

Auszug aus dem Protokoll des Gemeinderates vom 15. Juni 2026

206 184.01 Brücken

Instandsetzung Strättligsteg Einigen / Verpflichtungskredit

Der Strättligsteg verbindet seit 1967 das Wanderwegnetz über die Kander. Bei der diesjährigen Inspektion stellte die Abteilung TWU eine verstärkte Erosion am Widerlager auf der Spiezer Seite fest. Fachspezialisten bestätigten, dass eine weitere Erosion die Tragfähigkeit des Widerlagers und damit der gesamten Brücke gefährdet.

Aus Sicherheitsgründen musste die Abteilung TWU im Herbst 2025 die Brücke vorsorglich sperren.

Bericht

Mit dem vorliegenden Verpflichtungskredit kann die umfassende und nachhaltige Instandstellung des Strättligsteges sichergestellt werden.

Zur Stabilisierung des ostseitigen Brückenwiderlagers wird eine Unterfangung aus Ortbeton erstellt und mit ungespannten Ankern im Baugrund gesichert. Ergänzend erfolgt seitlich ein Erosionsschutz mittels permanenter Nagelwand.

Die Entwässerung wird neu geregelt: Regenwasser wird über eine Leitung aus dem erosionsgefährdeten Bereich abgeführt, während Sickerleitungen das Oberflächenwasser kontrolliert in die Kander ableiten.

An der Stahlkonstruktion sind Instandsetzungsarbeiten vorgesehen. Der Korrosionsschutz wird teilweise erneuert, Schrauben werden ersetzt bzw. nachgezogen und die Befestigungen der Gitterroste überprüft und teilweise ersetzt.

Zudem werden die Geländer erneuert, um die heutigen Sicherheitsanforderungen – insbesondere zum Schutz von Kindern – zu erfüllen.

Die bei diesem Projekt überdurchschnittlichen Risikokosten können insbesondere aufgrund von Unsicherheiten im Baugrund und im Zustand des bestehenden Bauwerks entstehen. Beispielsweise können sich bei der Unterfangung oder den Ankerarbeiten unerwartete Bodenverhältnisse zeigen oder verborgene Schäden an der Stahlkonstruktion auftreten. Zudem besteht ein Risiko durch Wasser- und Erosionseinflüsse, etwa bei Hochwasser oder unvorhersehbarer Unterspülung. Auch die erschwerte Zugänglichkeit der Baustelle sowie witterungsbedingte Einflüsse können den Bauablauf beeinträchtigen und Mehrkosten verursachen.

Erwägungen der entsprechenden Kommission

Die Planungs-, Umwelt- und Baukommission hat an Ihrer Sitzung vom 2. Juni 2026 dem Antrag zu Händen des GR einstimmig zugestimmt.

Finanzielle Auswirkungen

Stahlbauarbeiten (Tragkonstruktion)	CHF	14'500.00
Spezialist Felssicherung	CHF	52'500.00
Metallbauarbeiten (Gitterroste, Geländer)	CHF	35'000.00
Planung Bauleitung	CHF	66'000.00
Risikokosten	CHF	47'000.00
Baunebenkosten	CHF	8'000.00
Reserven (wegen KV +/-10%), Unvorhergesehenes und Rundung	CHF	40'000.00
Total (inkl. MwSt.)	CHF	263'000.00

Die Kosten für die Instandsetzung des Strättligsteges sind im Finanzplan, Investitionsrechnung Infrastrukturanlagen in der Höhe von CHF 150'000.00 enthalten.

Anlagebuchhaltung: Die Kosten werden gemäss Gemeindeordnung Art. 83 Abs. 2 (GV BSG 170.111) der Anlagekategorie Strassen / Verkehrswege (1401) zugeordnet und über eine

Nutzungsdauer von 40 Jahren linear mit 2.5 % abgeschrieben (Produkt 5201). Die jährlichen Folgekosten in den ersten 10 Jahren betragen durchschnittlich rund CHF 10'000.00.

Der Fussgängersteg ist Bestandteil der Berner Wanderwege. Deshalb wird geprüft, ob und wieviel Bund, Kanton und Dritte an Beiträgen sprechen können.

Beschluss

1. Für die Instandsetzung des Strättligsteges wird ein Verpflichtungskredit von CHF 263'000.00 zu Lasten der Investitionsrechnung bewilligt (Konto Nr. 5201.5060.61, Budgetverantwortlich Jan Werren). Der Beschluss wird unter Vorbehalt von Art. 47 Abs. 5 der Gemeindeordnung gefasst.
2. Die Abteilung Gemeindeschreiberei wird mit der Publikation im Simmentaler Anzeiger und Bekanntmachung an die Mitglieder des Grossen Gemeinderates beauftragt. Dieser Beschluss mit den Beilagen (Technischer Bericht und Folgekostentabelle) wird auf der Website der Gemeinde Spiez unter dem Register Grosser Gemeinderat, Rubrik «Informationen», aufgeschaltet.
3. Die Abteilungen Gemeindeschreiberei und Tiefbau/Werkhof/Umwelt werden mit dem Vollzug und der Kreditabrechnung beauftragt.

Technischer Bericht

Instandsetzungsprojekt Strättligsteg

Auflageprojekt



Impressum

Auftragsnummer	BE.N.25923
Auftraggeber	Gemeinde Spiez
Datum	06.05.2026
Version	1.0
Vorversionen	
Autor(en)	Christian von Känel (christian.vonkaenel@emchberger.ch)
Freigabe	David Tschan (david.tschan@emchberger.ch)
Verteiler	-
Datei	https://emchberger.sharepoint.com/sites/ebbe_prj_spiez/Freigegebene Dokumente/02_Projekte/BE.N.25923/4_plan/43_baup/Ing/433_bericht/BE_N_25923_TB_Straet tligsteg.docx
Seitenanzahl	22
Copyright	© Emch+Berger AG Bern, Niederlassung Spiez

Inhalt

1	Allgemeines	4
1.1	Einleitung	4
1.2	Chronik zum Strättligsteg	5
1.3	Zusammenfassung Tragkonzept	6
1.4	Literatur	6
1.4.1	Normen	6
1.4.2	Projektspezifische Grundlagen	6
2	Grundlagen	7
2.1	Objektbeschrieb Strättligsteg	7
2.2	Nutzungsziele und Risiken	7
2.3	Geologie und Baugrund	7
2.4	Umwelt	8
2.5	Naturgefahren	8
2.6	Baustoffe	9
2.7	Bauzeitliche Verkehrsführung	9
3	Beschrieb der Instandsetzungsarbeiten	10
3.1	Widerlager Ost	10
3.2	Widerlager West	11
3.3	Stahlkonstruktion	11
3.4	Geländer	11
4	Bauablauf und Baustellenlogistik	12
5	Tragwerksanalyse und Bemessung	13
5.1	Abgrenzung	13
5.2	Tragwerksmodell	13
5.3	Rückrechnung der Bodenkennwerte des Hahni-Schotters	14
5.4	Bemessungssituationen	16
5.4.1	Grenzzustände der Tragsicherheit	16
5.4.2	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit	16
5.5	Auswirkungen	16
5.6	Nachweise Tragsicherheit	16
5.6.1	Böschungstabilität	16
5.6.2	Biegung und Längsbewehrung	17
5.6.3	Querkraft und Durchstanzen	17
5.7	Nachweise Gebrauchstauglichkeit	17
6	Kosten	18
7	Ausnahmegesuche	19
Anhang A	Rückrechnung der Bodenkennwerte des Hahni-Deltaschotters	20
Anhang B	Böschungstabilitätsnachweis	21
Anhang C	Visualisierung des Brückengeländers	22

1 Allgemeines

1.1 Einleitung

Die Emch+Berger Bern AG projiziert im Auftrag der Gemeinde Spiez die Instandsetzung des Strättligstegs in Einigen (2'614'978/1'173'510). Die im Jahr 1967 erbaute Fussgängerbrücke verbindet Einigen mit der Strättligburg und führt dabei über die Kander. Sie befindet sich im Gwattstutz zwischen dem Strättlichgügel im Südwesten und dem Kanderdelta im Nordosten. Der Strättligsteg wird ausschliesslich durch Wanderwege erschlossen (mind. 70 m Fussweg).

Wegen Erosions- und Verwitterungserscheinungen des Baugrunds im ostseitigen Widerlagerbereich der Brücke wurde im Jahr 2011 eine bauliche Massnahme umgesetzt. Das Brückenwiderlager Ost wurde in den Hang verschoben und mittels Mikropfählen fundiert und auch das Widerlager West wurde erneuert. Anlässlich der fortlaufenden Erosionsprozesse unterhalb des Brückenwiderlagers fanden im August und September 2025 zwei Ortsbegehungen statt. Dabei wurde festgestellt, dass der gewachsene Untergrund bis ca. 0,8 m unter dem alten Betonriegel ausgebrochen und ein Hohlraum hinter dem Riegel entstanden ist (vgl. *Abbildung 1*). Dies führt dazu, dass die 2011 erstellten Pfähle knickgefährdet sind und deren Mantelreibung reduziert ist.

Mit der baulichen Massnahme soll nun ein Erosionsschutz erstellt werden, der zugleich auch das Knicken der Pfähle verhindert. Zudem werden auch Massnahmen umgesetzt, um den Korrosionsschutz der Stahlkonstruktion wiederherzustellen (*Abbildung 2*), die Geländer zu erneuern (*Abbildung 3*) und das Widerlager West instandzuhalten.

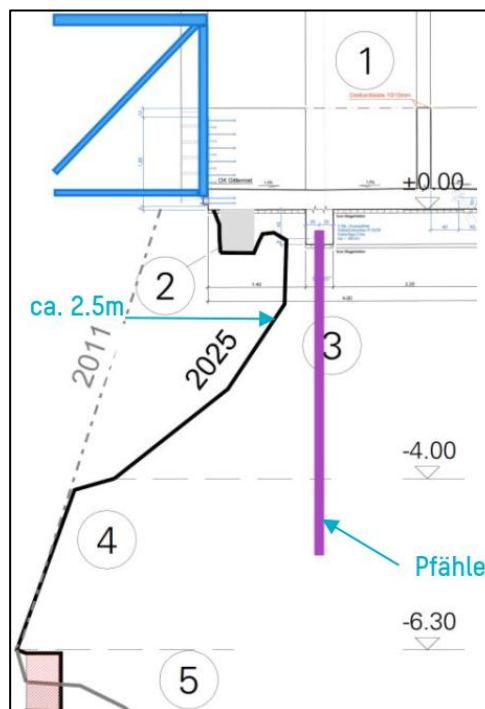


Abbildung 1: Ausgebrochener Untergrund im Widerlagerbereich (Bild und Skizze)



Abbildung 2: Rostende Obergurte der Tragkonstruktion



Abbildung 3: Korrodierte Geländerholme

1.2 Chronik zum Strättligsteg

Tabelle 1: Chronik zum Strättligsteg

Jahr	Ereignis
1967	Bau des Strättligstegs
2008	Ingenieurgeologische Stellungnahme <ul style="list-style-type: none"> - Keine Sofortmassnahmen - Verschiebung des Widerlagers Ost ca. 4 m bergwärts wird empfohlen
2011	Sperrung des Strättligstegs und Umsetzung der Massnahmen <ul style="list-style-type: none"> - Temporäre Sicherung des Strättligstegs - Umsetzung von baulichen Massnahmen
2024	Inspektion durch die Emch+Berger AG Bern <ul style="list-style-type: none"> - Empfehlung die Erosion beim Widerlager Ost bis zum Jahr 2026 zu stoppen
2025	Inspektion durch die Emch+Berger AG Bern <ul style="list-style-type: none"> - Empfehlung die Erosion beim Widerlager Ost bis zum Jahr 2026 zu stoppen Ingenieurgeologische Stellungnahme durch das geotechnische Institut <ul style="list-style-type: none"> - Erosion im Moränenmaterial ist weiter vorangeschritten (~ 20 cm pro Jahr) - Es besteht Knickgefährdung der Druckpfähle, bei fortschreitender Erosion wird der Tragwiderstand nicht mehr gewährleistet sein Projektsitzung zur Instandsetzung des Strättligstegs <ul style="list-style-type: none"> - Entscheidung, dass die Widerlagersanierung und weitere Massnahmen zur Instandsetzung ausgearbeitet werden sollen - Ein Neubau an gleicher Stelle oder angehängt an die SBB-Brücke wird verworfen - Sperrung des Strättligstegs wird beschlossen
2026	Massnahmenkonzept der Emch+Berger AG Bern <ul style="list-style-type: none"> - Empfehlung zur Umsetzung der Widerlagerinstandsetzung, der lokalen Korrosionsschutzerneuerung und der Geländernerneuerung.

