

Instandsetzung Grönweg, Sigriswil (BE)

Version française

Instandsetzung Forststrasse, teilweise in Grundwasserschutzzone

- Instandsetzung einer Forststrasse mit ungebundenem Oberbau
- Verschleisschichterenerueung mit Materialzufuhr
- Wegprofil hauptsächlich bombiert, in steilen Abschnitten (>10 %) mit einseitiger Querneigung und Querrinnen



Grönweg Sigriswil, ein Jahr nach den Instandsetzungsarbeiten

Ausführungsort Bsp. / Planer

Ausführungsort:	Grönweg, Sigriswil (BE) (2'622'950 / 1'172'734)
Bauherrschaft:	Forstbetrieb Sigriswil, Meiersmaadstrasse 24, 3657 Schwanden
Projektierung:	Ueli Rebmann, Praktikant Förster HF
Bauleitung:	Forstbetrieb Sigriswil
Projektrealisierung:	2017

Funktion / Anwendungsgrenzen

Forststrassen stellen den Zugang zum Wald und dessen forstliche Nutzung sicher. Sie sind das Rückgrat der modernen Holzernte und müssen eine hohe Tragfähigkeit aufweisen, damit die Holzabfuhr mittels LKW möglich ist. Um ihre Funktion langfristig erfüllen zu können, müssen Forststrassen regelmässig unterhalten werden. Durch die Instandsetzungsmassnahmen kann die Gebrauchstauglichkeit einer Forststrasse wesentlich verlängert werden und deren Ausgangszustand wieder erreicht werden. Dabei wird nichts an der Strassenkategorie geändert. Der Handlungsbedarf war aufgrund der zum Vorschein tretenden Tragschicht und der ungenügenden Profilierung sowie der Spurrillenbildung gegeben.

Die erschlossene Waldfläche durch die LKW (40 t) befahrbare Naturstrasse Grönweg beträgt 54 ha, davon sind 32 ha als Schutzwald nach NaiS 2005 ausgeschieden. Weiter erschliesst die Forststrasse Alpweiden und Wandergebiete.

Die Strasse hat eine totale Länge von 2'610 m (Strassenbreite 3.30 – 3.50 m), wobei 2'322 m mit ungebundenem Oberbau ausgeführt sind und 288 m mit gebundenem Oberbau. Die Massnahmen beziehen sich nur auf die Strasse mit ungebundenem Oberbau. Dabei wurden folgende Arbeiten ausgeführt:

- Ersetzen der Verschleisschicht durch Materialzufuhr
- Brechen, profilieren und verdichten der neuen Verschleisschicht
- Einbau von 11 neuen Querabschlägen
- Erstellen eines Durchlasses zur verbesserten Entwässerung sowie Reinigung der bestehenden Entwässerungsanlagen

Unterhaltsstrategie

Damit die Walderschliessung funktionstüchtig und ihr Betrieb effizient bleibt, sind Unterhaltsstrategien wichtig. Dabei ist darauf zu achten, die Forstwege im Bereich der guten Befahrbarkeit (bis minimal 70% der Qualität) zu erhalten. Eine Instandsetzung der Forststrasse ist auf alle Fälle vor der Endbefahrbarkeit durchzuführen. Der Forstbetrieb Sigriswil überarbeitet derzeit sein Unterhaltskonzept. Die Strassen werden ihrer Nutzung entsprechend einer Kategorie zugeteilt, dabei wird der Standard der Nutzung entsprechend definiert. Der Unterhalt richtet sich nach den definierten Standards. Die Fahrbahnbreite von 3 m darf nicht unterschritten werden und der Kurvenradius muss mindestens 10 m betragen. Das Lichtraumprofil sollte mindestens 4 m breit und 4.2 m hoch sein. Aufgrund der geologischen und klimatischen Verhältnisse muss die Forststrasse über eine gute Wasserbeständigkeit verfügen.



Codex	Strassenart-u.-Nutzung	Unterhalt-Standard
LKW/1	LKW-Strasse mit hohem forstlichen Transportaufkommen. Fremdnutzung < 20%	Verschleisschicht flächendeckend vorhanden, keine Senkungen und Schlaglöcher. Funktionierende Entwässerung. Jährlicher Unterhaltsintervall.
LKW/2	LKW-Strasse mit hohem Verkehrsaufkommen, Fremdnutzung > 80%. (Alpbetriebe, Tourismus, etc.). Kleines forstliches Transportaufkommen < 20%	Verschleisschicht flächendeckend vorhanden, keine Senkungen und Schlaglöcher. Funktionierende Entwässerung. Jährlicher Unterhaltsintervall.
LKW/3	LKW-Strasse mit kleinem forstlichem Transportaufkommen, keine Fremdnutzung.	Funktionierende Entwässerung sichergestellt. Senkungen und Schlaglöcher toleriert. Fahrsicherheit gewährleistet. Unterhaltsintervalle alle zwei Jahre oder nach Bedarf. Stilllegung in Nutzungsfreier Periode möglich.
LKW/4	LKW-Strasse, mit Unterhaltskostenbeteiligung durch Fremdnutzer. (Alpbetriebe, private Grundeigentümer, Tourismus, etc. nicht genossenschaftlich organisiert).	Standard und Unterhaltsintervall werden auf Basis einer Vereinbarung festgelegt. Die Unterhaltskosten werden durch die Nutzer anteilmässig (gem. Vereinbarung) getragen.
LKW/5	LKW-Strasse „ Genossenschaftsstrassen “ mit gemischtem Transportaufkommen. (Alp-Forst- und Landwirtschaftlicher Nutzung). Fremdnutzung < 20%	Standard und Unterhalt, gemäss Unterhaltsreglement und Bedarf der Genosschafter. Die Unterhaltskosten werden gemäss Kostenverteiler aufgeteilt.
LKW/6	Öffentliche Gemeindestrassen, LKW-befahrbar.	Über den Standard und Unterhalt entscheiden die Gemeindeorgane. Die Gemeinde trägt die Ausbau- und Unterhaltskosten.
MW/1	Maschinenweg befestigt, ausbaubreite > 3.0 m. (Befahrbar mit Zangenschlepper u. Rückezug).	Intakte Tragschicht und funktionierende Entwässerung sicherstellen. Fahrsicherheit für Schlepper und Rückezug gewährleisten. Unterhalt nach Bedarf. Stilllegung in Nutzungsfreier Periode möglich.
MW/2	Maschinenweg nicht befestigt, ausbaubreite < 3.0 m. (Befahrbar mit Gelände-PW, u. Kleinschlepper).	Funktionierende Entwässerung sicherstellen. Unterhalt nach Bedarf. Stilllegung in Nutzungsfreier Periode möglich.
00	LKW-Strassen, oder Maschinenwege, die für die Waldbewirtschaftung zurzeit nicht benötigt werden und keine anderweitige Nutzung besteht.	Wird nicht mehr unterhalten, Trasse wird belassen, kein Rückbau. Absperrungen mit geeigneten Massnahmen.

Tabelle 1: Unterhaltskategorien der Walderschliessung des Forstbetrieb Sigriswil. Das Konzept wurde mittlerweile überarbeitet, wobei die Anzahl der Strassenkategorien auf 4 gesunken ist.

