Piquetage Le piquetage du tracé exact du mur est réalisé en collaboration avec l'entrepreneur chargé de l'exécution. Pour ce faire, les positions des pieux sont marquées avec des barres d'acier.

Fouilles Les travaux de terrassement peuvent être confiés à une entreprise de construction locale.

Selon la situation, les travaux de terrassement peuvent consister en la réalisation d'une plate-forme brute (fondation de paroi), d'une piste d'accès.

Après la construction de la paroi de pieux ancrée, il s'agit de la remblayer et de former à nouveau le nouveau corps de la route.

Phases de travail (1) Forage et pose des ancrages de câbles  
(2) Forage et pose des pieux verticaux  
(3) Remplissage de l'espace entre les pieux avec des éléments de paroi (palplanches, etc.) et fixation des ancrages de câbles côté amont sur les pieux.

(4) Remblayage et formation du corps de la route

A faire / à éviter

- Pendant les travaux, il faut veiller à ce qu'aucune accumulation d'eau ne puisse se former derrière la paroi. Ceci est particulièrement important pour le remplissage avec des larmiers en acier.
- En cas de présence d'eau, il convient de mettre en place un système de drainage propre.



## Sécurité

### Aspects sécuritaires à respecter impérativement :

- |                                     |  |                                     |   |
|-------------------------------------|--|-------------------------------------|---|
| Toujours                            | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ <b>Neuf règles vitales pour le génie civil et les travaux publics</b> (Publication SUVA 88820.F)</li><li>▪ <b>Plan d'urgence</b> (Publication SUVA 67061.F)</li><li>▪ <b>Préparation du travail</b> (Publication SUVA 67124.F)</li></ul> |                                     |   |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <b>Dangers naturels, montagne</b> (Publication SUVA 33019, 67154)  | <input checked="" type="checkbox"/> | <b>Chutes au travail</b> (Publications SUVA 33016, 44002)                                   |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <b>Machines</b> (Publications SUVA 67041, 67039, 67161, 1574)  | <input checked="" type="checkbox"/> | <b>Fouilles et terrassements</b> (Publication SUVA 67148)                                   |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <b>Electricité sur les chantiers</b> (Publications SUVA 67081, 67092)  | <input checked="" type="checkbox"/> | <b>Collaboration avec les entreprises tierces</b> (Publication SUVA 66092/1)                |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <b>Trafic et infrastructures</b> (SN 640886)   | <input type="checkbox"/>            | <b>Travaux forestiers</b> (SUVA Publication 84034)  |
| <input type="checkbox"/>            | <b>Neuf règles vitales pour le personnel au sol des aires de manœuvre d'hélicoptère</b> (Publication SUVA 88819)   | <input type="checkbox"/>            | <b>Travaux de construction au bord, dans ou au-dessus de l'eau</b> (Publication SUVA 67153) |

## Entretien

### Opérationnel

Contrôles annuels des points d'ancrage (câbles en acier). Les dommages et la corrosion peuvent être facilement détectés, car les points à contrôler sont visibles de l'extérieur.

### Constructif

Les parois de pieux ancrés avec remplissage en palplanches n'ont jusqu'à présent pas nécessité de travaux d'entretien notables.

Pour les parois de pieux ancrés avec des remplissages en rondins, les pièces de bois doivent être remplacées en cas de pourriture importante. Leur utilisation doit donc être limitée à des durées temporaires.

## Démolition

-

### Littérature complémentaire :

Ehrbar, R. 1986: Sanierung von Strassenrutschungen mit verankerten Kleinbohrpfählen, Bündner Wald 39 Jg, Nr. 7. (siehe Downloadbereich [www.fobatec.ch](http://www.fobatec.ch))

### Clause de non-responsabilité :

La présente documentation résulte du déroulement d'un projet et d'un chantier réel. Elle peut être utile aux planificateurs et exécutants (utilisateurs) comme base de réflexion et de test pour leurs propres solutions techniques pour des ouvrages remplissant une fonction similaire. Cette documentation a fait l'objet d'un soin tout particulier, elle ne peut toutefois être exempte de fautes ou d'erreurs. Elle ne peut en aucun cas constituer, de manière implicite ou explicite, une base pour un projet. Le centre pour le génie forestier et l'auteur du projet initial (ayant servi de base à la documentation) déclinent toute responsabilité pour les projets ou réalisations faisant référence à toute ou partie de la présente documentation. Lors de l'utilisation des informations contenues dans cette documentation pour des besoins propres, toutes les normes et règles de l'art sont à appliquer et les données contenues dans la documentation sont à vérifier et adapter par l'utilisateur aux circonstances locales du projet. L'utilisation d'informations contenues dans la documentation se fait aux risques de l'utilisateur. En particulier, le centre pour le génie forestier et l'auteur du projet déclinent toute responsabilité pour des dégâts résultant de la reprise sans vérification des informations et des calculs contenus dans cette documentation par l'utilisateur.



Images (Sources : Ribbert AG, Rolf Ehrbar, divers chantiers)



Figure 4: Mesures immédiates d'évacuation des eaux



Figure 5: Élaboration de projet



Figures 6, 7 & 8 : G : Déterminer la position de la semelle de la paroi ; M : Positions marquées des trous de forage ; D : Travaux de forage pour des pieux verticaux



Figure 8 : Travaux de forage à partir de la piste de construction



Figure 9 : Travaux de forage à partir de la route existante



Figure 10 : Montage du remplissage (palplanches)



Figure 11 : Mise en place du remplissage et de l'ancrage arrière



Figure 12 : Tronçonnage des pieux verticaux



Figure 13 : Revêtement en gabions pour une valorisation optique (breveté par Ribbert AG)



Figure 13, 14 & 15 : G : Remblayage de la paroi de pieux ancrés ; M : Montage de poteaux de barrière ; D : Corps de chaussée nouvellement aménagé