



Rundholzhürde, Cerniat

Version française

Starres Auffangsystem zum Rückhalt von Steinschlagmaterial

- Rückhalt von Steinschlagmaterial im niedrigen Energiebereich, d.h. rollende Steine kleiner Kubaturen
- Schmäler Werktyp, welcher sich speziell an talseitigen Strassenböschungen anbietet oder direkt unterhalb des Entstehungsgebietes (bevor die Steinbewegung vom Rollen ins Springen übergeht)
- Kann auch zur Erweiterung der wirksamen Werkhöhe bestehender Verbauungen genutzt werden (bspw. Damm)



Rundholzhürde in Cerniat (FR)

Ausführungsort Bsp. / Planer

Ausführungsort: Cerniat (FR), Bois du Devin (2 578 460 / 1 165 130)

Bauherrschaft: Commune Val-de-Charmey, 1637 Val-de-Charmey

Projekt, Bauleitung: pbplan AG, 1716 Plaffeien; Beat Philipona, Dipl. Forsting. ETH

Idee: pbplan AG, Plaffeien und Herzog, Forsttechnik AG, 1719 Zumholz

Ausführung: Charrière Frères, 1654 Cerniat

Baujahr: 2015

Funktion / Anwendungsgrenzen

Die Rundholzhürden bestehen aus zwei Stahlträgerprofilen mit eingelegten Rundhölzern. Sie sollen rollende Steine stoppen bevor sie in springende Bewegungsformen übergehen und zwar indem sie an entsprechenden Orten erstellt werden; bspw. unterhalb des potentiellen Entstehungsgebiets oder an talseitigen Kanten von Geländeabflachungen. Deshalb bieten sich speziell talseitige Böschungskanten von Forststrassen an oder aber auch als zusätzliche Erhöhung eines bereits bestehenden Werkes (bspw. ein zu klein dimensionierter Damm kann mit dem hier vorgestellten Bauwerk einfach, effektiv und günstig erhöht werden).

Die Rundholzhürden bieten sich nur in Prozessgebieten mit kleinen Kubaturen bzw. niedrigen aufkommenden Energien an.

Im Gegensatz zu Steinschlagnetzen brauchen die Rundholzhürden keine seitliche Abspannung, was platzsparend ist, aber sie können grundsätzlich aufgrund der zu verbauenden Energien oft nicht als Alternative zu Netzen verwendet werden.

Verfaulende oder beschädigte Rundhölzer können einfach und schnell ersetzt werden. Bei (forstlichen) Arbeiten auf der Strasse können allenfalls störende Rundhölzer schnell raus- und nach Abschluss der Arbeiten wieder hineingehoben werden, was sich auf die Effizienz auswirkt.

Voraussetzungen Baugrund

Keine besonderen, jedoch ist das Bohren im Fels aufwändig und verteuert entsprechend das System. Weiter besteht an der luftseitigen Austrittsstelle aus dem Fels eine Schwachstelle, an welcher erhöhte Bruchgefahr beim Stahlprofil auftritt, da der Fels keine (kaum) Plastizität (keine Federung) aufweist (v.a. wenn das Werk in Fels eingegossen wurde). Daher ist das Versetzen der Stahlträger in eine Schicht von 1 – 1.5 m Lockermaterial von Vorteil.

Wenn gar kein Wissen bezüglich lokaler Verhältnisse vorhanden ist, sind allenfalls Sondierungen nötig.