Voraussetzungen Baugrund

Ein Grossteil des ungebundenen Weges führt durch steiles süd-ost-ausgerichtetes Gelände (steiler als 30°). Die Geologie besteht aus Hangschutt, Mergelstein und Quarzsandstein. Aufgrund der Geologie und dem steilen Gelände kommt es häufig zu Rutschungen und Verkläusungen in den zahlreichen Gerinnen, wie auch in Entwässerungsgräben und Durchlässen der Strasse. Deshalb sind auf der gesamten Strassenlänge alle 30 – 40 Laufmeter Einlaufschächte vorhanden. Zusätzlich hat es zwei Brücken, zwei grössere Durchlässe und ein Sickerschacht. Das steile, felsdurchsetzte Gelände führte zu einem aufwändigen Strassenbau, bei welchem Felsabtrag und Kunstbauten nötig waren. Der felsige Untergrund bedeutet aber für die LKW-tauglichkeit der Strasse einen Vorteil.

Aufgrund der hohen Niederschlagsmenge von 1400 mm/a muss dem Wasserabfluss des Grönweges spezielle Beachtung geschenkt werden, da die Deckschicht sonst in kurzer Zeit wegerodieren kann. Die durchschnittlich eher steile Längsneigung (siehe Längenprofil) des Grönweges begünstigt diesen Effekt zusätzlich.

Der Grönweg liegt oberhalb von mehreren Quelfassungen für die Trinkwasserversorgung der Lokalbevölkerung und somit in oder angrenzend einer Grundwasserschutzzone (Typ S1 und S2), was Konsequenzen auf die Wahl der Deckschicht und Entwässerungslösung hat. Es gibt keine vom Kanton oder Bund ausgeschiedenen Naturschutzflächen. Der Weg führt weiter durch verschiedene Waldnaturinventarflächen (WNI). Nationale oder kantonale Naturschutzflächen werden nicht tangiert. In unmittelbarer Nähe hat es jedoch gemäss kantonaler Naturschutzkarte Trockenstandorte, Flachmoore sowie Hirscheinstandsgebiete, denen Rechnung zu tragen ist.

Gesetze / Normen

Gesetze:

- Gewässerschutzgesetz, Natur- und Heimatschutzgesetz, Waldgesetz

Normen:

- Bautechnische Normen des SIA
- SN 640 742 Verkehrsflächen mit ungebundenem Oberbau, Strassen
- SN 640 744 Verkehrsflächen mit ungebundenem Oberbau, Ausführung und Erhaltung
- SN 640 580a Kiessand für die Foundationsschicht
- SN 640 722 B Strassenunterhalt
- SN 640 900a Erhaltungsmanagement Grundnorm
- SN 670 119NA Ungebundene Gemische

Richtlinien:

- Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für forstlichen Strassenbau (SAFS), 1986. Merkblätter über den Bau und Unterhalt von Wald- und Güterstrassen.
- Kuonen Viktor, 1983. Wald und Güterstrassen. ETH Library.
- Bundesamt für Umwelt (BAFU), 1995. Forst- oder Güterstrassen: Asphalt oder Kies? Schriftenreihe Umwelt Nr. 247.
- Bundesamt für Umwelt (BAFU), 2002. Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen. Wegleitung.
- Blumer Mathias, 2005 Einbauen + Verdichten. Schweizerische Mischgut-Industrie (SMI).
- Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), 2005. Schweizerisches Handbuch für die Konzeption des Strassenoberbaus. Eidgenössischen Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation.



Projektierung

Normalie / Plan

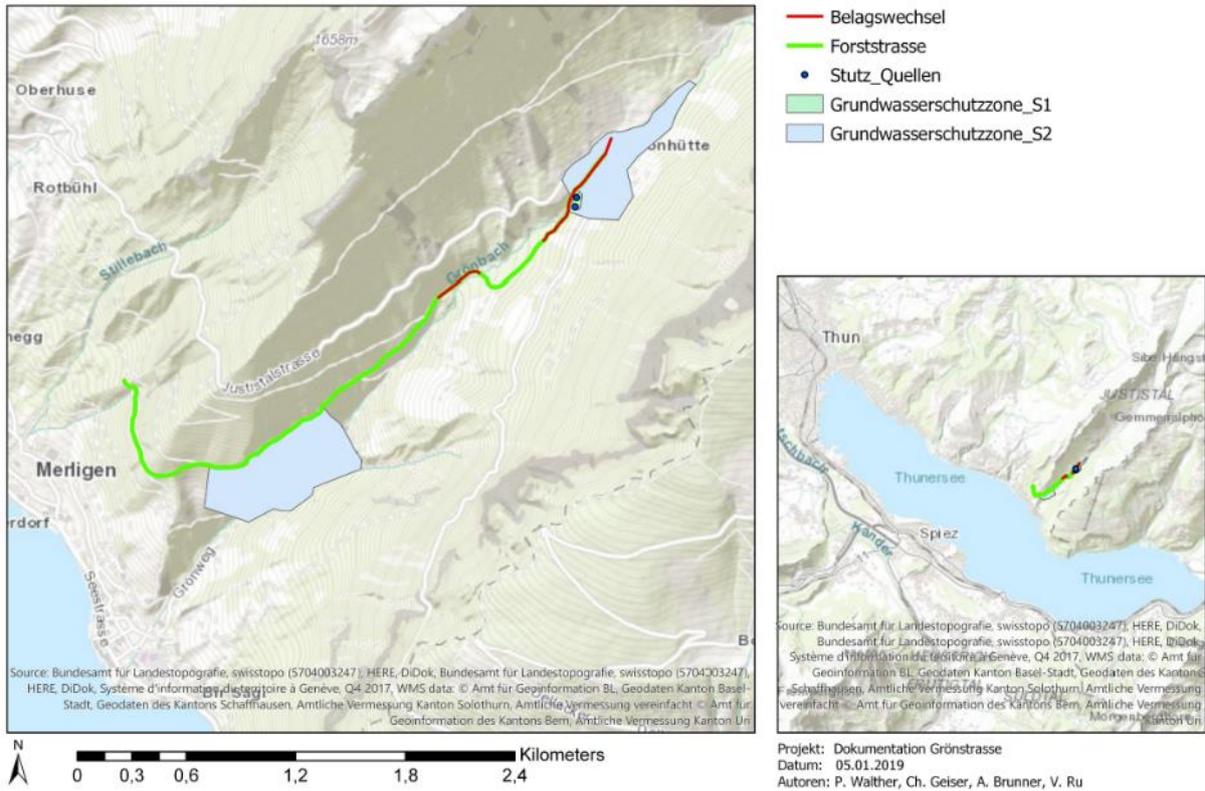


Abbildung 1: Lageplan des Grönwegs mit Kiesverschleisschicht (grün) und Asphaltbeton (rot) sowie den beiden Grundwasserschutzzonen des Typs S1 und S2.



Abbildung 2: Grobes Längenprofil des Strassenverlaufs Grönweg

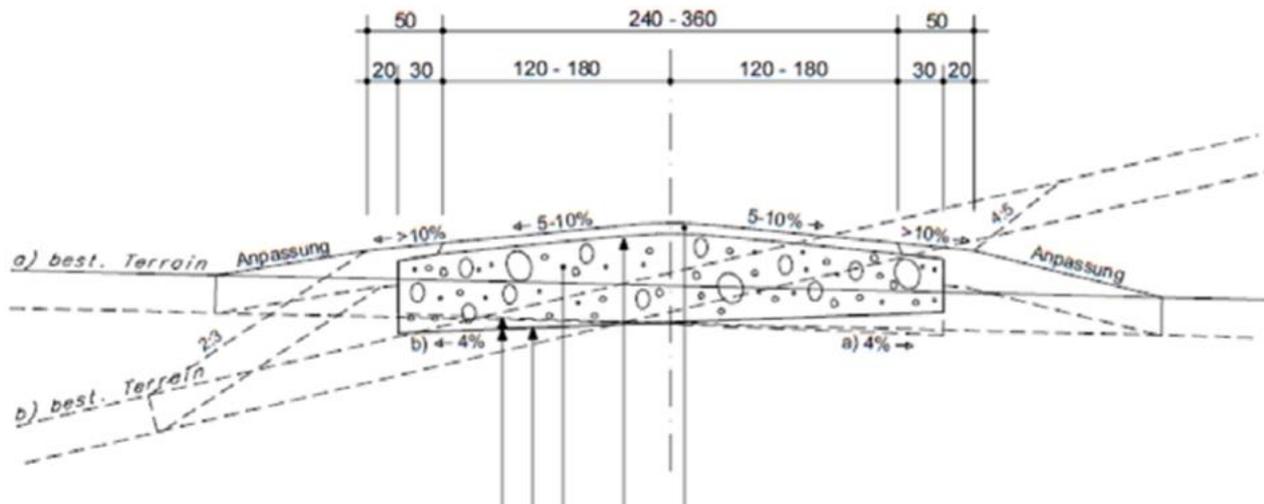


Abbildung 3: Normalprofil zur Instandsetzung in Naturstrassenabschnitten mit Bombierung / Dachprofil.