1.3 Zusammenfassung Tragkonzept

Der Strättligsteg ist beidseitig auf Stahlbetonwiderlagern gelagert. Westseitig besteht eine Flachgründung und ostseitig ist das Widerlager mit fünf Mikropfählen fundiert. Davon werden drei auf Druck und zwei auf Zug belastet. Die Zug- und Druckpfähle bilden ein Kräftepaar, das das Versatzmoment aufnimmt, welches durch den auskragenden Widerlagerteil erzeugt wird.

Die durch die Erosion gefährdeten Druckpfähle werden durch die projektierte Ortbetonunterfangung gegen Ausknicken gesichert und die Mantelreibung wird erhöht. Zudem können durch die Ortbetonunterfangung auch Druckkräfte vom Widerlager in den Baugrund abgetragen werden, was das System robuster macht. Die Eingesetzten ungespannten Anker (Nägel) verankern die Ortbetonunterfangung und die Nagelwand. Zudem wirkt deren Scherwiderstand dem potenziellen Geländebruch in Moräne und im Hahni-Schotter entgegen. Der Hauptlastabtrag erfolgt beim Widerlager Ost weiterhin über die im Jahr 2011 erstellten Mikropfähle.

1.4 Literatur

1.4.1 Normen

Es gelten alle aktuellen Normen, Empfehlungen & Ordnungen des SIA und der SN EN. Insbesondere:

- [N1] SIA 260, Grundlagen der Projektierung von Tragwerken, 2013-08
- [N2] SIA 261, Einwirkungen auf Tragwerke, 2014-07
- [N3] SIA 261/1, Einwirkungen auf Tragwerke – Ergänzende Festlegungen, 2010-06
- [N4] SIA 262, Betonbau, 2025-11
- [N5] SIA 262/1, Betonbau – Ergänzende Festlegungen, 2013-08
- [N6] SIA 262.052, Ausführung von Tragwerken aus Beton, SN EN 13670, 2009
- [N7] SIA 263, Stahlbau, 2013-01
- [N8] SIA 2042, Vorbeugung von Schäden durch die Alkali-Aggregat-Reaktion (AAR) bei Betonbauten, 2012

1.4.2 Projektspezifische Grundlagen

- [P1] Aktennotiz Nr. 01/08, Strättligsteg Einigen, Geotechnisches Institut, 07.04.2008
- [P2] Aktennotiz Nr. 01/25, Strättligsteg Einigen, Geotechnisches Institut, 24.09.2025
- [P3] Baugrundbericht, Strättligsteg Einigen, Geotechnisches Institut, 30.10.2025
- [P4] Massnahmenkonzept, Strättligsteg Einigen, Emch + Berger AG Bern NL Spiez, 17.03.2026
- [P5] Schalungsplan, Fundamente Strättligsteg Einigen, Theiler Ingenieure AG, 14.10.2011

2 Grundlagen

2.1 Objektbeschreibung Strättligsteg

Die nutzbare Breite des Stegs beträgt rd. 1.2 m und die Gesamtbreite der Konstruktion rd. 1.6 m. Ihre Länge weist rd. 30 m auf. Die Brücke besteht aus einem Ständerfachwerk aus verzinktem Stahl. Die Widerlager bestehen aus Stahlbeton, wobei das westseitige Widerlager flach und das ostseitige Widerlager auf Mikropfählen fundiert ist. Die Brücke wird durch Wanderwege erschlossen.

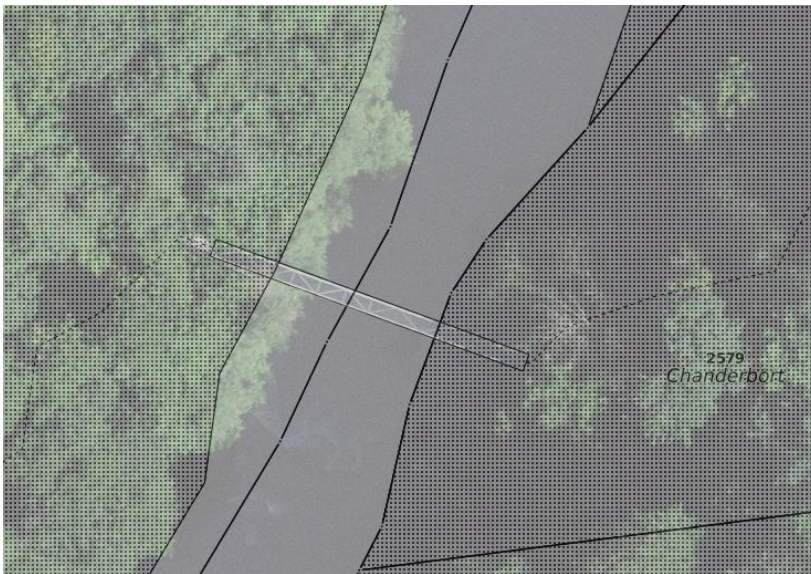


Abbildung 4: Situation aus RegioGIS Berner Oberland

2.2 Nutzungsziele und Risiken

Über den Strättligsteg führt ein Wanderweg. Entsprechend wird die Nutzung auf nichtmotorisierten Verkehr (LM 1) nach [N2] ausgelegt. Leichte Unterhaltsfahrzeuge (LM 2) werden nicht berücksichtigt. Die Angestrebte Restnutzungsdauer beträgt rd. 20 Jahre und hängt stark von den Erosionsprozessen ab (vgl. Kapitel 2.5).

Nutzung: Nichtmotorisierter Verkehr (LM 1) ohne leichte Unterhaltsfahrzeuge
Restnutzungsdauer: 20 Jahre

Die Gefährdung infolge fortschreitender Erosion im Hahni-Deltaschotter unterhalb der Widerlager Ost besteht weiterhin (vgl. Kapitel 2.5). Die Situation wird durch die baulichen Massnahmen nachweislich verbessert (vgl. Kapitel 5.6.1) und kann durch die Umsetzung der in Kapitel 2.5 beschriebenen Empfehlungen minimiert werden.

Akzeptiertes Risiko: Einsturz infolge fortschreitender Erosionsprozesse im Hahni-Schotter unterhalb der Widerlager

2.3 Geologie und Baugrund

Das Widerlager Ost ist grösstenteils in den Moräneablagerungen mit rd. 4 m Mächtigkeit fundiert und Druckpfähle ragen bis in den darunter anstehenden Hahni-Deltaschotter. Bei der Moräne handelt es sich um Silt mit wenigen Steinen und der hart gelagerte Hahni-Deltaschotter besteht aus glazial vorbelastetem und verkittetem Kiessand (Lockergestein) [P4].

Tabelle 2: Baugrundkennwerte gem. [P4]

Schicht	Kennwerte
Moräneablagerungen	$\varphi'_k = 34^\circ$ $c'_k = 4$ $\gamma_k = 21 \text{ kN/m}^3$ $\tau_k = 125 \text{ kN/m}^2$

2.4 Umwelt

Tabelle 3: Vorabklärungen zu Umweltthemen

Bereich	Vorabklärung
Wasser und Abfall	Wird für die Korrosionsschutzerneuerung kein Material abgeschliffen, wie dies vorgesehen ist, gilt folgendes: Das Vorgehen, die Arbeitsstellen mit Folie und Vlies abzusichern ist aus Sicht des Amts so in Ordnung, wenn damit erreicht werden kann, dass keine Tropfverluste ins Gewässer gelangen können. Es ist darauf zu achten, dass die Behälter mit den wassergefährdenden Stoffen (z.B. Ammoniak) in Auffangwannen stehen und nicht in den Fluss fallen oder ausleeren können.
Wasserbau	Die erwähnten Korrosionsschutzmassnahmen sind aus Sicht Wasserbaupolizei und aus Sicht Wassergefahren problemlos. Eine Vorabklärungsanfrage beim Fischereinspektorat und Amt für Wasser und Abfall wird dringendst empfohlen.
Luftreinhaltung	Aus Sicht der Luftreinhaltung kann das aktuelle Projekt unter Berücksichtigung der besprochenen Basismassnahmen als ordnungsgemäss eingestuft werden. Das Meldeformular Korrosionsschutz im Freien soll berücksichtigt werden.
Fischerei	Aus Sicht der Fischerei gilt, dass keine wassergefährdenden Flüssigkeiten in die Kander gelangen dürfen.
Wald	Das Vorhaben erfordert eine temporäre Rodung. Die Rodungsgesuchsakten sind mit allen übrigen Gesuchsakten bei der Leitbehörde einzureichen (vgl. Merkblatt AWN Walderhaltung, Anforderungen Rodungsgesuch).

2.5 Naturgefahren

Als Hauptgefährdung wird die fortschreitende Erosion angesehen, welche insbesondere das Widerlager Ost gefährdet. Die Wasserwegsamkeit und Frostsprengungen in den Talflanken sowie die Fliessprozesse der Kander können den Erosionsprozess beschleunigen. Unklar ist derzeit, wie stark sich eine allfällige Aufhebung des Simmewehrs auf die Erosionsprozesse auswirken würde.

Durch die vorliegenden Massnahmen (Permanente Nagelwand, Ortbetonunterfangung, Geotextil und Drainagen) wird der Erosionsprozess lokal, um das Widerlager Ost herum, gebremst. Die Gefährdung infolge Erosion im Hahni-Deltaschotter unterhalb der Widerlager Ost und West besteht weiterhin. Im Geoportal des Kantons Bern sind zudem folgende Gefährdungshinweise aufgelistet: Lawine, Sturz, Wasser sowie Einsturz/Absenkung.

Empfehlungen:

- Erosionsprozess bei halbjährlichen Inspektionen beobachten
- Die Sickerleitungen regelmässig unterhalten
- Im Zeitraum der in Kapitel 2.2 vorgesehenen Restnutzungsdauer eine dauerhafte Lösung vorbereiten (z. B. Hängebrücke)

2.6 Baustoffe

Tabelle 4: Eigenschaften neue Betonbauteile

Bauteil	Beton nach Eigenschaften	Druckfestigkeitsklasse	Expositions-klasse	Grösstkorn-durchmesser	Chloridgehalts-klasse	Konsistenz-klasse	Zusätzliche Anforderungen
Spritzbeton	SC 6-8	C30/37	XA1, XD1, XC3, XF3	8 mm	Cl 0,2	F3	Keine
Unterfangung	NPK C	C25/30	XC1, XF2	32 mm	Cl 0,1	C3	Keine

Tabelle 5: Rechenwerte neue Betonbauteile

Bauteil	Betonsorte	η_t [-]	f_{cd} [N/mm ²]	τ_{cd} [N/mm ²]	E_{cm} [kN/mm ²]
Unterfangung	C 30/37, NPK C	1,0	20	1,10	33.6
Spritzbeton	C 30/37, SC 6-8	1,0	20	1,10	33.6

Tabelle 6: Rechenwerte neue Betonbauteile – Betonstahl

Bauteil	Stahlsorte	f_{sd} [N/mm ²]	ϵ_{ud} [-]	E_s [kN/mm ²]
Alle	B500B	435	0,045	200

2.7 Bauzeitliche Verkehrsführung

Der Fussgängerverkehr wird seit der Sperrung des Strättligstegs im Oktober 2025 über die Kantonsstrassenbrücke umgeleitet. Dies wird auch während der Bauarbeiten so fortgeführt.