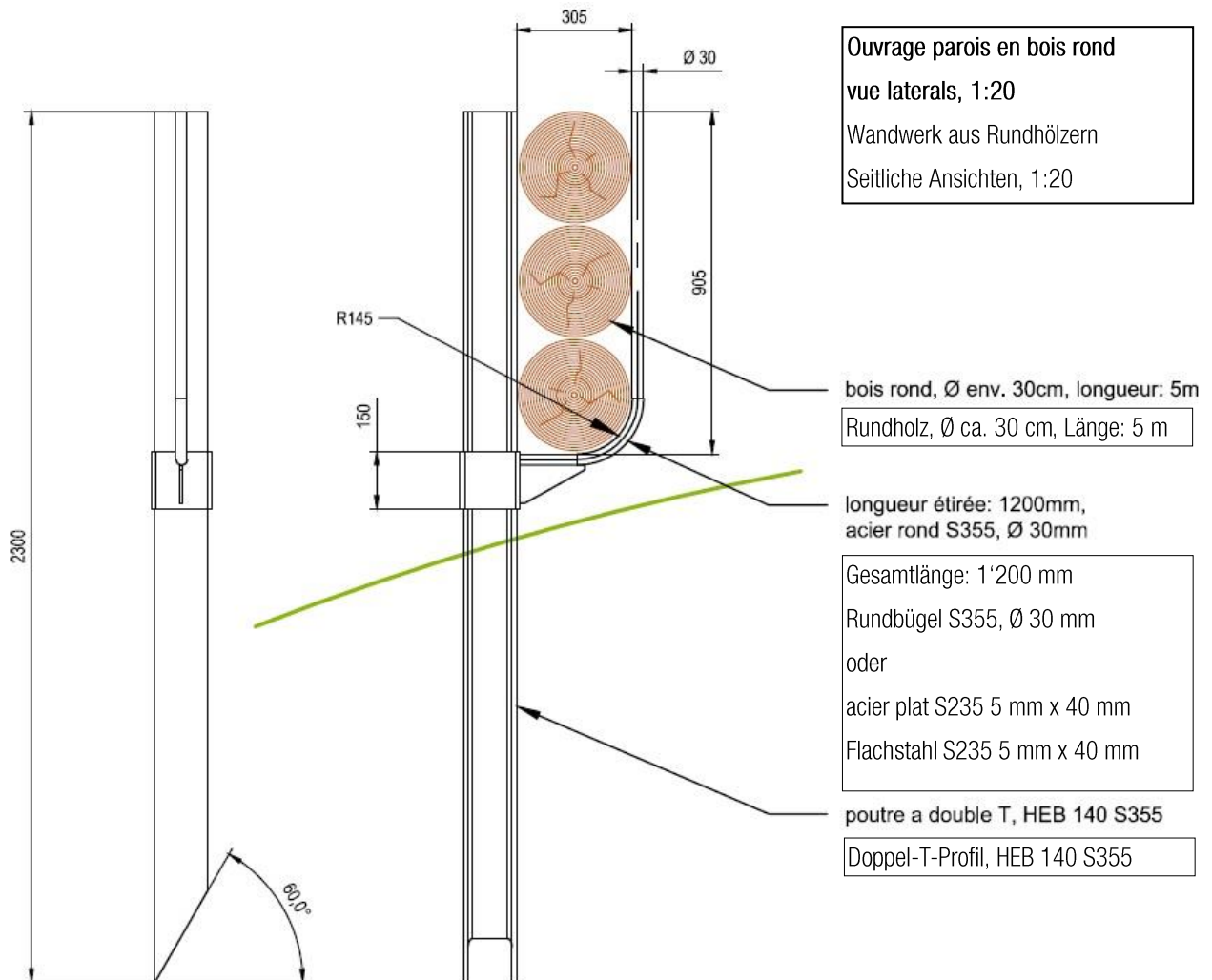
Gesetze / Normen

Im vorliegenden Projekt wurde auf vorhandenes Erfahrungswissen zurückgegriffen.