Tragwerksanalyse

Die Nutzungsanforderung an den Grönweg ist primär die ganzjährige, forstliche Befahrbarkeit, jedoch ohne Winterdienst. Im Durchschnitt erfolgen mehrere Fahrten pro Tag durch den Forstbetrieb sowie im Sommer durch Alpbetriebe und Jäger. Beim Grönweg handelt es sich bereits bestehend schon um eine LKW-befahrbare Strasse. Diese fällt unter die Klassierung Standard LKW-Weg Klasse A. Die ungebundenen Strassenabschnitte sind mehrheitlich bombiert ausgeführt. Bei Längsneigung >10 % ändert das Querprofil (statt Bombierung einseitige Querneigung) und es wurden Querrinnen zu verbesserten Entwässerung verbaut. Die Tragfähigkeit der Kunstbauten beträgt 40 t. Grundsätzlich sollte die Strasse ohne irreversible Verformung, entsprechend den Frequenzen beschriebenen LKW-Frequenzen, befahrbar sein. Mit entsprechendem Schichtaufbau wird dies erreicht.

Bemessung

Bearbeitete Strassenlänge: 1150 m, Strassenbreite: 3.5 m, eingebrachte Kiesmenge: 350 m³, Deckschichtstärke: 0.08 m

Die Schichtdimensionierung für Strassen mit geringem Verkehr und flexiblen Oberbau erfolgt mit der Formel von Burllet 1980 (Vorlesung Modul BLFF186):

$$SN = \frac{2.67 \times (W \times R)^{0.1068}}{10^{0.1647 \times \log CBR - 0.0655}} - 2.54$$

Dazu werden die Parameterwerte Verkehr in Normachlasten von 8.2 t, der Regionalfaktor sowie der CBR-Wert (Ermittlung der Bodenfestigkeit) verwendet. Beim Grönweg wurde eine Tragschicht von 40 cm und eine Verschleisschicht von 8 cm gewählt.

Aufgrund dieser in der Tragwerksanalyse genannten Anforderungen ergeben sich für den Strassenkörper folgende Werte:

- Strassenbreite mind. 3.30 m
- Durchgehende Profilierung von mind. 5 % (mit Ausnahme von jenen Stellen, wo Querrinnen eingebaut wurden)
- Tragschicht und Verschleisschicht entspricht der oben genannten Schichtdimensionierung. Im Feld wurden Abschnitte mit unterschiedlichem Materialmengenbedarf definiert.
- Durchgehender seitlicher Entwässerungsgraben bergseitig (mind. 50 cm). In die Grundwasserschutzzone darf das Wasser nicht eingeleitet werden.
- Bei Neigung mehr als 10 % Querrinnen



Ø Kosten pro Einheit

Kostenposition	Durchgeführt durch	Kosten [CHF]	Kosten/Einheit [CHF/lm]
Signalisation	Stöcklin AG	2213.9	1.9
Erdarbeiten	Marending	500.0	0.4
Zufuhr Kies	Gebrüder Bühler	8708.7	7.6
Kiesmaterial	Steinbruch Balmholz	0.0	0.0
Kies verteilen und brechen	Kropf Stocken	17131.0	14.9
Planie, Verdichten, Bauleitung	Forstbetrieb Sigriswil	20147.0	17.5
	Total	48700.5	42.3
	Subventionsbeitrag Kanton BE	21915.2	19.1

Tun und Vermeiden

- Da Wald ein Naturraum ist und Quellwasserspeicher unterhalb der Strasse vorhanden sind, ist auf Recycling-Material zu verzichten.
- Bei Strassenabschnitten, welche an Grundwasserschutz zonen grenzen, muss das Wasser über die gesamte Länge der Schulter der Strasse in die Grundwasserschutzzone geleitet werden. Alternativ muss das Wasser gesammelt und aus der Grundwasserschutzzone geleitet werden.
- Sickerschächte ausserhalb des Strassenkörpers erstellen (erleichtert den maschinellen Unterhalt der Strasse)
- Querabschläge nur wenn zwingend nötig (erleichtert den maschinellen Unterhalt)

Materialien

Namen

Ungebundenes Gemisch, nicht normiert (Abdeckmaterial des Steinbruchs Balmholz), mit mobilem Brecher aufbereitet zu UG 0/20.

NPK Kapitel / Position

Baustelleneinrichtungen	NPK 113.XXX.XXX
Erdarbeiten	NPK 211.XXX.XXX
Fundationsschichten für Verkehrsanlagen	NPK 221.XXX.XXX
Kanalisation und Entwässerungen	NPK 237.XXX.XXX

Mindestanforderungen

- Das Material muss für das Erreichen einer bindigen Deckschicht genügend Feinanteil enthalten
- Bei der Wahl des Materials sollte nicht auf Kosten der Qualität gespart werden. 2 Jahre nach Ausführung der Arbeiten haben sich auf der instandgestellten Fahrbahn bereits deutliche Fahrspuren gebildet. Die Ursache dafür liegt mutmasslich in der eher dürrigen Qualität des beim Projekt verwendeten Abdeckmaterials (humushaltig).

Verarbeitung Tipp

Beim Entladen auf eine gleichmässige Verteilung des Materials achten.

Ø Menge pro Einheit

0.3 m³/lm, ungebundenes Gemisch 0/20 mm

Mittel

Maschinen

Materialzufuhr mit LKW, Maschinenzufuhr mit Tieflader, Planie erstellen mit eigenem Planieschild (Dreipunkt) und Allradtraktor, Baggerarbeiten (Räumungsarbeiten, Graben putzen, Kies verteilen), brechen mit mobilem Brecher (von 0/300 auf 0/20), verdichten mit eigener Dreifachrüttelplatte

Geräte

Handwerkzeug

Installation

Sperrung der Forststrasse, Warnhinweise/Umleitung mit Signaltafeln im Bereich der beiden Abzweiger Ralligholz und Grönhütte. Informationstafeln für die Bevölkerung.

Ausführung

Absteckung

Keine Absteckungen nötig. Die Lage der Querrinnen wurde vorgängig markiert.

Erdarbeiten

Für die Instandsetzung der Verschleisschicht waren keine Erdarbeiten nötig. Für den Einbau des neuen Durchlasses wurde ein Kleinbagger der Firma Marnding verwendet.