3 Beschreibung der Instandsetzungsarbeiten

3.1 Widerlager Ost

Unter dem ostseitigen Brückenwiderlager soll eine Unterfangung aus Ortbeton erstellt werden. Dazu werden ungespannte Anker in den Boden eingebracht. Diese stabilisieren die Moräne und halten die Ortbetonwand zurück. Seitlich des Widerlagers erfolgt der Erosionsschutz mit einer permanenten Nagelwand aus zwei Schalen, die mit Bewehrungsmatten armiert sind.

Die Entwässerung der Widerlagerplatte erfolgt derzeit über den Hang. Neu soll das sich ansammelnde Regenabwasser mit einer Freispiegelleitung vom erosionsgefährdeten Bereich weggeführt werden. Gleichzeitig gewährleisten Sickerleitungen, dass anfallendes Oberflächenwasser in die Kander entwässert wird. Als Drainageleitung wird ein SP Teilsickerrohr gemufft inkl. Dichtung mit Schlitzung 220° SN 8 eingesetzt. Das Teilsickerrohr wird mit einem Sickerkiesgemisch 16/45 überdeckt. Eine Grabenabdichtung stellt sicher, dass das Oberflächenwasser in die Drainageleitung gelangt. Die Abdichtung wird mit der Membrane SYTEC Rubberfol 1,2 mm und dem Schutzvlies PPW 1200 od. glw. erstellt.

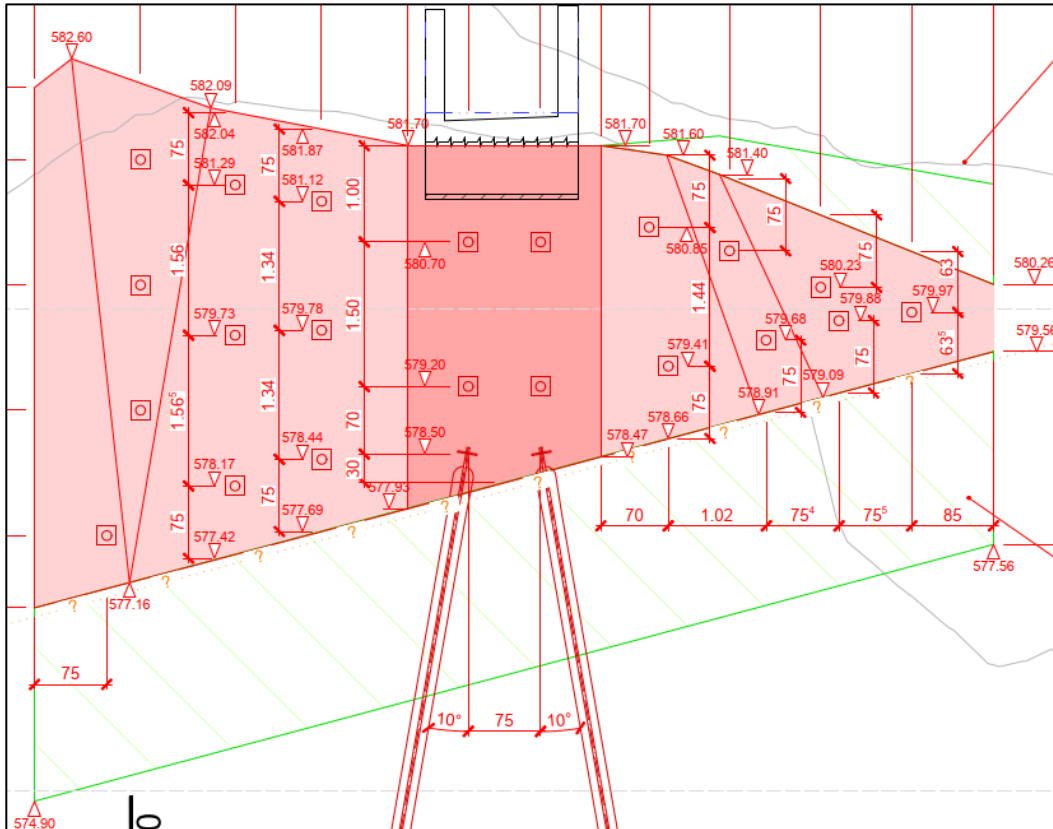


Abbildung 5: Ansicht Erosionsschutzmassnahmen beim Widerlager Ost

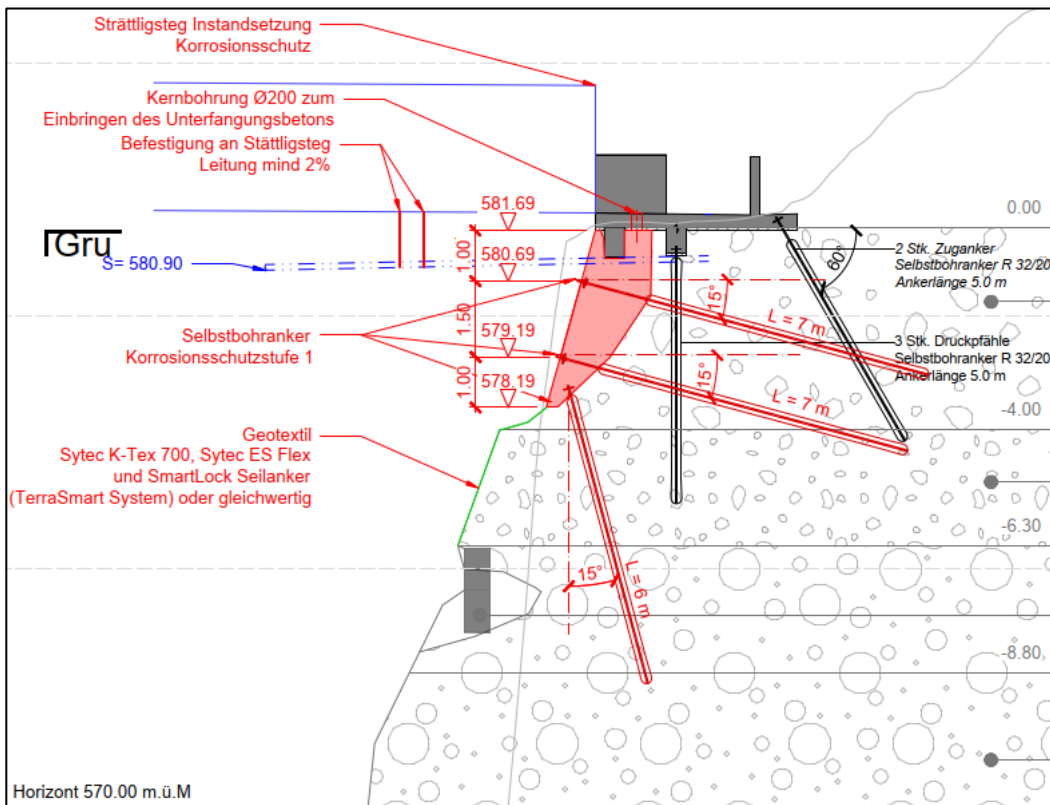


Abbildung 6: Querschnitt Ortbetonunterfangung beim Widerlager Ost

3.2 Widerlager West

Im Rahmen der Instandsetzungsmassnahmen sind Unterhaltsarbeiten am Widerlager West vorgesehen. Dazu gehören lokale Betoninstandsetzungen und das Entfernen von Laub bei den Brückenlagern.

3.3 Stahlkonstruktion

Unabhängig von der Widerlagersanierung kommt die Wiederherstellung des Korrosionsschutzes der Stahlkonstruktion hinzu. Da die Mehrheit der feuerverzinkten Stahloberflächen noch intakt ist wird die Sanierung auf die Obergurte des Fachwerks begrenzt. Die Korrosionsschutzinstandsetzung ist wie folgt vorgesehen:

- Untergrundvorbereitung mittels Ammoniaklösung 25% (ohne Abschleifen von Material),
- 2K EP Grund- und Zwischenbeschichtung mit Intergrad 251 HS od. glw.
- und 2K PU-Deckbeschichtung mit Interhane 990 / 990SG od. glw.

Die Arbeitsstellen werden mit Folien/Vlies abgesichert. Wassergefährdende Stoffe (z.B. Ammoniak) dürfen nicht in die Kander fallen oder ausleeren können und werden entsprechend in Auffangwannen gestellt.

Zusätzlich zur Korrosionsschutzinstandsetzung werden Schrauben ersetzt und nachgezogen. Zudem erfolgt eine Überprüfung und ein teilweiser Ersetz der Befestigungen der Gitterböden.

3.4 Geländer

Im Rahmen der Instandsetzungsarbeiten sollen auch die Geländer erneuert werden. Dies aus dem Grund, dass die horizontalen Geländerholme nach heutigem Standard nicht mehr ausreichend sind, wenn der Schutz von Kindern vollumfänglich gewährleistet werden soll. Die Geländererneuerung umfasst eine Netzfüllung und neue Holme.

4 Bauablauf und Baustellenlogistik

Auf dem Stationsweg und ggf. beim Gwattstutz werden während der Bauarbeiten rd. 20 m² Installationsflächen für Parkplätze, Tanks, Kompressoren usw. beansprucht.

Tabelle 7: Bauablauf und Logistik

Schritt	Arbeiten	Hilfsmittel / Methode
1	Installation und ggf. Einrichtung der bauzeitlichen Sicherung des Strättligstegs	Ggf. am Seil
2	Holzereiarbeiten	Am Seil
3	Erstellen des Versuchsankers beim Widerlager Ost	-
4	Erstellen der Erosionsschutzmassnahmen (permanente Nagelwand und Ortbetonunterfangung)	Am Seil, Materiallieferung mittels Helikopter
5	Kleinarbeiten beim Widerlager West und ggf. Rückbau der bauzeitlichen Sicherung des Strättligstegs	Ggf. am Seil
6	Einrichten von Auffangvorrichtungen für die Korrosionsschutzinstandsetzung	Ggf. am Seil
7	Durchführen der Korrosionsschutzinstandsetzung	Ggf. am Seil
8	Ausführung des Geländerersatzes und Kleinarbeiten an der Stahlkonstruktion	Ggf. am Seil

5 Tragwerksanalyse und Bemessung

5.1 Abgrenzung

In diesem Bericht wird lediglich die Böschungsstabilität im Bereich des Widerlagers Ost abgehandelt. Dauerhaft verlässliche Statische Berechnungen zur gesamten Talflanke unterhalb des Widerlagers Ost sind nicht möglich. Es kann einzig dargelegt werden, dass die vorliegenden Massnahmen die Situation nicht nur lokal beim Widerlager sondern die gesamte Höhe verbessern. Fortschreitende Erosionsprozesse bleiben ein nicht abschliessend bestimmbares Risiko (vgl. Kapitel 2.5).

Die abschliessende Bemessung der ungespannten Anker, der Spritzbetonwand und der Ortbetonunterfangung erfolgt im Submissions- oder Ausführungsprojekt. Die angesetzte Mantelreibung wird in der Ausführung mit Versuchsankern geprüft.

Bereits bei der Instandsetzung im Jahr 2011 ist eine statische Grobüberprüfung der Stahlkonstruktion des Strättligstegs erfolgt. Im Rahmen des vorliegenden Projekts wurden die Ergebnisse aus dem Jahr 2011 plausibilisiert und weitere Vergleichsberechnungen durchgeführt. Daraus ergaben sich keine Hinweise auf Schwachstellen in der Stahlkonstruktion.

5.2 Tragwerksmodell

Der Bereich um das Widerlager Ost wurde in CUBUS Larix mit den Bodenkennwerten aus [P3] für die Moräneablagerungen modelliert. Die Bodenkennwerte für den Hahni-Schotter werden in Abstimmung mit dem Geotechnischen Institut über eine Rückrechnung in CUBUS Larix iterativ bestimmt (vgl. Kapitel 5.3).