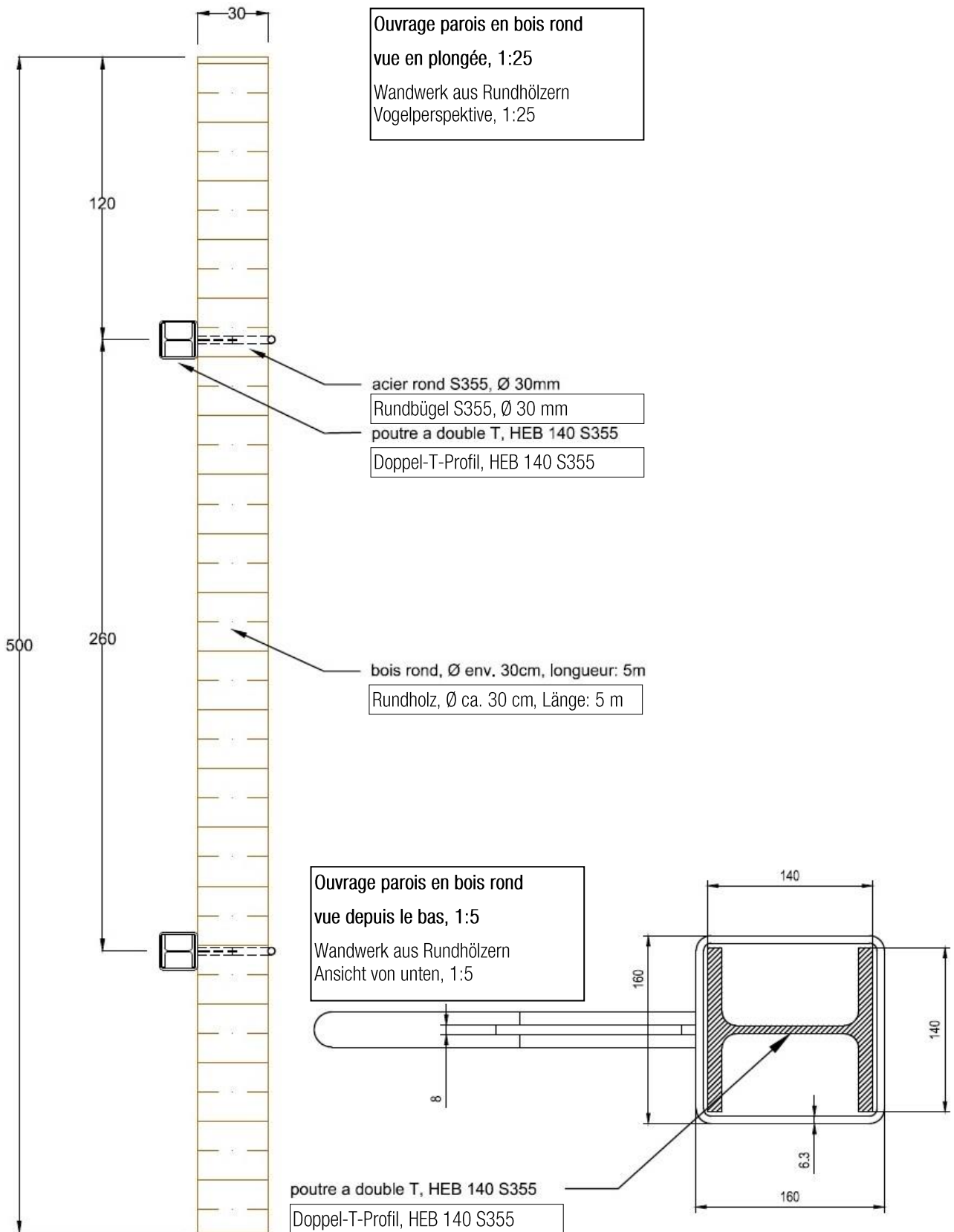


Projektierung

Normalie / Plan



Quelle: pbplan AG 2014, Auszug: Protection contre les chutes de pierres; Route de Cerniat et bois du Devin; Profils type (verändert); nicht massstabsgetreu



Quelle: pbplan AG 2014, Auszug: Protection contre les chutes de pierres; Route de Cerniat et bois du Devin; Profils type (verändert); nicht massstabsgetreu



Tragwerksanalyse	Die Rundholzhürde ist entsprechend den auftretenden Energien der aufprallenden Steine und deren Bewegungen innerhalb des potentiellen Prozessgebietes zzgl. eines Sicherheitsfaktors zu bemessen (Steingrösse, Prozessbewegung, Sprunghöhen, Distanz und Höhenunterschied zum Entstehungsgebiet).
Bemessung	Im vorliegenden Projekt wurde auf vorhandenes Erfahrungswissen zurückgegriffen. Da am Erstellungsort nur mit rollenden Steinbewegungen und keinen oder nur geringen Sprunghöhen zu rechnen ist, konnte die Rundholzhürde auf eine Höhe von gut 1 m bemessen werden. Die Steingrösse spielt eine untergeordnete Rolle, es geht vordergründig um die auftretenden Energien. Diese liegen markant unter 100 kJ liegen, wobei die drei Rundhölzer mit \varnothing 30 cm genügend stark für diese Belastung sind.
Ø Kosten pro Einheit	Rund 200.- CHF/lfm
Tun und Vermeiden	Möglichst geradstämmiges Holz verwenden, da sonst viel Zeit für das Zurechtschneiden benötigt wird. Das Berücksichtigen von lokalem, einheimischem Holz wird empfohlen. Geeignete Lieferanten für geradstämmige Eichen oder Edelkastanien sind relativ schwierig zu finden Falls auf lange Distanzen verbaut werden muss, sollte alle 30 – 40 m ein Wildtierkorridor freigehalten werden, d.h. entweder eine Aussparung einplanen oder die Werkreihen seitlich versetzen, damit die Wildtiere nach unten und nach oben passieren können (v.a. bei steilen Böschungen wichtig).

Materialien

Namen	Rundholz, \varnothing 25 – 30 cm, 5 m Länge aus möglichst dauerhaftem und witterungsbeständigem Holz in geradstämmigem Wuchs (Edelkastanie, Eiche, Robinie, Lärche). Im vorliegenden Projekt wurde mit Weisstanne ein lokales Holz verwendet, welches zwar nicht dieselbe Dauerhaftigkeit aufweist, dafür aber schnell, einfach und günstig ausgetauscht werden kann. Stahlträger im H-Profil: HEB 140 (quadratisches H-Profil, 140 mm Seitenlänge) S355 (Zugfestigkeit); angespitzt (60°) Stahlrohrrahmen R145, Stärke 30 mm mit \varnothing 30 cm Rundbügel, 1'200 mm Länge und S355 Vierkantrohre mit 6.3 mm Stärke und je 160 mm Seitenlänge (nur beim Schweißen) Allfälliges Schraubmaterial, falls nicht verschweisst wird
NPK Kapitel / Position	Einrichtungen und allg. Arbeiten: NPK 214.1XX.XXX Transporte und Materiallagerungen: NPK 214.3XX.XXX Materiallieferungen für Steinschlagverbau: NPK 214.6XX.XXX Montage für Steinschlagverbau: NPK 214.7XX.XXX
Mindestanforderungen	Holzeigenschaften wie oben erwähnt
Verarbeitung Tipp	Der Stahlbügel kann an das Vierkantrohr angeschweisst werden und über das Stahlprofil gestülpt werden. Mit einer kleinen Schweissnaht wird die gewünschte Höhe eingestellt (rund 900 mm vom oberen Ende des Stahlprofils gemessen). Wie hier im vorliegenden Projekt kann der Stahlbügel alternativ auch verschraubt werden. Dazu werden Löcher ins Stahlprofil gebohrt und die Stahlbügel mit Schrauben und Muttern befestigt (s. Photo in der Galerie)
Ø Menge pro Einheit	Zwei Stahlprofile mit je einem befestigten Rundbügel und drei eingelegte Rundhölzer pro 5 lfm