Arbeitsschritte

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Ausschreibung des Instandsetzungsprojektes | FB Sigriswil |
| 2. Signalisation/Umleitungen | Firma Stöcklin |
| 3. Einrichtung von Umschlagsplatz von Maschinen und Material | FB Sigriswil |
| 4. Markieren der Lage von Querrinnen und Durchlass | FB Sigriswil |
| 5. Arbeiten mit Kleinbagger für Durchlass | Marnding |
| 6. Instandsetzung bergseitiger Entwässerungsgraben mit Bagger | Firma Kropf |
| 7. Zufuhr Kiesmaterial ab Steinbruch Balmholz | Gebrüder Bühler |
| 8. Verteilen des Kieses mit Bagger | Firma Kropf |
| 9. Brechen mit mobilem Brecher (von 0/300 auf 0/20) | Firma Kropf |
| 10. Planie erstellen mit eigenem Planieschild und Allradtraktor | FB Sigriswil |
| 11. Verdichten mit eigener Dreifachrüttelplatte | FB Sigriswil |
| 12. Einsetzen der Querrinnen mit Kleinbagger | Marnding |

Tun und Vermeiden

- Die Verdichtung mittels Glattmantelwalze ergibt im Vergleich mit dem Plattenverdichter eine bessere Tiefenverdichtung, weshalb sich das Heranführen der zusätzlichen Maschine lohnt. Speziell bei grösseren Schichtstärken ist der Walzenzug dem Plattenverdichter überlegen. Der Plattenverdichter kann in einem zweiten Schritt bei der oberflächlichen Verdichtung sowie der Verdichtung der Bankette eingesetzt werden.
- Die Bauausführung durch den spezialisierten Unternehmer ist aufgrund der hohen Qualität und Leistung oftmals zweckdienlicher, als wenn die Arbeiten in Eigenregie durch den Forstbetrieb durchgeführt werden.
- In Hanglagen an die bergseitige Hangentwässerung denken
- Neigungen in Längs- und Querprofil einhalten
- Loses Material möglichst nicht befahren (Vermeidung Spurrillen)
- Vorgaben zu Arbeiten in Grundwasserschutz zonen beachten (kein Betanken, keine Maschinen parken, keine Materiallager)

Abschlussarbeiten

Spülen der Entwässerungseinrichtungen, Bauabnahme der Arbeiten mit den beteiligten Unternehmen, der Bauherrschaft und der Bauleitung. Protokollierung Abnahme. Kostenzusammensetzung und Abrechnung mit Unternehmer. Abrechnung Subventionen mit dem Kanton.

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 checked="" type="checkbox"/> Absturz am Arbeitsplatz inkl. Zugang (SUVA Publikation 33016, 44002) |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Maschineneinsatz (SUVA Publikation 67041, 67039, 67161, 1574) | <input checked="" type="checkbox"/> Graben und Baugruben (SUVA Publikation 67148) |
| <input type="checkbox"/> | Strom auf der Baustelle (SUVA Publikation 67081, 67092) | <input checked="" type="checkbox"/> Zusammenarbeit mit Fremdfirmen (SUVA Publikation 66092/1) |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Verkehr und Infrastruktur (SN 640886) | <input 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

betriebllich

Reinigung der Strasse, der Querrinnen und des Entwässerungsgrabens sporadisch und nach Holzschlag. Kontrolle nach Starkniederschlag, Reprofilierung der Deckschicht ohne Materialzufuhr

baulich

Instandsetzung nach Rutschungen. Verschleisschicht und wo nötig Koffer ergänzen. Kunstbauten reparieren.

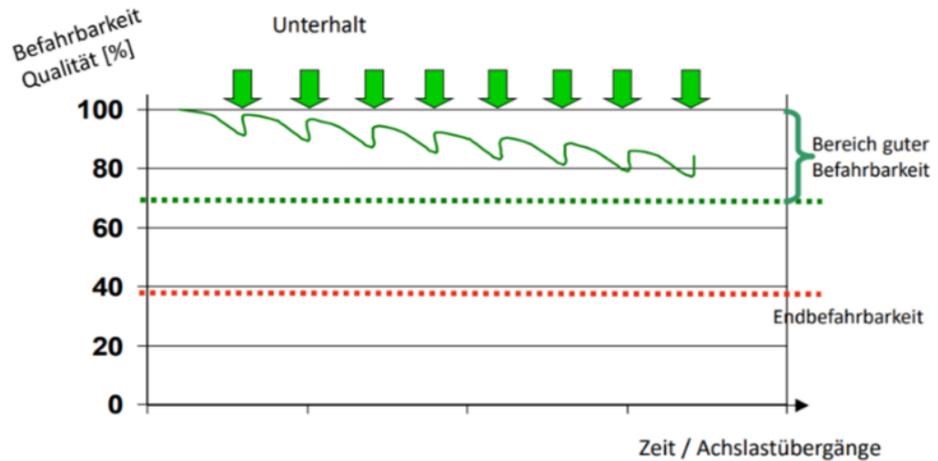


Abbildung 4: Instandsetzungsintervalle nach Kuonen 1983, verändert

Rückbau

Grundsätzlich nicht vorgesehen. Der Rückbau der ungebundenen Teilstücke wäre aber unproblematisch, da primäres Kiesmaterial verwendet wurde. Die Querrinnen können je nach Zustand wiederverwendet werden. Die asphaltierten Teilstücke müssen getrennt vom Kiesmaterial rückgebaut und recycelt 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



Abbildung 5: Baustelleninformation



Abbildung 6: Zementrohrdurchlass DN 1000



Abbildung 7: Zementrohrdurchlass DN 300



Abbildung 8: Kunststoffdurchlass DN 400



Abbildung 9: Wellstahldurchlass DN 1300



Abbildung 10: Quellwasserfassung (Brunnenstube) in Schutzzone S1



Abbildung 11: Typische Gerinnemorphologie im Gebiet

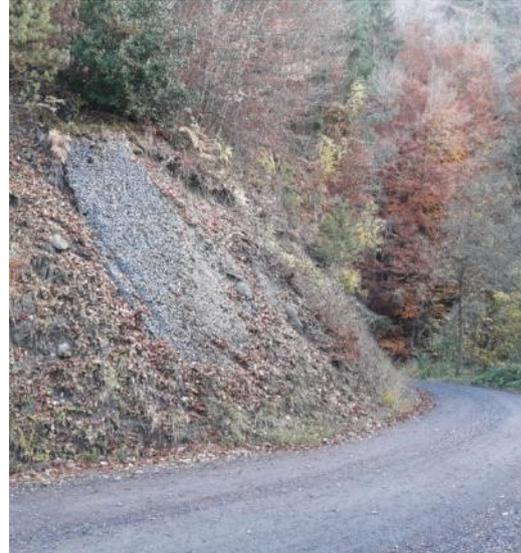


Abbildung 12: Mit Spritzbeton gesicherte Steilböschung



Abbildung 13: Mangelhaft unterhaltener Einlauf



Abbildung 14: Weiterer, mangelhaft unterhaltener Einlauf



Abbildung 15: Erosionsmaterial füllt den Spitzgraben



Abbildung 16: Einwachsender Spitzgraben

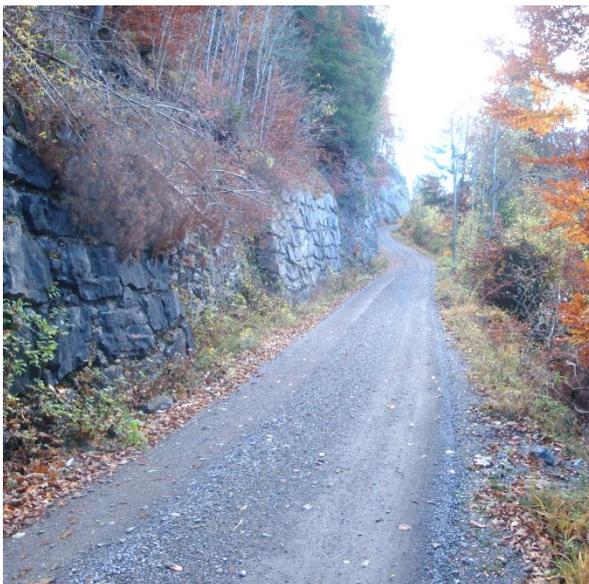


Abbildung 17: Abschnitt mit grosser Hangneigung und Kunstbauten



Abbildung 18: Verschleisssschicht ein Jahr nach der Instandsetzung



Abbildung 19: Verschmutzungen durch Laub sind jeweils einmal jährlich zu entfernen.