Im Böschungsstabilitätsmodul werden die ungespannten Anker (Nägel) als Scherwiderstände und die Mantelreibung der Mikropfähle als Einwirkung angesetzt. Dieses Modell erlaubt die Überprüfung der Stabilität der Talflanke.

Im Modell wird die Diskontinuität resp. der Ausbruch im Bereich der Bestehenden Betonunterfangung unterhalb des Widerlagers Ost berücksichtigt, indem die Talflanke bis zur vermuteten Ausbruchtiefe nicht angesetzt wird (vgl. Abbildung 7).

Die Mantelreibung der Mikropfähle wird als Einwirkung angesetzt. Dabei wird auf der sicheren Seite liegend der im Projekt von 2011 angesetzte Tragwiderstand der Mikropfähle (60 kN je Pfahl) als einwirkende Kraft (q_k) über die Pfahllänge verteilt angesetzt. Für die bestehenden Mikropfähle wird im Modell ein Scherwiderstand von rd. 30 kN angesetzt.

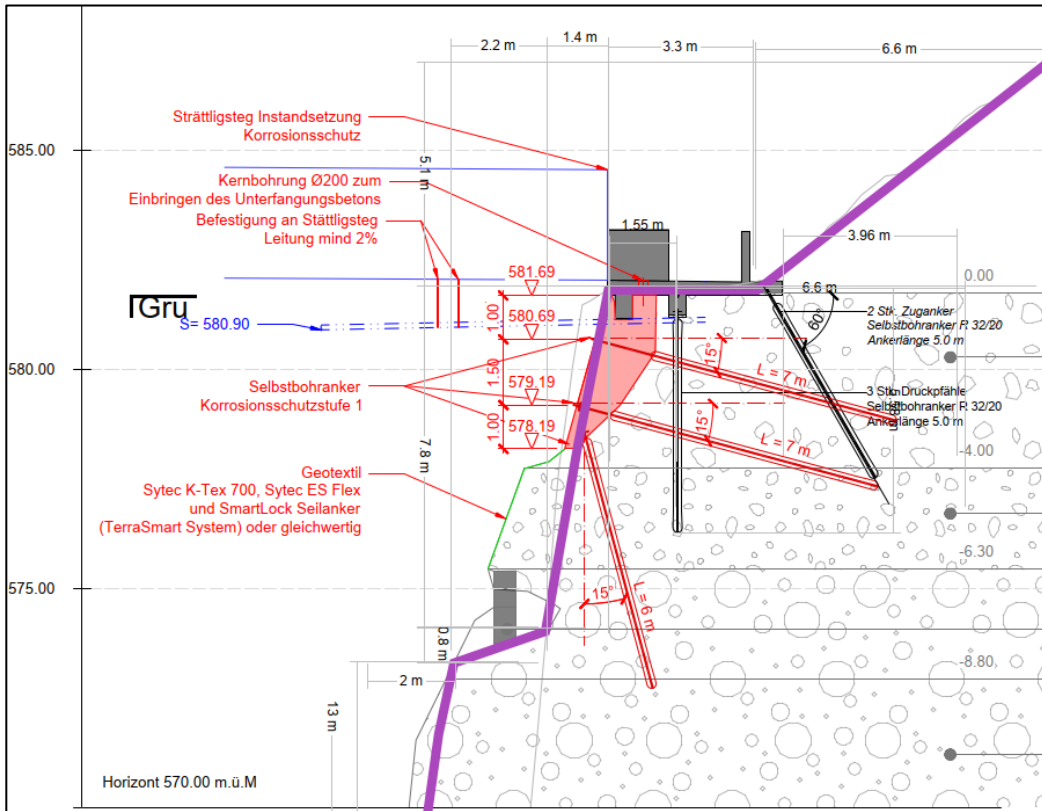


Abbildung 7: Berücksichtigte Terrainlinie (violett) auf Grund des Ausbruchs bei der bestehenden Betonunterfangung

5.3 Rückrechnung der Bodenkennwerte des Hahni-Schotters

In Abstimmung mit dem Geotechnischen Institut wird für die Rückrechnung ein Reibungswinkel von 40° und eine Wichte von 21 kN/m^2 angesetzt und mit der Rückrechnung die Kohäsion des verkitteten Hahni-Schotters bestimmt. Dazu wird eine steilere Stelle der Talflanke weiter flussaufwärts zugrunde gelegt (vgl. Abbildung 8). Die Rückrechnung zeigt, dass eine Kohäsion von 70 kN/m^2 möglich ist (vgl. Abbildung 9) und in den Berechnung der Böschungsstabilität berücksichtigt werden kann. Die Rückrechnung ist im Anhang A dokumentiert.

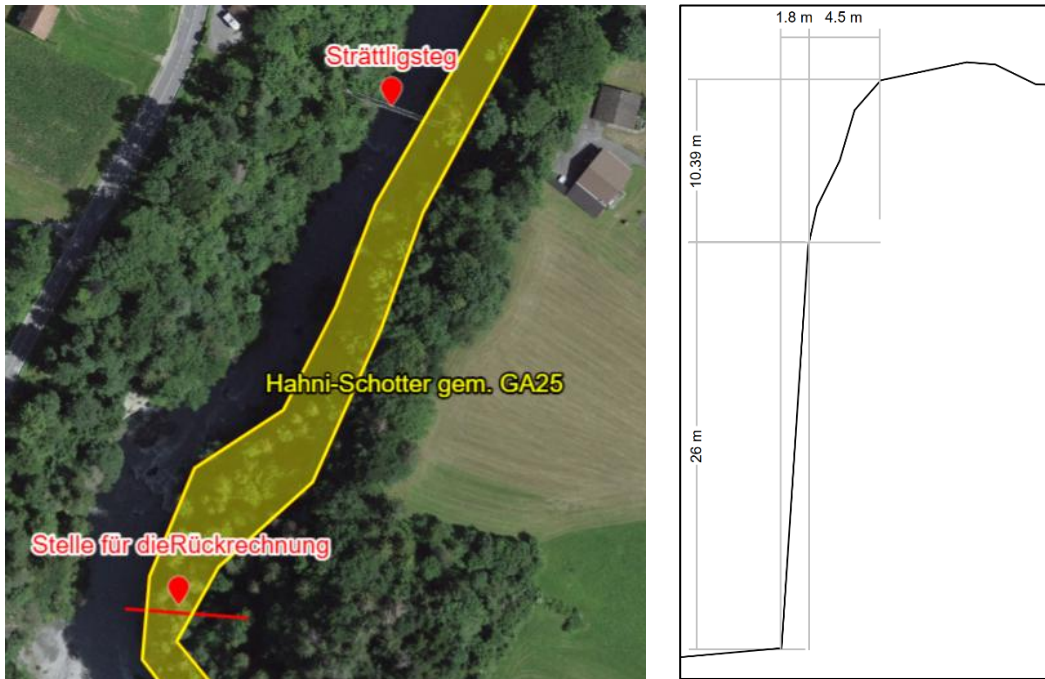


Abbildung 8: Berücksichtigter Schnitt für die Rückrechnung auf Basis von Swissalti 3d

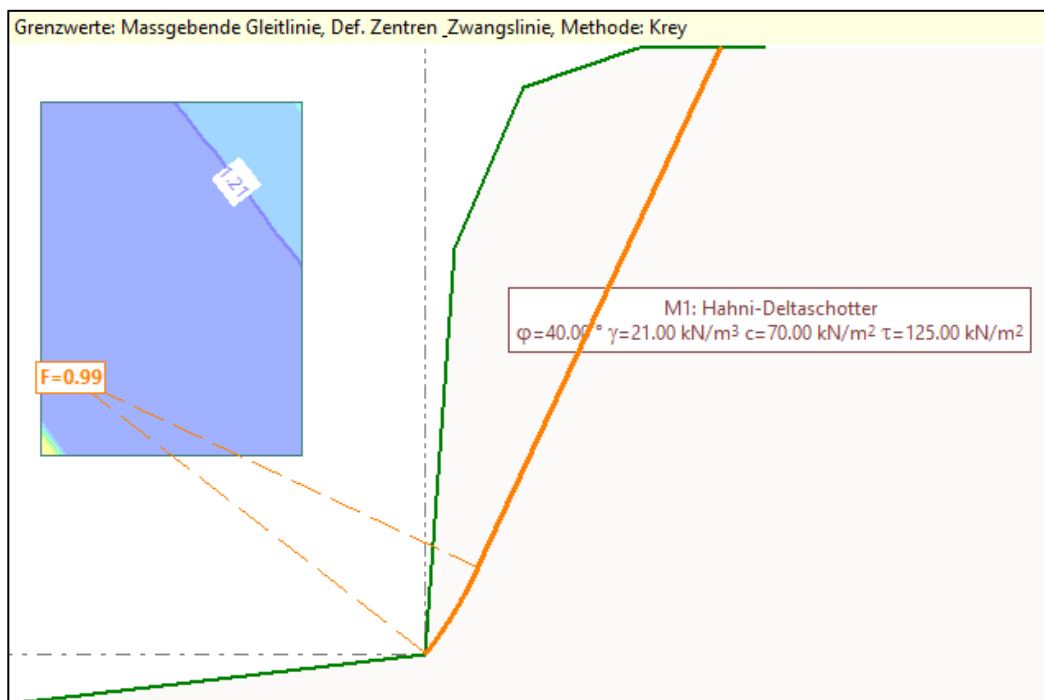


Abbildung 9: Rückrechnung der Bodenkennwerte des Hahni-Schotters mit globaler Sicherheit [globaler Beiwerte mit 1,0 berücksichtigt]

5.4 Bemessungssituationen

5.4.1 Grenzzustände der Tragsicherheit

Tabelle 8: Lastbeiwerte für Gefährdungsbilder GZT Typ 2 (Innerer Tragwiderstand)

Einwirkungen	Lastbeiwerte
Ständige Einwirkungen	
Eigenlasten	1,35 / 0,8
Auflasten	1,35 / 0,8
Erddruck	1,35 / 0,7
Veränderliche Einwirkungen	
Nutzlast	1,5/0

Tabelle 9: Lastbeiwerte für Gefährdungsbilder GZT Typ 3 (Geländebruch / Böschungsbruch)

Einwirkungen	Lastbeiwerte
Ständige Einwirkungen	
Eigenlasten	1,0
Auflasten	1,0
Erddruck	1,0
Veränderliche Einwirkungen	
Nutzlast	1,3

5.4.2 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit

Die Gebrauchstauglichkeitsnachweise der Spritzbetonschale und der Ortbetonunterfangung werden im Submissionsprojekt abgehandelt.

5.5 Auswirkungen

Die Schnittkräfte in der Spritzbetonschale und der Ortbetonunterfangung werden im Submissionsprojekt abgehandelt.

5.6 Nachweise Tragsicherheit

5.6.1 Böschungsstabilität

Die Resultate zeigen, dass durch die Erosionsschutzmassnahmen die Böschungsstabilität um rd. 5% bis 7% verbessert wird. Die Nachweise der Böschungsstabilität sind mit der hergeleiteten Kohäsion von 70 kN/m² erfüllt.

Die Sensitivitätsanalyse zeigt, dass der Erfüllungsgrad bei einer Reduktion der Kohäsion von 29% nur um rd. 8% bis 12% abnehmen würde. Die Sensitivität bezüglich der Kohäsion ist damit nicht kritisch.