Mittel

Maschinen	Hebemaschine mit Kranarm und Greiferkopf (bspw. Fahr-/Standbagger) mit Schlaghammeraufsatz, Rundholztransporter (bspw. LKW)
Geräte	Holzereiausrüstung; allenfalls Schweissgerät

Installation

Grundsätzlich ist kein Installations- oder Depotplatz notwendig, was jedoch projektabhängig ist. Die Stahlprofile brauchen wenig Platz und die Rundhölzer können, wie im vorliegenden Projekt, nach dem Versetzen der Stahlprofile direkt vom Holz-LKW eingelegt werden. Dies bedingt jedoch die entsprechende Nähe zu einer (forstlichen) Erschliessung.

Allenfalls Steinschlagschutz und Verkehrsführung.



Ausführung

Absteckung	Markierung der Positionen der Stahlträger entsprechend der Bemessung (alle 5 m beginnt ein neues Werk, wobei alle 2.4 – 2.5 m die Stahlträger stehen und zwischen den Stahlträger des einzelnen Elements 2.6 m Abstand besteht)
Erdarbeiten	Grundsätzlich keine nötig; ev. grosse Geländeunebenheiten etwas ausgleichen (unterstes Rundholz sollte mind. 10 cm Abstand zum Boden haben, das sonst die Dauerhaftigkeit leiden könnte)
Arbeitsschritte	<ol style="list-style-type: none">(1) Absteckung und Markierung der Positionen der Stahlträger(2) Versetzen der Stahlprofile(3) Anschweissen oder Anschrauben der Bügel(4) Einlegen der Rundhölzer (allenfalls mit Motorsäge einpassen)
Tun und Vermeiden	Erfahrung des Maschinisten Sauberes und winkeltreues versetzen der Stahlprofile; senkrecht und korrekt ausgerichtet Im vorliegenden Projekt wurde ein spezifisches Bagger-Aggregat konstruiert, um die Stahlprofile sauber und effizient eintreiben zu können. Augenmerk auf den Abstand zwischen Holz und Boden: Dieser sollte min. 10 cm betragen, damit das Holz durch die Bodenfeuchte (ev. Wechselfeuchte) nicht in seiner Dauerhaftigkeit eingeschränkt wird.
Abschlussarbeiten	-
Sicherheit	Besonders zu beachtende Sicherheitsaspekte:

- | | | | |
|-------------------------------------|--|-------------------------------------|---|
| immer | <ul style="list-style-type: none">▪ 9 lebenswichtige Regeln für den Verkehrsweg- und Tiefbau (SUVA Publikation 88820)▪ Notfallplanung (SUVA Publikation 67061)▪ Arbeitsvorbereitung (AVOR) (SUVA Publikation 67124) | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Naturgefahren, Gebirge (SUVA Publikation 33019, 67154) | <input type="checkbox"/> | Absturz am Arbeitsplatz inkl. Zugang (SUVA Publikation 33016, 44002) |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Maschineneinsatz (SUVA Publikation 67041, 67039, 67161, 1574) | <input type="checkbox"/> | Graben und Baugruben (SUVA Publikation 67148) |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Strom auf der Baustelle (SUVA Publikation 67081, 67092) | <input type="checkbox"/> | Zusammenarbeit mit Fremdfirmen (SUVA Publikation 66092/1) |
| <input type="checkbox"/> | Verkehr und Infrastruktur (SN 640886) | <input checked="" type="checkbox"/> | Waldarbeiten (SUVA Publikation 84034) |
| <input type="checkbox"/> | 9 lebenswichtige Regeln für das Helikopter-Bodenpersonal (SUVA Publikation 88819) | <input type="checkbox"/> | Arbeiten am, im oder über Wasser (SUVA Publikation 67153) |

Werterhalt

laufend	Sichtkontrollen und angesammeltes Steinschlagmaterial abführen
periodisch	Beschädigtes oder sich am Ende der Lebensdauer befindliches Holz kann durch neue Stämme ersetzt werden, die Stahlträger verbleiben im Boden. Je nach Holzart bzw. deren Eigenschaften, verändern sich die Unterhaltsperioden (Weisstanne 10 – 15 Jahre, Lärche 20 – 25 Jahre, Eiche, Kastanie und Robinie zum Teil auch länger). Im vorliegenden Projekt werden die zu ersetzenden Rundhölzer vor Ort mit einem Hacker zu Schnitzel verarbeitet und der thermischen Verwertung zugeführt. Damit wird das Holz entsprechend der Holzkaskadennutzung weiterverwertet.