Abbildung 20: Frische Querrinne in Beton versetzt. Solche Übergänge des Oberbauaufbaus sind immer heikel im Unterhalt.



Abbildung 21: Wechsel von Naturstrasse zu Asphaltbeton wird am besten mit einem Querabschlag aus Metall abgegrenzt



Abbildung 22: Oberbauwechsel zu Grundwasserschutzzone mit Weiderost



Abbildung 23: Mit Belagskeil reparierter Asphalt in Bereichen unzureichender Untergrundtragfähigkeit ist nur in Einzelfällen nachhaltig



Abbildung 24: Übergang auf Brückenbauwerk, vermutlich ohne Schleppplatte, führt zwangsläufig zu ungleichen Setzungen



Remise en état Grönweg, Sigriswil (BE)

Remise en état d'une route forestière située en partie en zone de protection des eaux

- Entretien constructif d'une route forestière avec revêtement non lié
- Renouvellement de la couche d'usure avec apport de matériaux
- Profil de la route principalement bombé. Dans les sections raides (>10 %) avec dévers aval unique rigoles transversales



Grönweg, Sigriswil 1 année après les travaux

Informations générales

Lieu d'implantation :	Grönweg, Sigriswil (BE) (2'622'950 / 1'172'734)
Maître d'ouvrage :	Entreprise de Sigriswil, Meiersmaadstrasse 24, 3657 Schwanden
Projet :	Ueli Rebmann, Stagiaire forestier ES
Suivi et direction des travaux :	Entreprise forestière de Sigriswil
Année de construction	2017

Fonctions / limitations

Les routes forestières assurent l'accès à la forêt et à son exploitation forestière. Ils constituent la colonne vertébrale de l'exploitation moderne du bois et doivent avoir une capacité de charge élevée pour que le bois puisse être évacué par camion. Afin de remplir leur fonction à long terme, les routes forestières doivent être régulièrement entretenues. Les mesures d'entretien peuvent prolonger considérablement la durée de vie d'une route forestière et la ramener à son état initial sans changer la catégorie de la route. La nécessité d'intervenir était donnée dans le cas présent en raison de l'apparition du coffre du profil insuffisant ainsi que de la formation d'ornières.

La surface forestière desservie par la route de Grönweg qui est carrossable avec des camions (40 t), est de 54 ha, dont 32 ha de forêts protectrices selon Sylvaprotect. La route forestière permet également d'accéder aux alpages et des à zones de randonnée.

La route a une longueur totale de 2 610 m (largeur de 3,30 à 3,50 m), dont 2'322 m sont aménagés avec une superstructure non liée et 288 m avec une superstructure liée. La présente documentation ne concerne que la route avec revêtement naturel. Les travaux suivants ont été réalisés :

- Remplacement de la couche d'usure avec la fourniture de matériaux
- Broyage, profilage et compactage de la nouvelle couche d'usure
- Installation de 11 nouvelles rigoles transversales
- Aménagement d'un aqueduc pour améliorer l'évacuation des eaux et curage des systèmes d'évacuation existants.



Stratégie d'entretien

Les stratégies d'entretien sont importantes pour garantir que les voies d'accès aux forêts restent fonctionnelles et efficaces. Il faut veiller à maintenir les chemins forestiers dans la fourchette de bonne praticabilité (jusqu'à un minimum de 70 % de la qualité). Dans tous les cas, la route forestière doit être réparée avant de devenir impraticable. L'entreprise forestière de Sigriswil est en train de revoir son concept d'entretien. Les routes sont affectées à une catégorie en fonction de leur utilisation, et un standard d'utilisation est défini en conséquence. L'entretien est assuré en fonction du standard défini. La largeur de la route ne doit pas être inférieure à 3 m et le rayon des courbes doit être d'au moins 10 m. Le gabarit de végétation doit être d'au moins 4 m de large et 4,2 m de haut. En raison des conditions géologiques et climatiques, la route forestière doit présenter une bonne résistance à l'action érosive de l'eau.

Code#	Strassenart-u.-Nutzungs#	Unterhalt-Standards#
LKW/1#	LKW-Strasse mit hohem forstlichen Transportaufkommen. Fremdnutzung < 20% #	Verschleisschicht flächendeckend vorhanden, keine Senkungen und Schlaglöcher. Funktionierende Entwässerung. Jährlicher Unterhaltsintervall. #
LKW/2#	LKW-Strasse mit hohem Verkehrsaufkommen, Fremdnutzung > 80%. (Alpbetriebe, Tourismus, etc.). Kleines forstliches Transportaufkommen < 20% #	Verschleisschicht flächendeckend vorhanden, keine Senkungen und Schlaglöcher. Funktionierende Entwässerung. Jährlicher Unterhaltsintervall. #
LKW/3#	LKW-Strasse mit kleinem forstlichem Transportaufkommen, keine Fremdnutzung. #	Funktionierende Entwässerung sichergestellt. Senkungen und Schlaglöcher toleriert. Fahrsicherheit gewährleistet. Unterhaltsintervalle alle zwei Jahre oder nach Bedarf. Stilllegung in Nutzungsfreien-Periode möglich.#
LKW/4#	LKW-Strasse, mit Unterhaltskostenbeteiligung durch Fremdnutzer. (Alpbetriebe, private Grundeigentümer, Tourismus, etc. nicht genossenschaftlich organisiert).#	Standard und Unterhaltsintervall werden auf Basis einer Vereinbarung festgelegt. Die Unterhaltskosten werden durch die Nutzer Anteilmässig (gem. Vereinbarung) getragen.#
LKW/5#	LKW-Strasse „ Genossenschaftsstrassen “, mit gemischtem Transportaufkommen. (Alp-Forst- und Landwirtschaftlicher Nutzung). Fremdnutzung < 20%#	Standard und Unterhalt, gemäss Unterhaltsreglement und Bedarf der Genossenschafter. Die Unterhaltskosten werden gemäss Kostenverteiler aufgeteilt.#
LKW/6#	Öffentliche Gemeindestrassen, LKW-befahrbar.#	Über den Standard und Unterhalt entscheiden die Gemeindeorgane. Die Gemeinde trägt die Ausbau- und Unterhaltskosten.#
MW/1#	Maschinenweg befestigt, ausbaubreite > 3.0 m. (Befahrbar mit Zangenschlepper u. Rückezug). #	Intakte Tragschicht und funktionierende Entwässerung sicherstellen. Fahrsicherheit für Schlepper und Rückezug gewährleisten. Unterhalt nach Bedarf. Stilllegung in Nutzungsfreien-Periode möglich.#
MW/2#	Maschinenweg nicht befestigt, ausbaubreite < 3.0 m. (Befahrbar mit Gelände-PW, u. Kleinschlepper). #	Funktionierende Entwässerung sicherstellen. Unterhalt nach Bedarf. Stilllegung in Nutzungsfreien-Periode möglich.#
00#	LKW-Strassen, oder Maschinenwege, die für die Waldbewirtschaftung zurzeit nicht benötigt werden und keine anderweitige Nutzung besteht.#	Wird nicht mehr unterhalten, Trasse wird belassen, kein Rückbau. Absperrungen mit geeigneten Massnahmen. #

Version/ Juli 18/ sta. #

Tableau 1: Catégories d'entretien des routes de l'entreprise forestière de Sigriswil. Le concept a depuis été révisé, le nombre de catégories de routes étant ramené à 4.