Tabelle 10: Erfüllungsgrade der untersuchten Fälle (vgl. Anhang B)

Bereich / Gleitkreis und Massnahmen	Kohäsion [kN/m ²]	Erfüllungsgrad [-]
Gleitkreis im lokal beim Widerlager Ost Mit Vernagelung (Erosionsschutzmassnahme)	70	1,01
Gleitkreis im lokal beim Widerlager Ost Ohne Vernagelung (IST-Zustand)	70	0,96
Gleitkreis ganze Talflanke beim Widerlager Ost Mit Vernagelung (Erosionsschutzmassnahme)	70	1,04
Gleitkreis ganze Talflanke beim Widerlager Ost Ohne Vernagelung (Erosionsschutzmassnahme)	70	0,97
<i>Sensitivitätsanalyse (Kohäsion Hahni-Deltaschotter)</i>		
<i>Gleitkreis im lokal beim Widerlager Ost Mit Vernagelung (Erosionsschutzmassnahme)</i>	<i>50 / 60 / 80</i>	<i>0,93 / 0,97 / 1,05</i>
<i>Gleitkreis ganze Talflanke beim Widerlager Ost Mit Vernagelung (Erosionsschutzmassnahme)</i>	<i>50 / 60 / 80</i>	<i>0,92 / 0,98 / 1,11</i>

5.6.2 Biegung und Längsbewehrung

Die Biege- und Längsbewehrung (inkl. Mindestbewehrung) der Spritzbetonschale und der Ortbetonunterfangung werden im Submissionsprojekt abgehandelt.

5.6.3 Querkraft und Durchstanzen

Die Querkraft- und Durchstanznachweise der Spritzbetonschale und der Ortbetonunterfangung werden im Submissionsprojekt abgehandelt.

5.7 Nachweise Gebrauchstauglichkeit

Die Gebrauchstauglichkeitsnachweise der Spritzbetonschale und der Ortbetonunterfangung werden im Submissionsprojekt abgehandelt.

6 Kosten

Tabelle 11: Kostenvoranschlag Bauprojekt +- 10%, Preisbasis März 2026

Pos.	Massnahme	Kosten exkl. MwSt. [CHF]
1.0 Bauarbeiten		
1.1	Spezialist Felssicherung	
1.1.1	Installation	12'000
1.1.2	Spritzbetonschale	11'500
1.1.3	Ortbetonunterfangung	13'000
1.1.4	Ungespannte Anker	15'000
1.1.5	Geotextil & Drahtgitter-System	2'500
1.1.6	Entwässerung Brückenwiderlager / Hangentwässerung	1'500
1.1.7	Kleinarbeiten (Ankerproben, Gehölze entfernen, Sicherung und Lagerreinigung o. dgl.)	7'000
1.2	Metallbauer	
1.2.1	Rückbau Geländer und Errichten der neuen Geländerkonstruktion mit Webnetfüllung	35'000
1.3	Spezialist Korrosionsschutz	
1.3.1	Installation und Abdeckerarbeiten	4'000
1.3.2	Lokale Korrosionsinstandsetzungen	10'500
Total Bauarbeiten exkl. MwSt.		112'000
2.0 Honorare		
2.1	Vorprojekt und Bauprojekt	30'000
2.2	Auflageprojekt, Submission und Ausführungsprojekt inkl. Bauleitung	32'000
2.3	Geologie	4'000
Total Projekt und Bauleitung exkl. MwSt.		66'000
3.0 Baunebenkosten		
3.1	Entschädigung, Inkonvenienzen, temporärer Landerwerb	5'000
3.2	Landerwerb	0
3.3	Diverses (Vermessung, Vermarchung, Bewilligungen, etc.)	3'000
3.4	Baugrundaufschlüsse Baumeister (Sondagen, Bohrungen)	0
Total Verschiedenes exkl. MwSt.		8'000
Zwischentotal I		186'000
	Risikokosten (Teuerung / Projektanpassungen / Witterung / allg. Baurisiken / Baugrund)	47'000
Zwischentotal II		233'000
	MwSt. 8.1%	19'000
Total Projekt ohne zusätzliche Reserven, gerundet		252'000

7 Ausnahmegesuche

Im Rahmen des Bewilligungsverfahrens sind die in Tabelle 12 genannten Bewilligungen einzuholen.

Tabelle 12: Spezialbewilligungen

Bewilligung	Referenz	Bemerkung
Ausnahmebewilligung für Eingriffe in die Ufervegetation	Art. 18 Abs. 1bis und 1ter NHG Art. 21 und 22 Abs. 2 NHG Art. 12, Art. 13 Abs. 3 und Art. 17 NSchV	Die vorgesehenen Massnahmen bedingen einen Eingriff in die Ufervegetation. Das Vorhaben ist an den geplanten Standort gebunden. Das Vorhaben sieht die bestmöglichen Schutz-, Wiederherstellungs- oder ansonsten zu ökologisch gleichwertigen Ersatzmassnahmen vor.
Ausnahmebewilligung für Beseitigung der Ufervegetation	Art. 22 NHG Art. 12, Art.13, Abs. 3, Art.17, Art. 19, Art. 20 NSchV	Die vorgesehenen Massnahmen bedingen einen Eingriff in die Ufervegetation. Das Vorhaben ist an den geplanten Standort gebunden. Das Vorhaben sieht die bestmöglichen Schutz-, Wiederherstellungs- oder ansonsten zu ökologisch gleichwertigen Ersatzmassnahmen vor.
Ausnahmegesuch für das Bauen ausserhalb des Baugebiets	Art. 24 ff RPG Art. 5, Art. 30 Abs. 3 WBG Art. 81ff Baugesetz des Kantons Bern	Die Bauwerke sind an die geplanten Standorte gebunden.
Bauen innerhalb des Gewässerraums	Art. 41c GSchV	Die vorgesehenen Massnahmen sind standortgebunden und liegen innerhalb des Gewässerraums.
Rodungsgesuch	-	Die vorgesehenen Massnahmen sind standortgebunden und liegen innerhalb des Waldes.

Anhang A Rückrechnung der Bodenkenwerte des Hahni-Deltaschotters

BERECHNUNGSOPTIONEN

Widerstandsbeiwerte (1)

Name	GZ TS 1 [-]	GZ TS 2 [-]	GZ TS 2a [-]	GZ TS 3 [-]	GZ G [-]	global [-]
Vorgespannter Anker			1.35	1.35		1.00
Scherwiderstand			1.30	1.30		1.00
Bodennagel/ Haftungselement			1.35	1.35		1.00
Reibungswinkel $\gamma_{M\phi}$			1.20	1.20		1.00
Kohäsion γ_{Mc}			1.50	1.50		1.00

Berechnungsparameter (1)

Name	GZ TS 1 [-]	GZ TS 2 [-]	GZ TS 2a [-]	GZ TS 3 [-]	GZ G [-]	global [-]	
Partialfaktor für den Tragwiderstand γ_R			1.00	1.00		1.00	-

Einwirkungen (1)

Name	Typ	Set	GZ Typ 1		GZ Typ 2		GZ Typ 3		γ [-]
			γ [-]	γ_{inf} [-]	γ [-]	γ_{inf} [-]	γ [-]	γ_{inf} [-]	
Eigenlast	ständig		1.10	0.90	1.35	0.80	1.00	1.00	1.35
Erddruck ständig	ständig		1.35	0.80	1.35	0.70	1.00	1.00	1.35
Wasserdruck ständig	ständig		1.05	0.95	1.20	0.90	1.00	1.00	1.20

GZ Typ 1 : Grenzzustand Typ 1
 GZ Typ 2 : Grenzzustand Typ 2
 GZ Typ 3 : Grenzzustand Typ 3
 : Grenzzustand Typ 2a

Einwirkungen (2)

Name	γ_{inf} [-]	ψ -Beiwerte			u
		ψ_0 [-]	ψ_1 [-]	ψ_2 [-]	
Eigenlast	1.00				Ja
Erddruck ständig	0.70				Nein
Wasserdruck ständig	0.90				Nein

: Grenzzustand Typ 2a
 ψ -Beiwerte : Reduktionsbeiwerte
 u : Einwirkung ist benutzt

Lamellenverfahren

Methode	δ_T [-]	n_L	dx_{min} [m]	gerade Randbereiche
Krey	0.0200	200	0.01	mit

δ_T : Konvergenztoleranz der Iteration
 n_L : Anzahl Lamellen
 dx_{min} : minimale Lamellenbreite

BAUGRUNDMODELL

Bodenschichteigenschaften

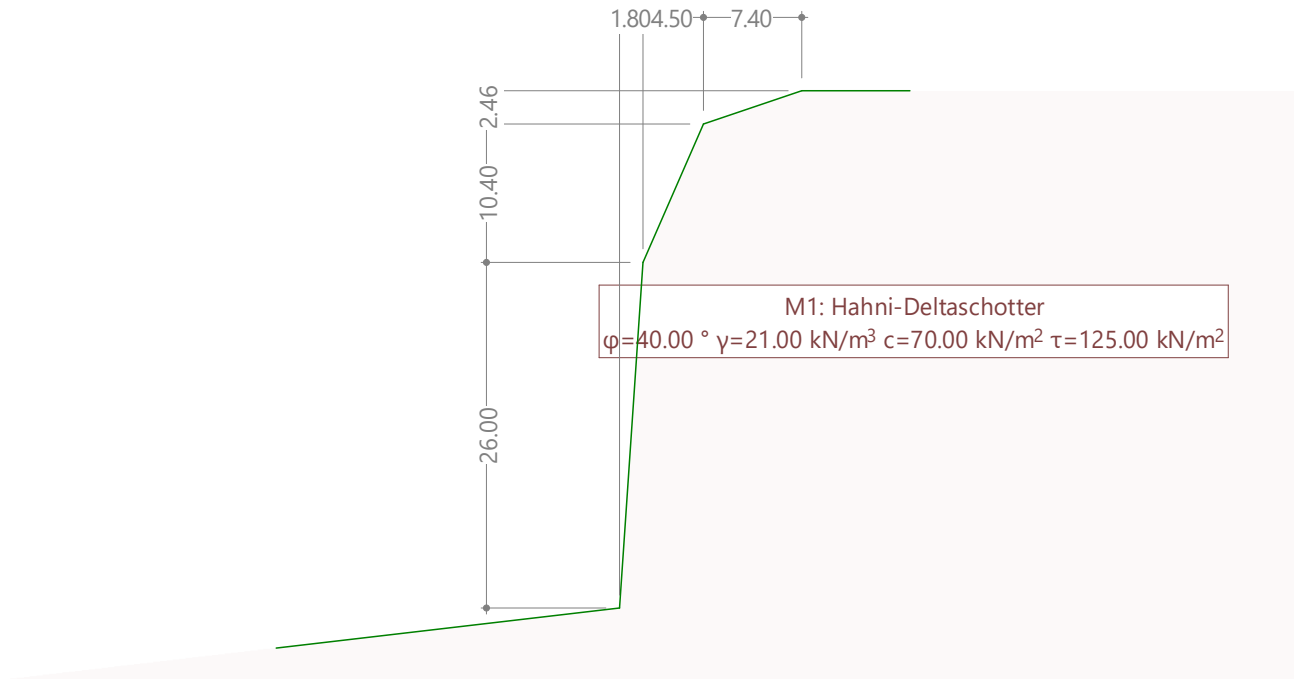
Id	Beschreibung	ϕ_k [°]	γ_k [kN/m ³]	c_k [kN/m ²]	τ [kN/m ²]
M1	Hahni-Deltaschotter	40.00	21.00	70.00	125.00

Polygone Baugrundmodell

Pkt	Terrain	
	x [m]	y [m]
1	-25.78	-3.00
2	0	0
3	1.80	26.00
4	6.30	36.40
5	13.70	38.86
6	21.82	38.86