Rückbau

Die Rundhölzer können thermisch verwertet werden und die Stahlträger müssen ausgerissen werden und können ev. wiederverwendet oder dem Altmittel zugeführt 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: pbplan AG, 2014)



Abbildung 1: Maschinelles Eintreiben der Stahlprofile in den Boden unter Kontrolle der Positionierung per Wasserwaage



Abbildung 2: Verschrauben als alternative Befestigungsmöglichkeit neben dem Schweißen



Abbildung 3: Fertiggestellte Rundholzhürden entlang der Erschliessung des Waldes „Le Dévin“, oberhalb der Ortschaft Cerniat (FR)



Paroi en rondins, Cerniat (FR)

Système rigide pour retenir les chutes de pierres

- Retenue de pierres avec faibles énergies (pierres en rotation, de petit diamètre)
- Type d'ouvrage étroit, qui peut être placé sur la banquette avale de routes
- Peut également être utilisé pour augmenter la hauteur effective des structures existantes (digue par exemple).



Paroi en rondins, Cerniat (FR)

Informations générales

Lieu d'implantation :	Cerniat (FR), Bois du Devin (2 578 460 / 1 165 130)
Maître d'ouvrage :	Commune Val-de-Charmey, 1637 Val-de-Charmey
Projet et direction des travaux :	pbplan AG, 1716 Plaffeien; Beat Philipona, Dipl. Forsting. ETH
Idee et conception :	pbplan AG, Plaffeien und Herzog, Forsttechnik AG, 1719 Zumholz
Exécution des travaux :	Charrière Frères, 1654 Cerniat
Année de construction	2015

Fonctions / limitations

Les parois de rondins sont constituées de deux profils DIN en acier avec des rondins directement glissés. Elles sont destinées à arrêter les pierres roulantes avant qu'elles ne commencent à rebondir en étant installés à des endroits appropriés, par exemple en dessous de la zone de déclenchement ou sur les bords aval des aplatissements de terrain. Les banquettes avales des chemins forestiers conviennent parfaitement. Le type d'ouvrage présenté ici peut constituer une élévation additionnelle d'une structure déjà existante (par exemple, une digue trop petite peut être surélevée facilement, efficacement et à moindre coût).

Ce système ne convient que dans les zones où les masses en mouvement sont de petites dimensions et présentent une énergie faible. Contrairement aux filets de protection contre les chutes de pierres, les parois en rondins ne nécessitent pas de contreventement latéral, ce qui implique un faible encombrement. Cependant contrairement aux filets, la capacité d'absorption d'énergie est faible (ouvrage fixe).

Les bois pourris ou endommagés peuvent être remplacés facilement et rapidement. En cas de travaux (forestiers) sur la route, les rondins gênants peuvent être rapidement enlevés et remis en place une fois les travaux terminés.

Prérequis géotechniques

Rien de particulier, mais le forage dans la roche est plus compliqué et rend le système plus coûteux. En outre, il existe un point faible au niveau de la sortie de la roche, où le risque de rupture du profilé en acier est accru, car la roche n'a pas de plasticité (pas d'effet de ressort, en particulier si le DIN a été bétonné dans la roche). Il est donc avantageux de placer les poutres en acier dans une couche de 1 à 1,5 m de matériau meuble.

Si aucune connaissance des conditions locales n'est disponible, des sondages sont recommandés.

Lois / Normes

Dans le présent projet, le système se base sur les connaissances empiriques existantes.