Prérequis géotechniques

Une grande partie du chemin traverse un terrain raide orienté sud-est (plus de 30°). La géologie se compose d'éboulis de pente, de marne et de grès quartzeux. En raison de la géologie et du terrain escarpé, des glissements de terrain et des obstructions dans les ruisseaux ainsi que des fossés de drainage et des aqueducs sont fréquents. Pour cette raison des regards sont présents tous les 30 à 40 mètres sur toute la longueur de la route. En outre, il y a deux ponts, deux passages busés. Le terrain escarpé et rocheux a entraîné une construction complexe de la route, avec beaucoup de creuse dans la roche et la construction d'ouvrages d'art. Cependant, le sous-sol rocheux est un avantage pour la portance de la route.

En raison des fortes précipitations (1400 mm/a), une attention particulière doit être accordée à l'évacuation de l'eau du Grönweg, sans quoi la couche d'usure peut être érodée en peu de temps. La pente longitudinale moyenne plutôt raide (voir le profil en long) du Grönweg favorise également cet effet.

Le Grönweg se trouve au-dessus de plusieurs captages de sources pour l'approvisionnement en eau potable de la population locale et donc dans ou à côté d'une zone de protection des eaux souterraines (type S1 et S2), ce qui a des conséquences sur le choix de la couche d'usure et sur le mode d'évacuation des eaux. La route traverse quelques zones qui sont répertoriées selon l'inventaire cantonal des objets naturels en forêt (WNI). D'autres objets naturels d'intérêt cantonal ou fédéral ne sont pas présents. On trouve toutefois à proximité quelques stations intéressantes (stations sèches, marais, présence de cerfs) dont il faut également tenir compte.



Lois / Normes

Lois :

- Loi sur la protection des eaux, loi sur la protection de la nature et du paysage, loi sur les forêts

Normes :

- Normes SIA
- SN 640 742 Surfaces de circulation à superstructure sans liant, routes
- SN 640 744 Surfaces de circulation à superstructure sans liant, exécution et entretien
- SN640 580a Grave pour fondation, Manutention et mis en œuvre
- SN 640 722b B Entretien des routes
- SN 640 900a Gestion de l'entretien, norme de base
- SN 670 119NA Grave non traitées

Directives :

- Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für forstlichen Strassenbau (SAFS), 1986. Merkblätter über den Bau und Unterhalt von Wald- und Güterstrassen.
- Kuonen Viktor, 1983. Wald und Güterstrassen. ETH Library.
- Bundesamt für Umwelt (BAFU), 1995. Forst- oder Güterstrassen: Asphalt oder Kies? Schriftenreihe Umwelt Nr. 247.
- Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2006. Protection des eaux lors de l'évacuation des eaux des voies de communication. Instructions
- Blumer Mathias, 2005 Einbauen + Verdichten. Schweizerische Mischgut-Industrie (SMI).
- Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), 2005. Schweizerisches Handbuch für die Konzeption des Strassenoberbaus. Eidgenössischen Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation.

Planification

Profils type / Plan

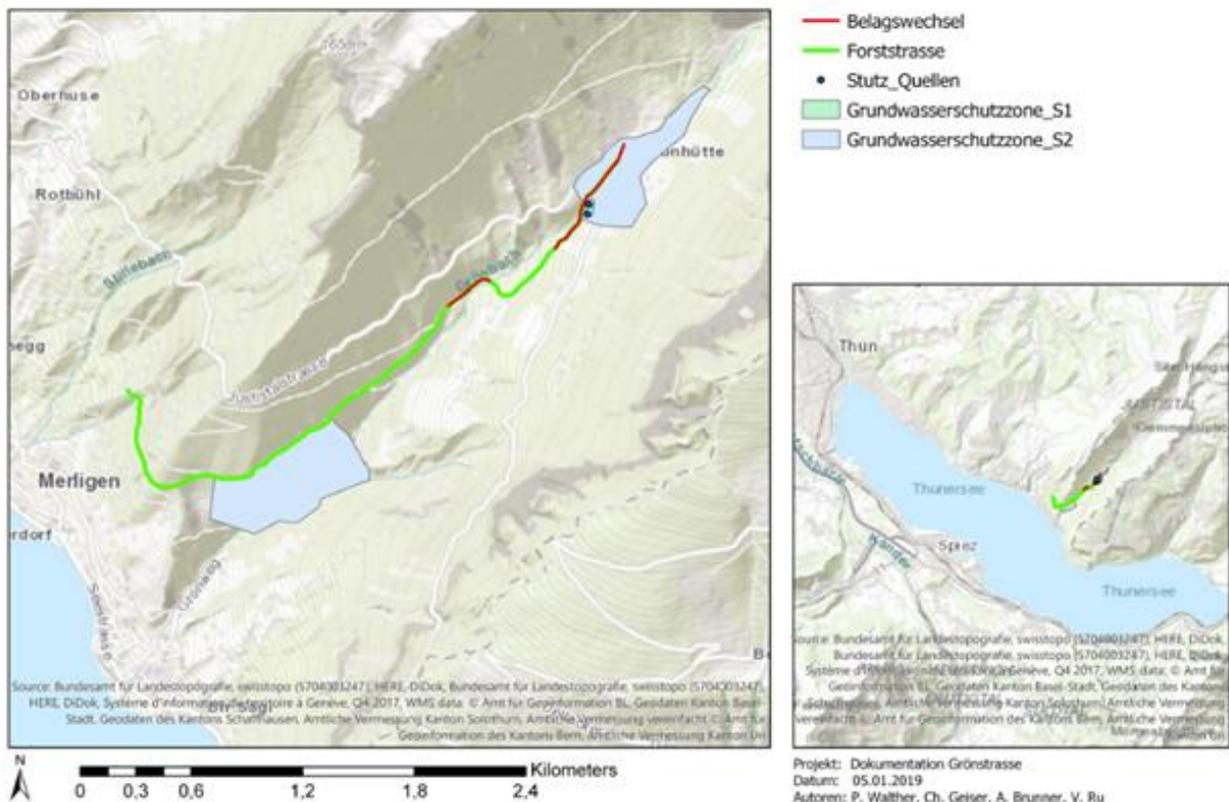


Illustration 1 : Plan du site du Grönweg avec la couche de roulement naturelle (vert) et en béton bitumineux (rouge) ainsi que les deux zones de protection des eaux souterraines de type S1 et S2.