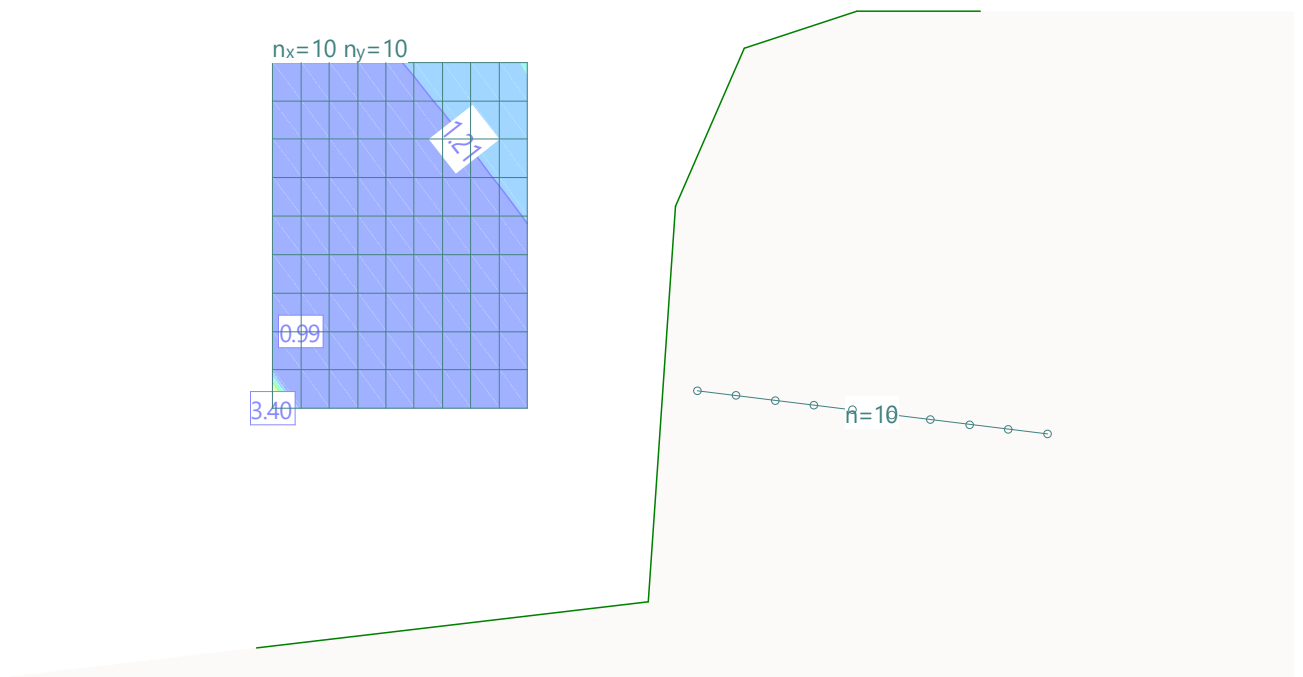
Geotechnical model

Mstb. 1 :568.4



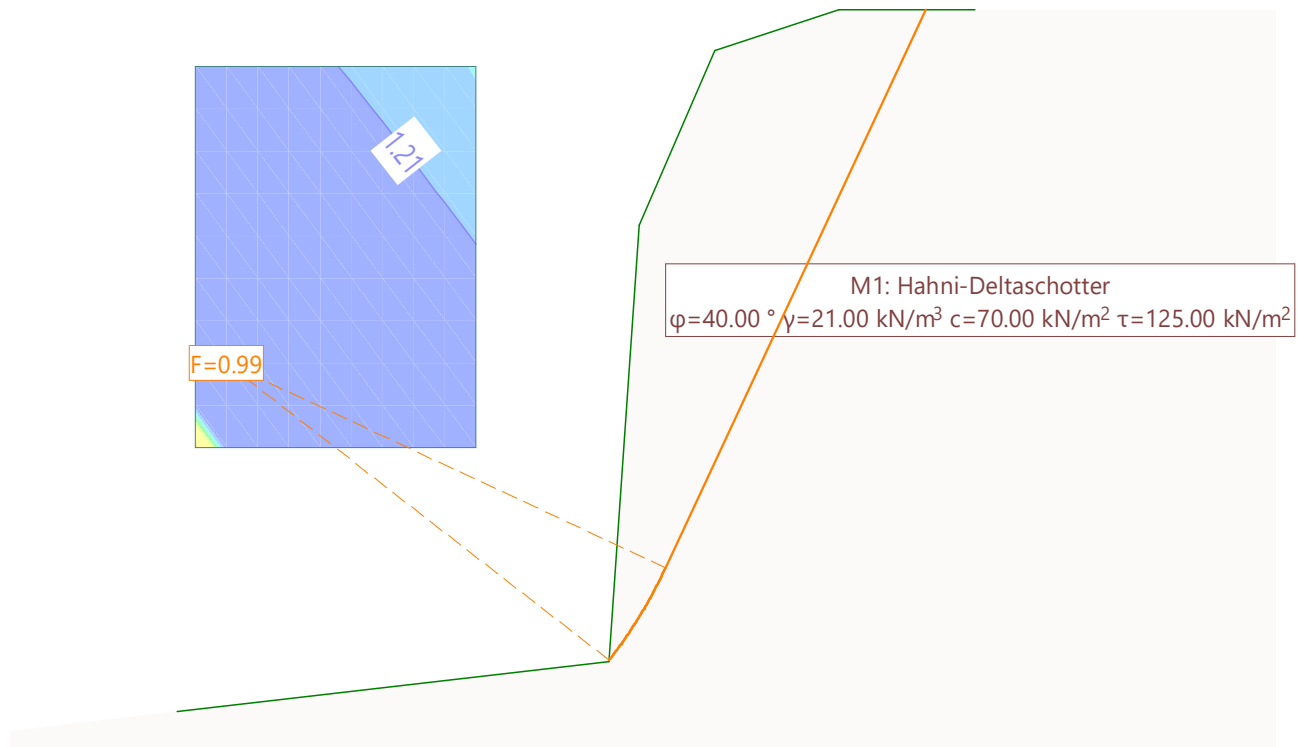
Definition of slip lines: Centres and constraint line

Mstb. 1 :497.2



Grenzwerte: Massgebende Gleitlinie, Def. Zentren & Zwangslinie, Methode: Krey

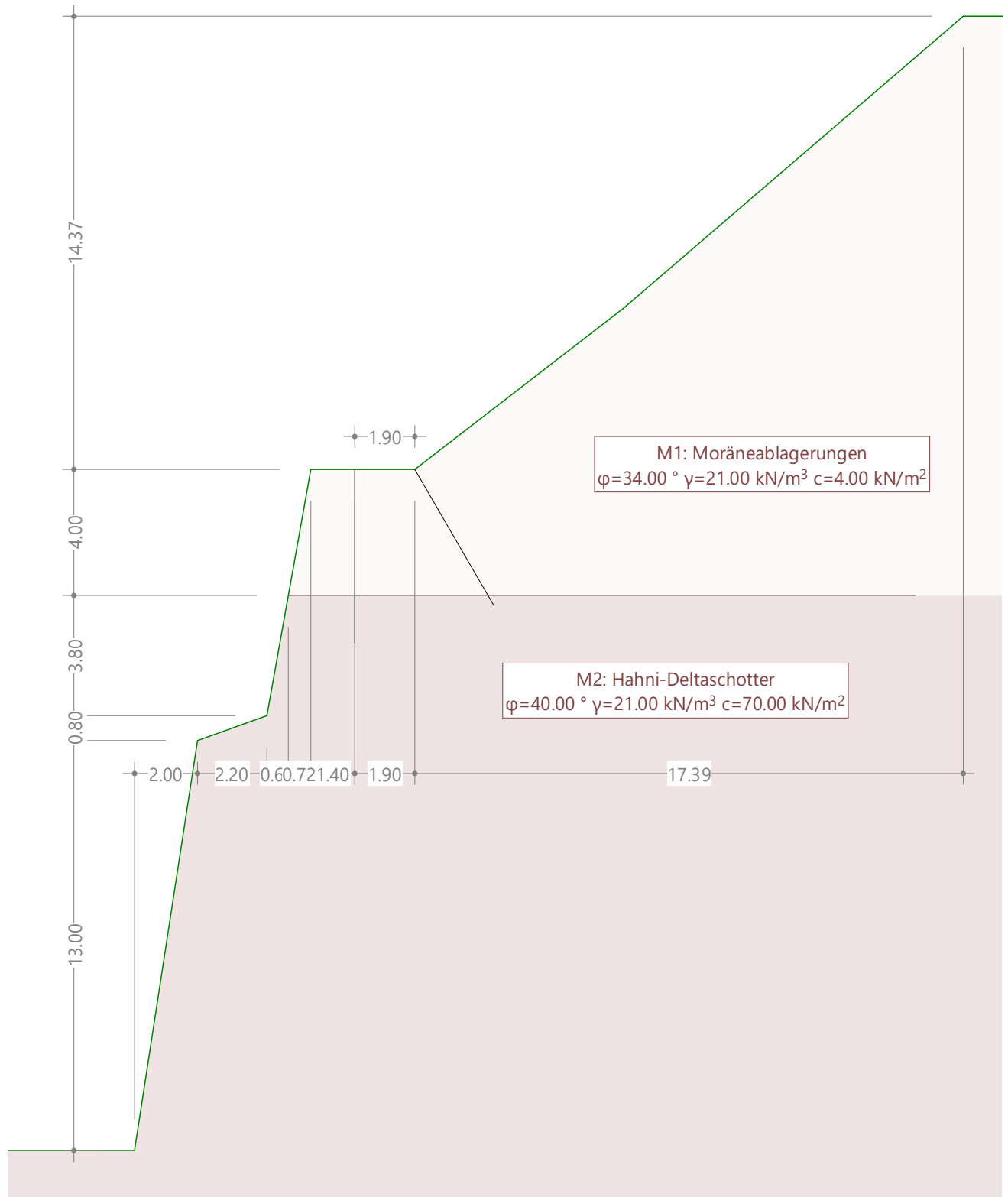
Mstb. 1 :451.0



Anhang B Böschungsstabilitätsnachweis

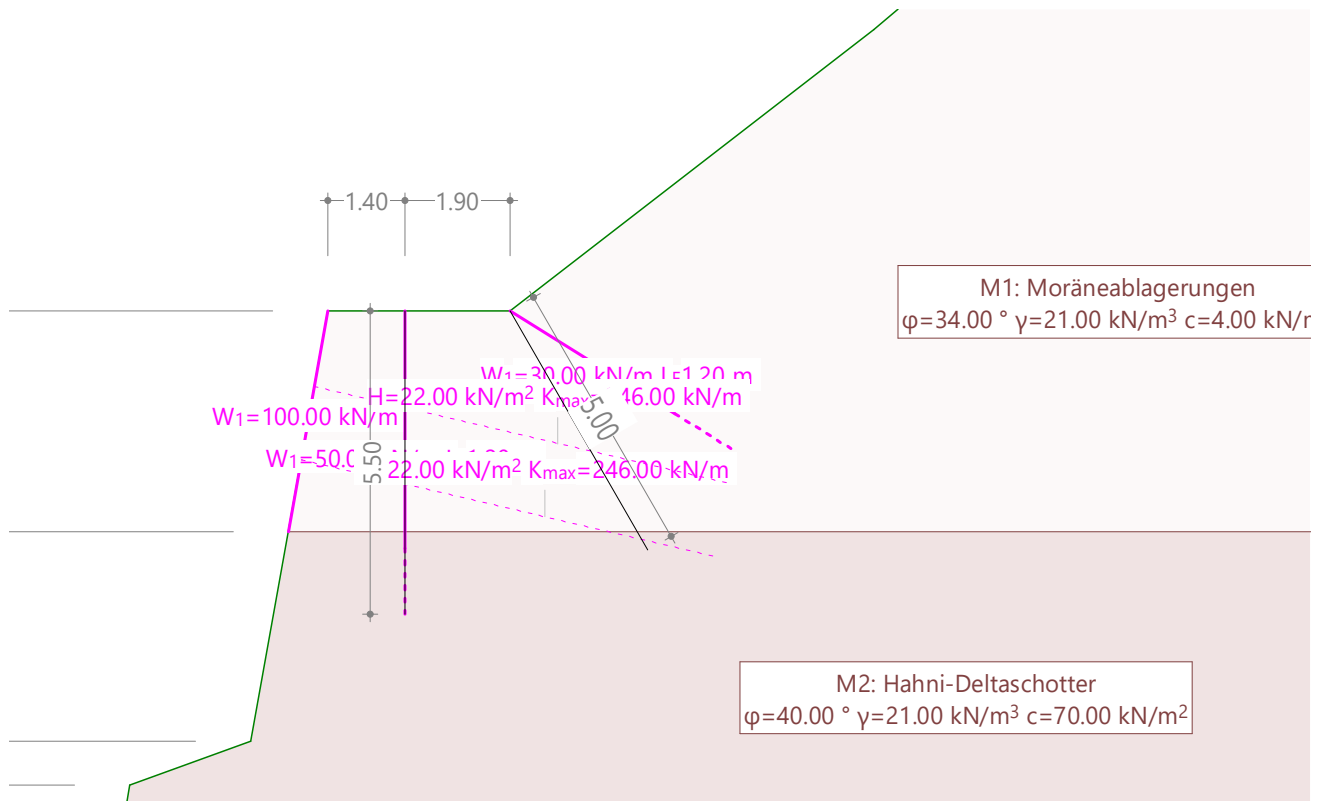
Geotechnical model

Mstab. 1 :183.3 (-5.83,-14.40..25.31,23.69)