Planification

Profils type / Plan

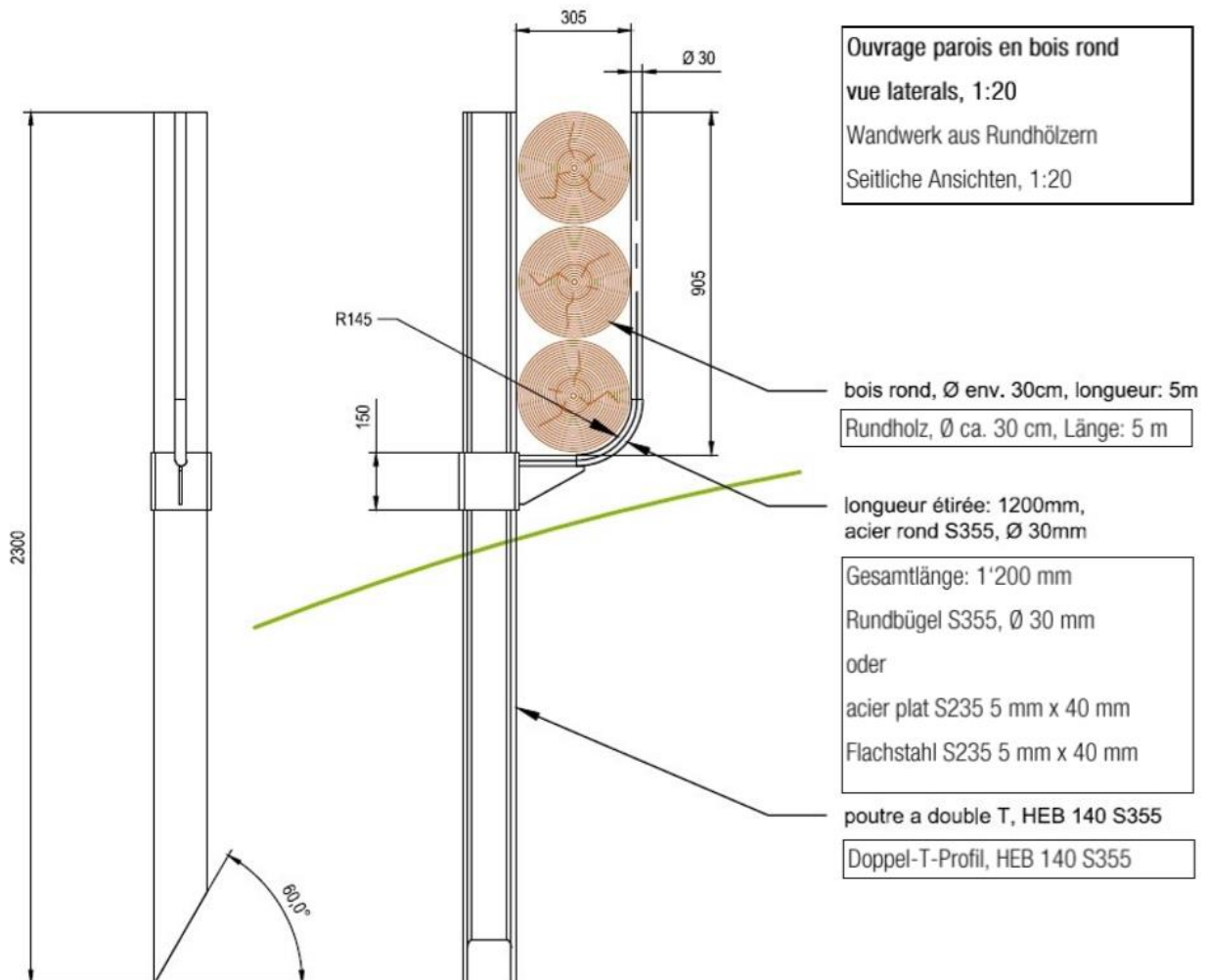


Illustration 2 : Source, pbplan AG 2014, Protection contre les chutes de pierres ; route de Cerniat et bois du Devin; Profils types (adapté, pas à l'échelle)