Illustration 2 : Profil en long du chemin de Grönweg

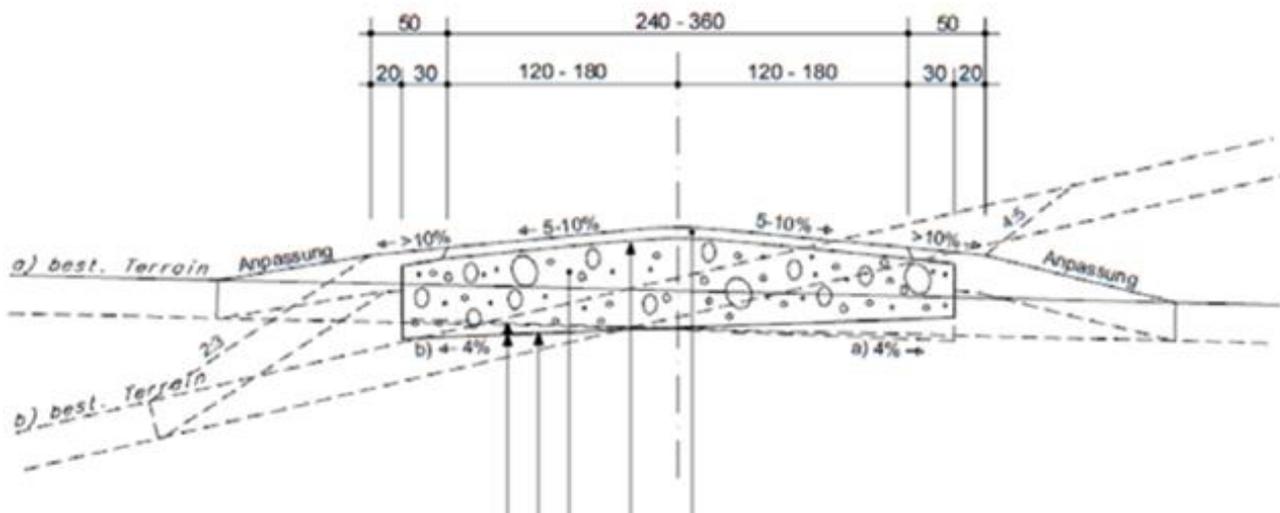


Illustration 3 : Profil normal pour la remise en état de secteurs avec chaussée bombée

Analyse structurelle

La principale exigence d'utilisation du Grönweg est la possibilité de circulation forestière toute l'année, mais sans service hivernal. En moyenne, plusieurs voyages par jour sont effectués par les exploitations forestières et, en été, par les exploitations alpêtres et les chasseurs. Le Grönweg est déjà une route carrossable aux camions. Elle est classée comme une route standard de classe A. La majorité des secteurs de la route à revêtement naturel sont bombés. Lorsque la pente longitudinale est supérieure à 10 %, le profil transversal a été transformé en dévers latéral et des rigoles transversales ont été installées pour améliorer l'évacuation de l'eau. La capacité de charge des ouvrages d'art est de 40 t. Fondamentalement, la route doit être praticable aux camions sans déformation irréversible. Ce résultat est obtenu grâce à un dimensionnement adapté de la superstructure.



Dimensionnement

Longueur de la route : 1150 m, largeur : 3,5 m, quantité de gravier : 350 m³, épaisseur de la couche de roulement : 0,08 m.
 Le dimensionnement des couches pour les routes à faible trafic et à superstructure flexible est effectué avec la formule de Burlet 1980 (

$$SN = \frac{2.67 \times (W \times R)^{0.1068}}{10^{0.1647 \times \log CBR - 0.0655}} - 2.54$$

La quantité de trafic est exprimé en axe normalisé (NAL) à 8,2to, le facteur régional ainsi que le facteur CBR doivent être déterminé en conséquence. Pour le Grönweg, un coffre de 40 cm et une couche d'usure de 8 cm ont été choisies, pour cette dernière on ne considère pas d'effet portant.

La géométrie de la route se présente comme suit :

- Largeur de la route min. 3,30 m
- bombage continu d'au moins 5 % (à l'exception des endroits raides).
- La couche de base et la couche d'usure correspondent au dimensionnement des couches susmentionnées. Les quantités de matériaux à apporter étaient variables suivant les secteurs et ont été définies sur le terrain.
- Fossé de drainage latéral continu en amont (min. 50 cm). L'eau ne doit pas être déversée dans les zones de protection des eaux souterraines.
- Pour les pentes supérieures à 10 %, dévers aval et rigoles transversales

Ø Coûts unitaires

Positon	Coûts totaux [CHF]	Coûts par m' [CHF/m']
Signalisation	2213.9	1.9
Terrassement	500	0.4
Apport de grave grasse	8708.7	7.6
Répartition de la grave, concassage	17'131	14.9
Profilage et planie, compactage, suivi des travaux	20'147	17.5
Total	48'700.5	42.3

Subventionnement BE = 21'915.2

A faire / à éviter

- Comme la forêt est une zone naturelle et que des de source sont présentes en dessous de la route, les matériaux recyclés sont proscrits.
- Dans le cas des tronçons de route bordant des zones de protection des eaux souterraines, l'eau doit être canalisée dans la zone de protection des eaux souterraines sur toute la longueur de l'accotement et doit être dirigée hors de la zone de protection des eaux souterraines.
- Créer des bassins de rétention en dehors du corps de la route (facilite l'entretien mécanique de la route).
- Rigole transversale uniquement en cas de nécessité absolue (facilite l'entretien mécanique).

Matériaux

Désignation

Mélange non lié, non normé (matériau de la carrière de Balmholz), traité avec un concasseur mobile pour atteindre une granulométrie 0/20.

Chapitre CAN / rubrique

- 111.XXX.XXX Travaux en régie
- 113.XXX.XXX Installation de chantier
- 211.XXX.XXX Terrassements



	<ul style="list-style-type: none">- 221.XXX.XXX Couches de fondation pour les installations de circulation- 237.XXX.XXX Canalisation et drainage NPK
Exigences minimales	<ul style="list-style-type: none">- Le matériau doit contenir suffisamment de fines pour obtenir une couche cohésive.- Le choix du matériau ne doit pas se faire au détriment de la qualité. 2 ans après la réalisation des travaux, des ornières se sont déjà formées sur la chaussée réparée. La raison en est probablement la qualité plutôt médiocre du matériau utilisé comme couche d'usure (probablement trop d'humus).
Conseils de mise en œuvre	Lors du déchargement, veillez à ce que le matériau soit réparti de manière homogène.
∅ Quantité par unité	0.3 m3 de grave 0/20 par m linéaire de chaussée mm
Inventaire	
Machines et engins	Approvisionnement du matériel par camion, profilage et planie avec propre lame niveleuse (trois points) et tracteur, rétro pour travaux d'excavation (travaux de déblaiement, nettoyage de tranchées, épandage de gravier), concassage avec un concasseur mobile (de 0/300 à 0/20), compactage avec propre plaque vibrante triple.
Installation	
	Fermeture à la circulation et déviation. Panneau d'information à destination de la population.
Exécution	
Piquetage	Pas de jalonnement nécessaire. La position des rigoles transversales a été marquée à l'avance.
Fouilles	Aucun terrassement n'a été nécessaire pour la réparation de la couche d'usure. Une petite rétro a été utilisée pour installer le nouvel aqueduc.
Phases de travail	<ol style="list-style-type: none">1. Préparation des appels d'offres. (Travaux propres, TP)2. Pose des signalisations/déviations.3. Préparation de la zone de manutention pour les machines et le matériel. (TP)4. Marquage de la position des rigoles transversales et des aqueducs. (TP)5. Remise en état des aqueducs avec rétro.6. Remise en état des fossés de drainage.7. Apport de grave depuis la carrière de Balmholz.8. Répartition de la grave avec rétro.9. Concassage avec concasseur mobile (de 0/300 à 0/20).10. Profilage avec propre lame à niveller au tracteur (TP)11. Compactage plaque vibrante triple (TP)12. Mise en place des rigoles transversales avec une petite rétro
A faire / à éviter	<ul style="list-style-type: none">- Le compactage au moyen d'un rouleau compresseur lisse permet un meilleur compactage en profondeur par rapport au compacteur à plaque, d'où l'intérêt de faire appel à une machine supplémentaire. Le rouleau compresseur est supérieur aux plaques vibrantes, surtout pour les couches plus épaisses.- En raison de la qualité et des performances élevées, la construction par l'entrepreneur spécialisé est souvent plus rapide que si les travaux sont effectués par l'entreprise forestière elle-même.

- Dans les terrains pentus, pensez au drainage amont.
- Maintien des pentes longitudinales et transversales
- Dans la mesure du possible, ne pas rouler pas sur des matériaux meubles (évite la formation d'ornières).
- Attentions aux prescriptions relatives aux travaux dans les zones de protection des eaux souterraines (pas de ravitaillement en carburant, pas de stationnement de machines, pas de stockage de matériaux).