Geotechnical model

Mstb. 1 :137.1 (-2.04,-0.19..21.24,13.93)



BAUGRUNDMODELL

Bodenschichteigenschaften

Id	Beschreibung	φ_k [°]	γ_k [kN/m ³]	c_k [kN/m ²]
M1	Moräneablagerungen	34.00	21.00	4.00
M2	Hahni-Deltaschotter	40.00	21.00	70.00

Scherwiderstände

Parameter			Geometrie			
W_1 [kN/m]	W_2 [kN/m]	L_E [m]	x_1 [m]	y_1 [m]	x_2 [m]	y_2 [m]
100.00	100.00	0	3.60	8.60	2.88	4.60
30.00	30.00	1.20	6.90	8.60	10.90	6.10
50.00	50.00	1.20	5.00	8.60	5.00	3.10

L_E : Länge der Einleitungszone

Haftungselemente

Parameter		Geometrie					
H [kN/m ²]	K_{max} [kN/m]	x_1 [m]	y_1 [m]	x_2 [m]	y_2 [m]	α [°]	l [m]
22.00	246.00	3.35	7.22	10.82	5.48	-13.12	7.66
22.00	246.00	3.35	7.22	10.82	5.48	-13.12	7.66
22.00	246.00	3.35	7.22	10.82	5.48	-13.12	7.66
22.00	246.00	3.12	5.90	10.58	4.16	-13.12	7.66

H : Haftungskraft
 K_{max} : Kraft für das Ausreißen bzw. das Zerreißen des Haftungselementes
 l : Länge des Haftungselementes

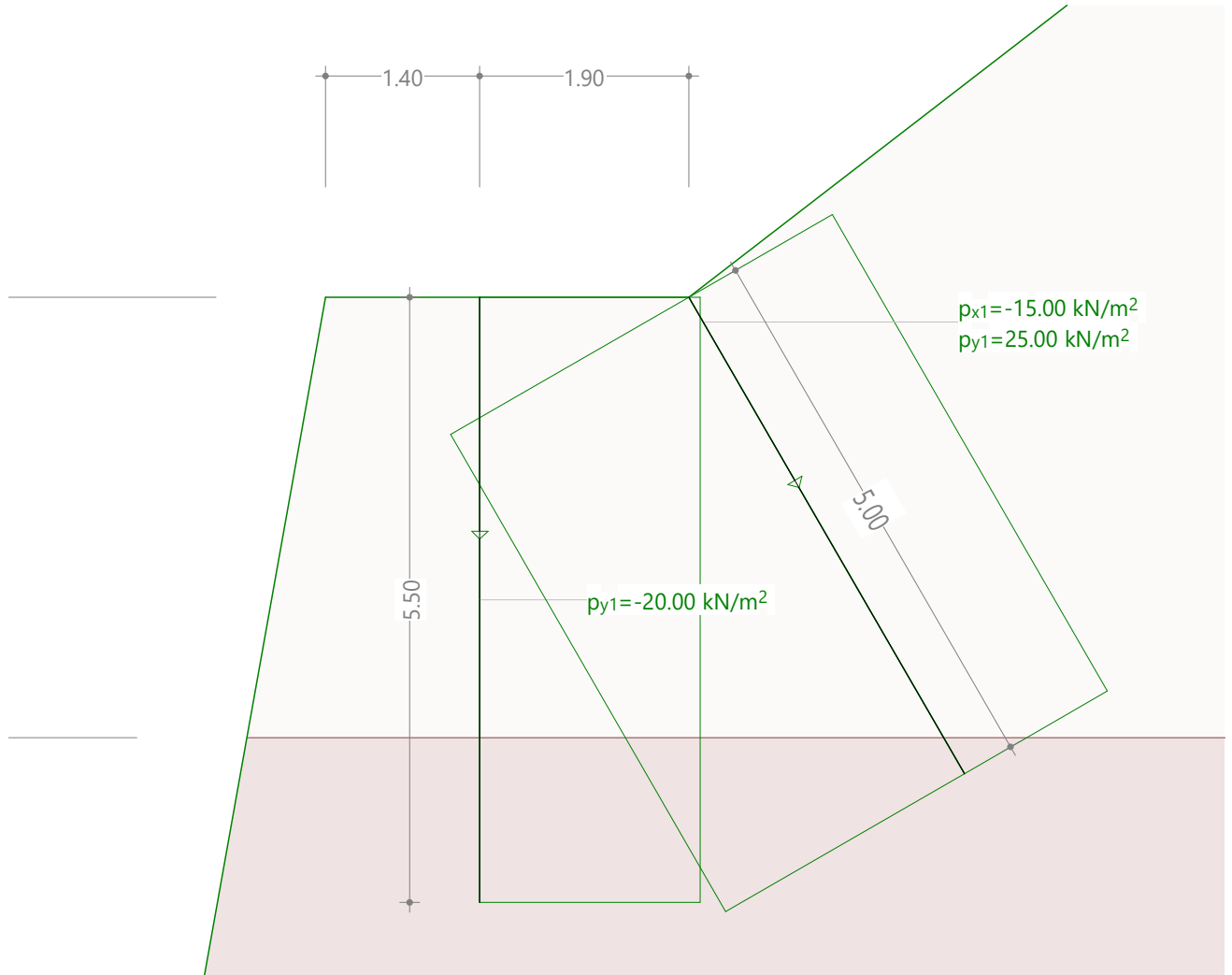
Polygone Baugrundmodell

Pkt	Terrain		Schichtgrenze 1	
	x [m]	y [m]	x [m]	y [m]
1	-10.00	-13.00	2.88	4.60
2	-2.00	-13.00	22.76	4.60
3	0	0		
4	2.20	0.80		
5	3.60	8.60		
6	6.90	8.60		
7	13.50	13.70		
8	24.29	22.97		
9	35.57	22.97		

Schichtgrenze 1 : Bodenschichtgrenze

Belastung M: Mikropfähle

Mstb. 1 :64.2 (0.78,2.50..11.69,11.17)



BELASTUNG M: Mikropfähle (Nutzlast)

Flächenlasten

x ₁ [m]	Koordinaten			Lastwerte			
	y ₁ [m]	x ₂ [m]	y ₂ [m]	p _{1x} [kN/m ²]	p _{1y} [kN/m ²]	p _{2x} [kN/m ²]	p _{2y} [kN/m ²]
5.00	8.60	5.00	3.10	0	-20.00	0	-20.00
6.90	8.60	9.40	4.27	-15.00	25.00	-15.00	25.00

Grenzwertspezifikation: !GZ Tragsicherheit Typ 3

Beschreibung

Standard-Bemessungssituation: Tragsicherheit Grenzzustand Typ 3 (1C)

Einwirkungskombinationen

Nr	Einwirkung Name	1		2		Einwirkungskombinationen
1	Eigenlast	1		1		
2	Nutzlast	1.3				

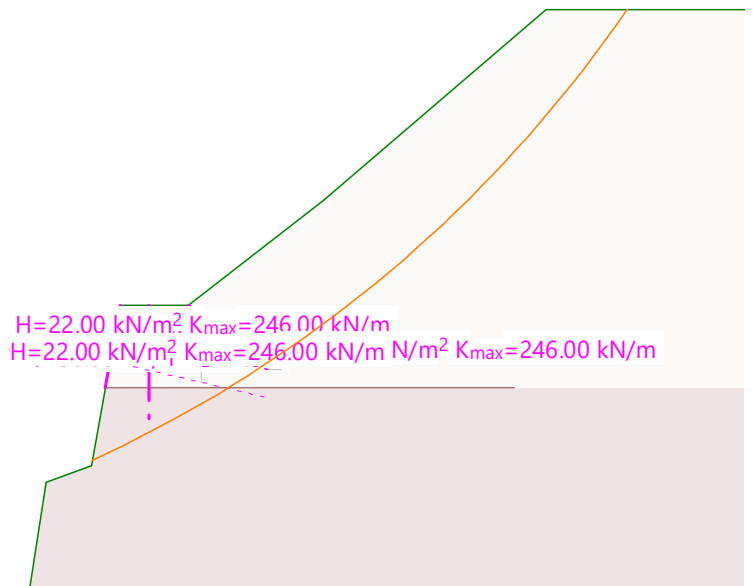
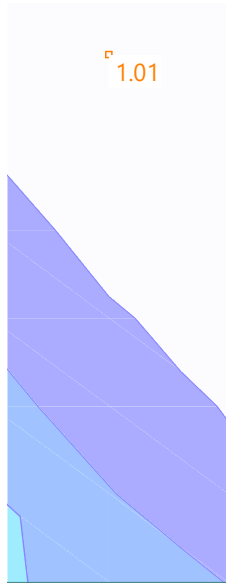
BERECHNUNGSOPTIONEN

Optionen

Methode	δ _T [-]	n _L	gerade Randbereiche	
Krey	0.0200	200	mit	die Standsicherheit wird iterativ bestimmt

δ_T : Konvergenztoleranz der Iteration
n_L : Anzahl Lamellen

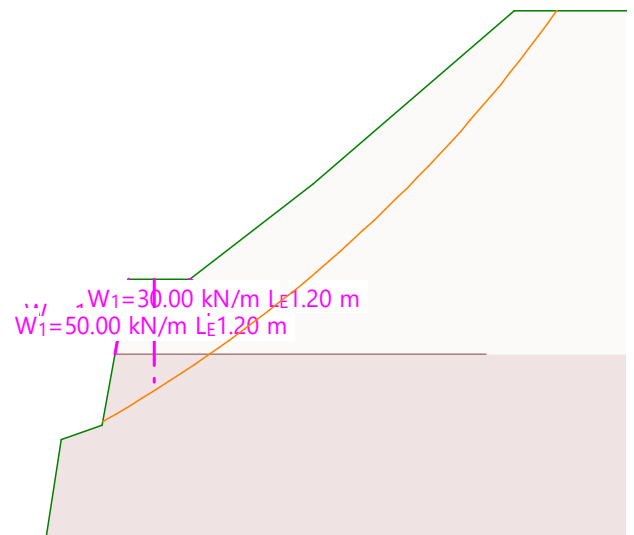
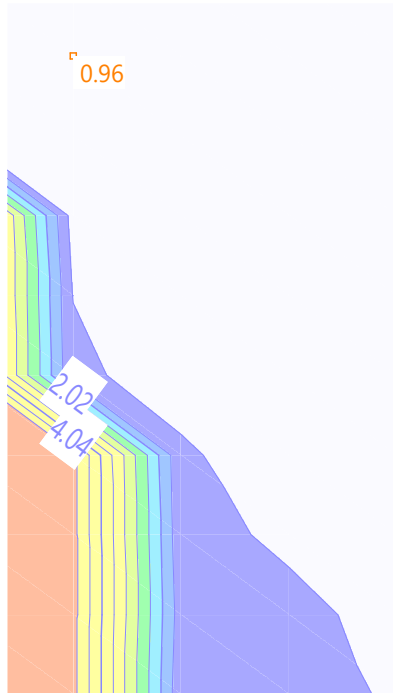
IGZ Tragsicherheit Typ 3, EWK 1: Massgebende Gleitlinie, Definition mit Zentren und Zwangslinie Mstb. 1 :367.5 (-28.92,-4.79..33.49,60.82)