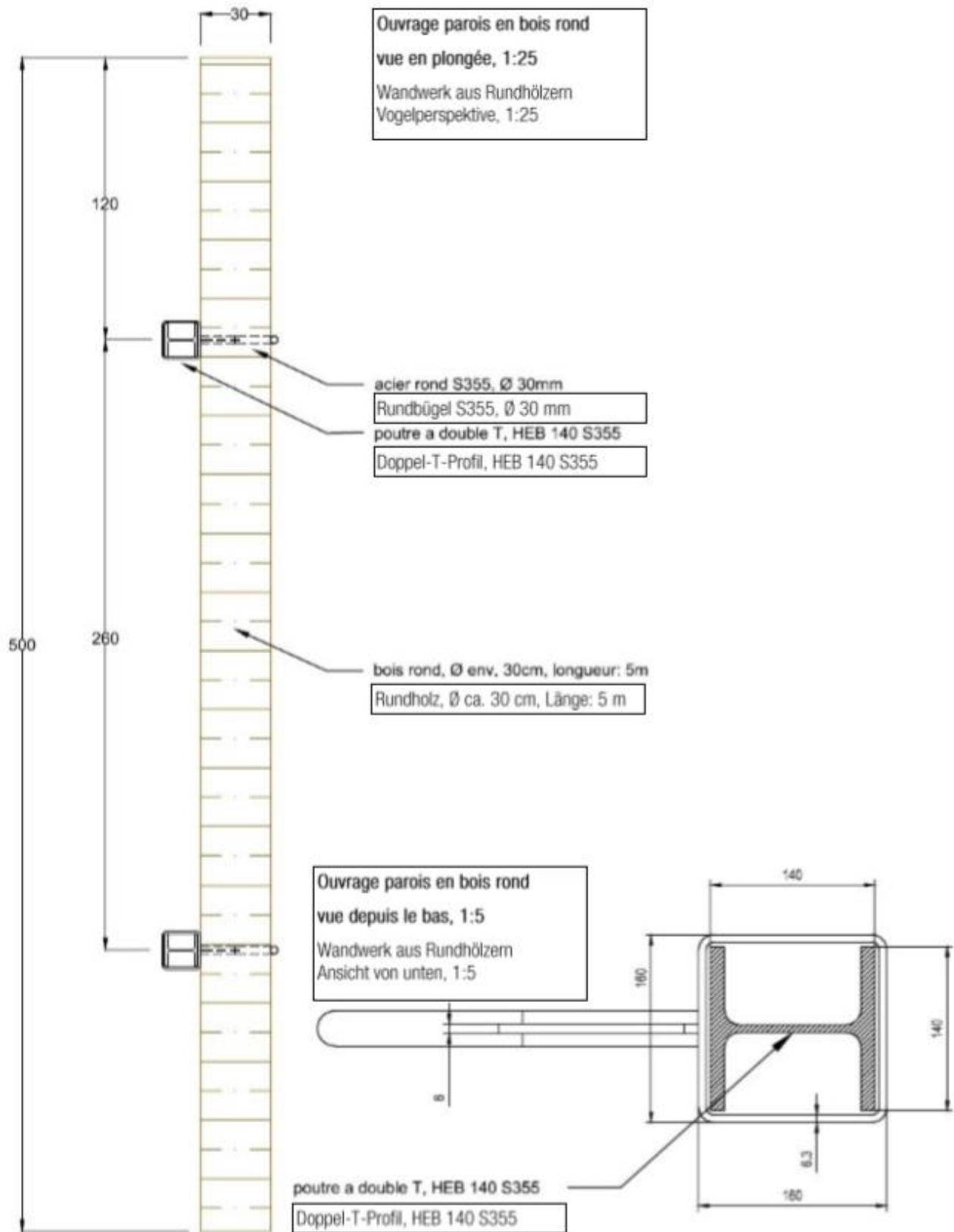


Illustration 3, source, pbplan AG 2014, Protection contre les chutes de pierres ; Route de Cerniat et bois du Devin; Profils type (adapté, pas à l'échelle)



Analyse structurelle	Modèle de la structure : La paroi en rondins doit être dimensionnée en fonction des énergies d'impact des pierres et de la hauteur de rebond, plus un facteur de sécurité (taille des pierres, mouvement du processus, hauteur des sauts, distance et différence de hauteur par rapport à la zone de décrochement).
Dimensionnement	Dans le présent projet, les connaissances empiriques existantes ont été utilisées. Étant donné qu'il ne faut s'attendre qu'à des mouvements de pierres roulantes et à des hauteurs de rebond faibles ou nulles sur le chantier, la paroi mesure 1 m de hauteur. La taille des pierres ne joue qu'un rôle secondaire, le principal facteur de dimensionnement étant l'énergie d'impact. Elles sont nettement inférieures à 100 KJ, ce qui implique qu'un diamètre de 30 cm est suffisant.
Ø Coûts unitaires	Coût de 200 CHF/mètre linéaire pour le gabarit du projet
A faire / à éviter	Utilisez si possible des rondins rectilignes, sinon il faut beaucoup de temps pour adapter les troncs. Il est recommandé d'utiliser du bois local. Il est relativement difficile de trouver des fournisseurs adéquats de chêne ou de châtaignier (rectitude). Si de longues distances doivent être construites, il faut laisser libre un corridor pour la faune tous les 30 à 40 m, c'est-à-dire qu'il faut prévoir une interruption ou déplacer latéralement les rangées d'ouvrages pour que la faune puisse passer de (particulièrement important sur les pentes raides).
Matériaux	
Désignation	Bois rond, Ø 25 - 30 cm, 5 m de long, en bois droit le plus durable et le plus résistant aux intempéries possible (châtaignier, chêne, robinier, mélèze). Dans le présent projet, on a utilisé du sapin blanc, un bois local qui, bien qu'il n'ait pas la même durabilité, peut être remplacé rapidement, facilement et à moindre coût. Poutre en acier en profilé en H : HEB 140 (profilé en H carré, longueur latérale 140 mm) S355 (résistance à la traction) ; pointu (60°) Cadre en acier tubulaire R145, épaisseur 30 mm avec des barres rondes de Ø 30 cm, longueur 1'200 mm et S355 Tubes carrés de 6,3 mm d'épaisseur et de 160 mm de côté (uniquement pour le soudage) / Visserie en remplacement de la soudure
Chapitre CAN / rubrique	Avalanches, chutes de pierres : Ouvrages de protection CAN 214 <ul style="list-style-type: none">- Installations et travaux généraux : CAN 214.1XX.XXX- Transport et stockage des matériaux : CAN 214.3XX.XXX- Fourniture de matériaux les pare pierres : CAN 214.6XX.XXX- Montage des pare pierres : CAN 214.7XX.XXX
Exigences minimales	Bois selon description ci-dessus
Conseils de mise en œuvre	Le support en acier carré peut être glissé sur le profilé en acier et soudé à la hauteur souhaitée (cf. plan). Ou comme dans ce projet, le support en acier peut être fixé à l'aide de boulons sur la poutre. Pour ce faire, des trous sont percés dans le support en acier (voir photo dans la galerie).
Ø Quantité par unité	Deux profils en acier avec chacun un support et trois rondins insérés par 5 mètres courants