Travaux de finition

Curage des installations de drainage, réception des travaux avec les entreprises concernées, le maître d'ouvrage et la direction des travaux. Rédaction d'un PV de réception. Décompte avec l'entrepreneur. Décompte pour les subventions avec le canton.

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) | | |
| ☒ | Dangers naturels, montagne
(Publication SUVA 33019, 67154) | ☒ | Chutes au travail (Publications
SUVA 33016, 44002) |
| ☒ | Machines (Publications SUVA 67041, 67039, 67161, 1574) | ☒ | Fouilles et terrassements
(Publication SUVA 67148) |
| ☐ | Electricité sur les chantiers
(Publications SUVA 67081, 67092) | ☒ | Collaboration avec les entreprises tierces (Publication SUVA 66092/1) |
| ☒ | Trafic et infrastructures (SN 640886) | ☐ | Travaux forestiers (SUVA Publication 84034) |
| ☐ | Neuf règles vitales pour le personnel au sol des aires de manœuvre d'hélicoptère (Publication SUVA 88819) | ☐ | Travaux de construction au bord, dans ou au-dessus de l'eau (Publication SUVA 67153) |

Entretien

Opérationnel

Nettoyage de la route, des rigoles transversales et des fossés latéraux de selon les besoin et après des coupes. Contrôle après de fortes précipitations, reprofilage de la couche de surface sans ajout de matériau.

Constructif

Compléter la couche d'usure éventuellement le coffre. Réparer les ouvrages d'art. Autres travaux selon nécessité (glissements par exemple).

Un entretien régulier permet de maintenir la praticabilité de la route.

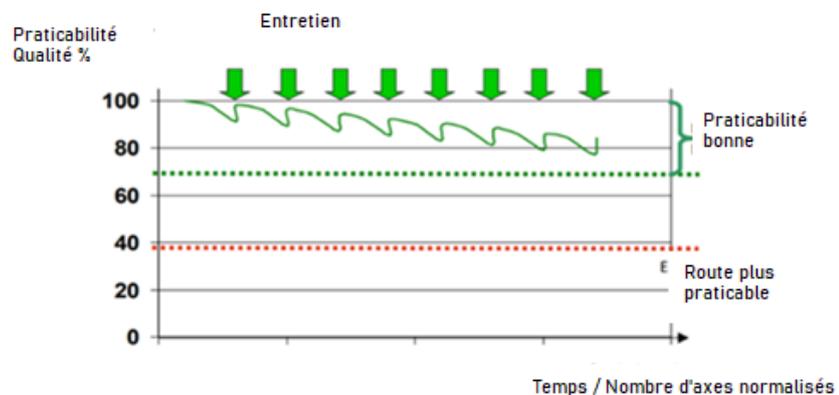


Illustration 4 : Intervalles d'entretien et évolution de la praticabilité d'une route



Démolition

N'est en général pas prévu. Cependant, la déconstruction des sections avec revêtement naturel ne poserait pas de problème puisque du gravier non traité a été utilisé. Les rigoles transversales pourraient être réutilisées en fonction de leur état. Les sections d'asphalte doivent être enlevées et recyclées séparément selon les directives en vigueur.

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: Entreprise de Sigriswil)



Illustration 5 : Signalisation et information



Illustration 6 : Aqueduc en béton DN1000



Illustration 7 : Acqueduc en ciment DN 300



Illustration 8 : Acqueduc en PVC DN 400



Illustration 9 : Aqueduc en acier ondulé DN 1300



Illustration 10 : Captage d'eau



Illustration 11 : Morphologie typique des ruisseaux de la région

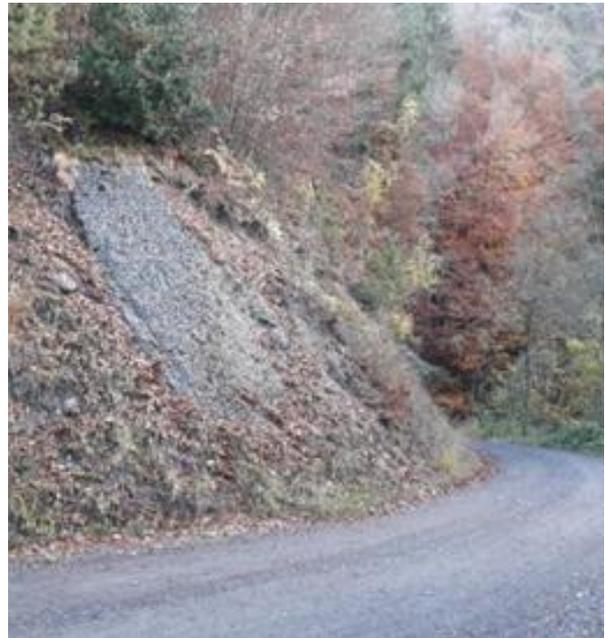


Illustration 12 : Talus stabilisé avec du béton projeté



Illustration 13 : Ouvrage avec défaut d'entretien



Illustration 14 : Ouvrage avec défaut d'entretien

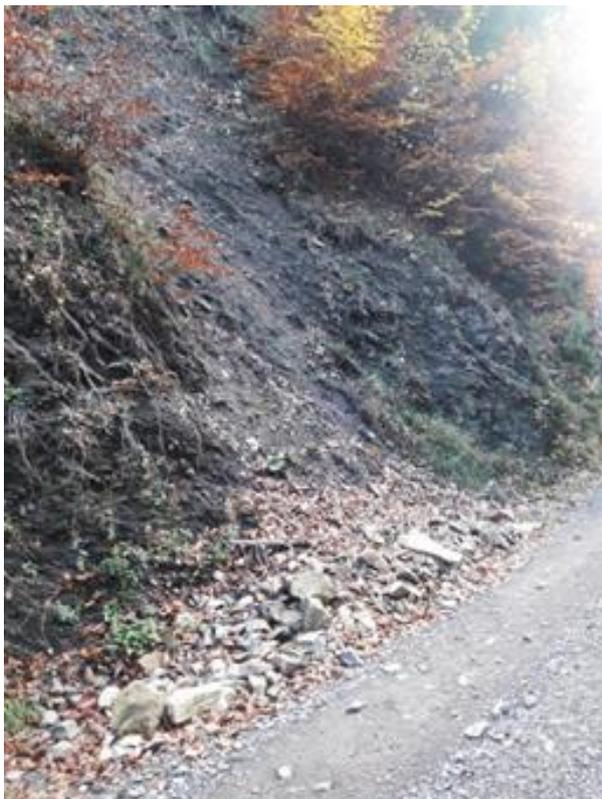


Illustration 15 : Du matériel obstrue les canaux d'évacuation



Illustration 16 : Canal en V obstrué



Illustration 17 : Tronçon avec topographie défavorable et ouvrages de soutènement



Illustration 18 : Couche d'usure 1 année après l'entretien constructi



Illustration 19 : Les feuilles sont idéalement à éliminer 1x par an



Illustration 20 : Les renvois d'eau compliquent l'entretien mécanique



Illustration 21 : La transition entre revêtement naturel et bitume est idéalement réalisée avec une rigole transversale



Illustration 22 : Passage entre revêtement naturel et bitumineux avec présence d'un bovistop



Illustration 23 : Une portance insuffisante conduit à la fissure du revêtement. La réparation avec un tacon de bitume n'est généralement pas durable



Illustration 24 : La transition vers une structure de pont, vraisemblablement entraîne inévitablement des tassements inégaux. Des mesures spéciales sont nécessaires pour éviter le phénomène