Inventaire

Machines et engins Engin de levage avec bras de grue et pince (par exemple, pelle mécanique) avec marteau perforateur, transporteur de grumes (par exemple, camion). Equipement de forage si de la roche est présente.

Installation

En principe, aucun espace d'installation ou de dépôt n'est nécessaire, mais cela dépend du projet. Les profilés en acier prennent peu de place et les grumes peuvent, comme dans le présent projet, être insérées directement depuis le camion à bois après la pose des profilés en acier. Toutefois, cela nécessite d'être à proximité d'une desserte forestière. Si nécessaire, protection contre les chutes de pierres et gestion du trafic.

Exécution

Piquetage Marquage des positions des poutres métalliques selon le dimensionnement. Tous les 5 m, un nouvel ouvrage commence avec des poutres métalliques tous les 2,4 - 2,5 m et une distance de 2,6 m entre les poutres métalliques d'un même élément).

Fouilles En principe, pas de fouille. Eventuellement, compenser les grandes irrégularités du terrain (le rondin du fond doit avoir une distance d'au moins 10 cm par rapport au sol, sinon la durabilité pourrait en souffrir).

Phases de travail

1. Jalonnement et marquage des positions des poutres en acier
2. Mise en place des profilés en acier
3. Soudage ou vissage des étriers
4. Insertion des rondins (si nécessaire, entailler avec une tronçonneuse)

A faire / à éviter

- Comme souvent, l'expérience du machiniste est importante
- Mise en place propre des poutres d'acier ; vertical et correctement aligné
- Pour ce projet, un agrégat spécifique a été conçu pour enfoncer les sections d'acier de manière propre et efficace.
- Une attention particulière doit être accordée à la distance entre le bois et le sol : Celle-ci doit être d'au moins 10 cm, afin de ne pas favoriser la pourriture par l'humidité du sol.

Sécurité

Aspects sécuritaires à respecter impérativement :

Toujours	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Neuf règles vitales pour le génie civil et les travaux publics (Publication SUVA 88820.F) ▪ Plan d'urgence (Publication SUVA 67061.F) ▪ Préparation du travail (Publication SUVA 67124.F) 	
<input checked="" type="checkbox"/>	Dangers naturels, montagne (Publication SUVA 33019, 67154)	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Machines (Publications SUVA 67041, 67039, 67161, 1574)	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Electricité sur les chantiers (Publications SUVA 67081, 67092)	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Trafic et infrastructures (SN 640886)	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Neuf règles vitales pour le personnel au sol des aires de manœuvre d'hélicoptère (Publication SUVA 88819)	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input checked="" type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Chutes au travail (Publications SUVA 33016, 44002)

Fouilles et terrassements
(Publication SUVA 67148)

Collaboration avec les entreprises tierces (Publication SUVA 66092/1)

Travaux forestiers (SUVA Publication 84034)

Travaux de construction au bord, dans ou au-dessus de l'eau
(Publication SUVA 67153)

Entretien

Opérationnel Inspections visuelles et évacuation des matériaux accumulés.



Constructif

Le bois endommagé ou en fin de vie peut être remplacé par de nouvelles billes, les poutres en acier restent dans le sol. En fonction du type de bois et de ses propriétés, les périodes d'entretien varient (sapin blanc 10 à 15 ans, mélèze 20 à 25 ans, chêne, châtaignier et robinier parfois plus longtemps).

Démolition

Les rondins peuvent être recyclés thermiquement (utilisation en cascade) et les poutres en acier doivent être arrachées et peuvent éventuellement être réutilisées ou éliminées comme ferraille.

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: pbplan AG, 2014)



Illustration 4 : Enfonçage mécanique des poutres et contrôle de l'aplomb (niveau)



Illustration 5 : Fixation par boulonnage à la place de la soudure.



Illustration 6 : Paroi terminée