Grenzwerte: Massgebende Gleitlinie, Definition mit Zentren und Zwangslinie

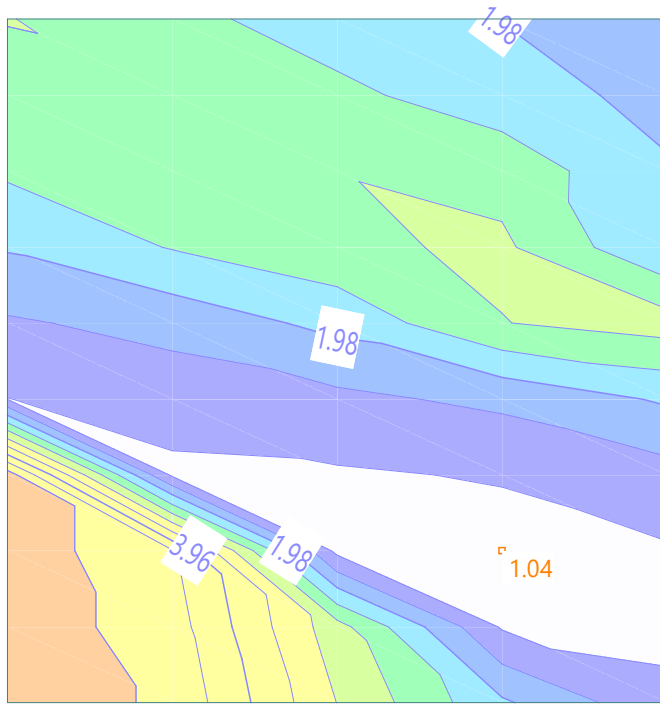
Mstb. 1 :405.2 (-39.01,-4.75..29.80,69.66)

WICHTIG: OHNE Erosionsschutzmassnahme (Nägel)

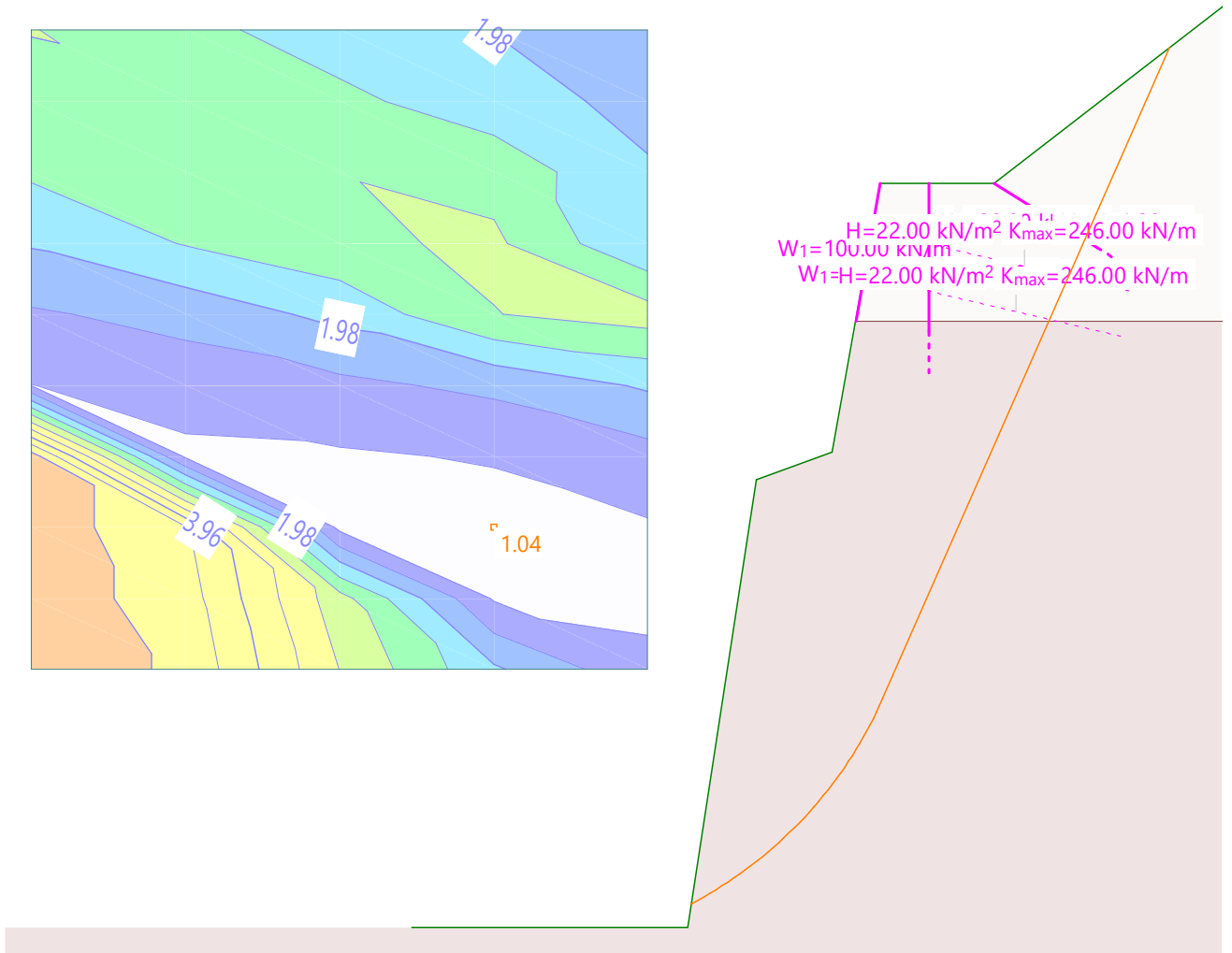


Grenzwerte: Massgebende Gleitlinie, Definition mit Zentren und Zwangslinie

Mstb. 1 :205.2 (-21.59,-13.54..13.26,15.47)

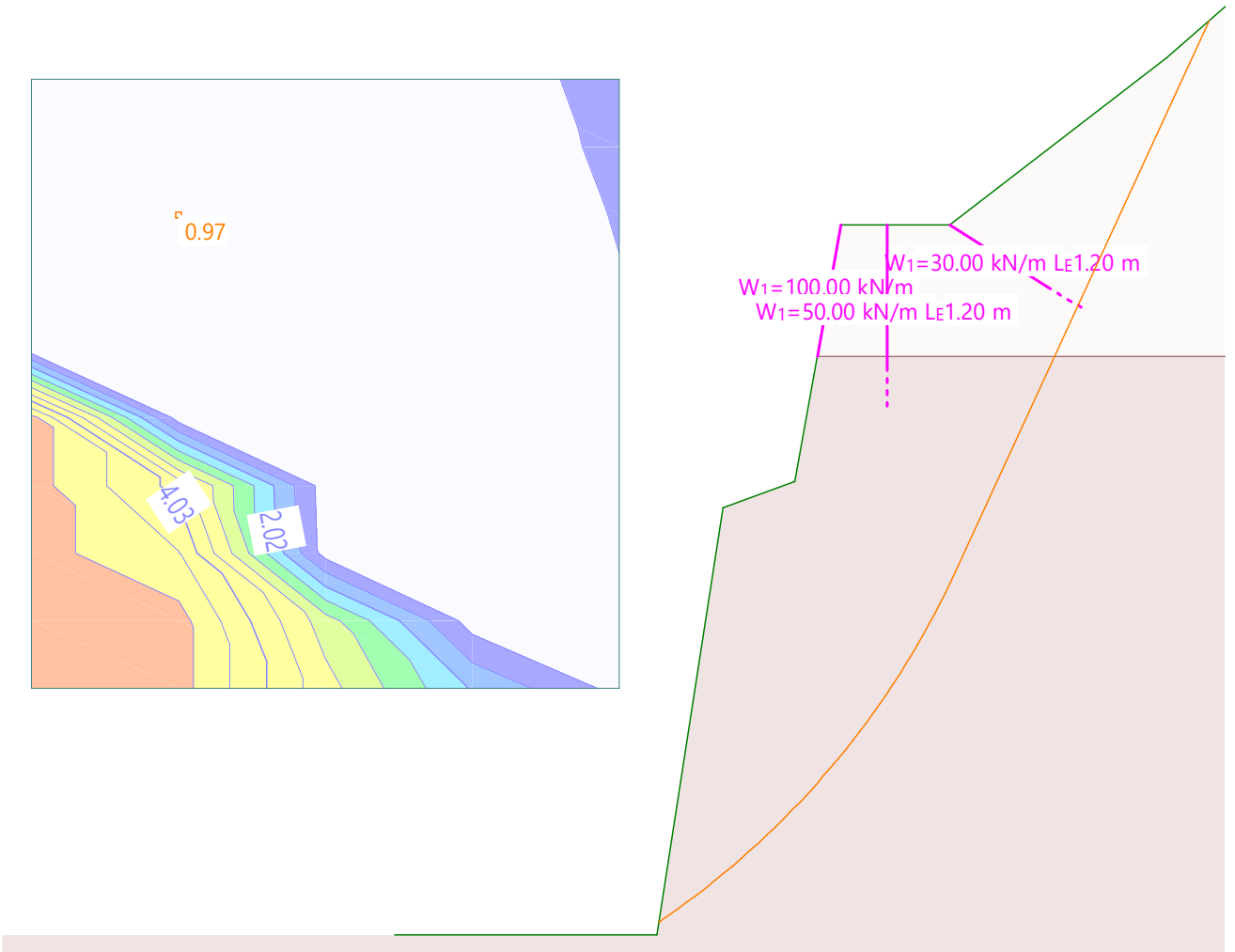


$H=22.00 \text{ kN/m}^2$ $K_{\max}=246.00 \text{ kN/m}$
 $W_1=100.00 \text{ kN/m}$
 $W_1=H=22.00 \text{ kN/m}^2$ $K_{\max}=246.00 \text{ kN/m}$



Grenzwerte: Massgebende Gleitlinie, Definition mit Zentren und Zwangslinie
WICHTIG: OHNE Erosionsschutzmassnahmen (Nägel)

Mstb. 1 :216.4 (-21.72,-13.41..15.03,17.96)



Anhang C Visualisierung des Brückengeländers

Visualisierung zu Offerte 22610 Sanierung Strättligsteg

Visualisierung Brücke mit Netzgeländer



Referenzbild Geländer mit Jakob Webnet Füllung

<https://www.jakob.com/ch/de/referenzen/webnet-am-baumwipfelpfad-in-laax>

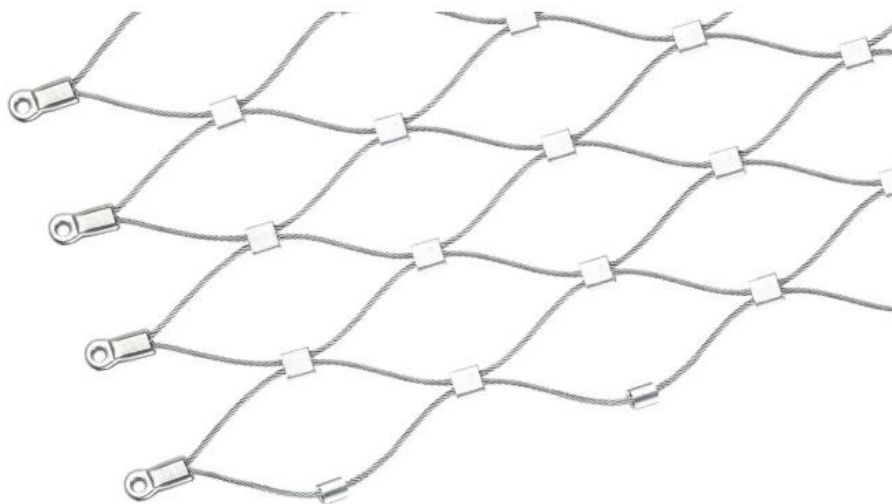


Visualisierung Brücke mit Netzgeländer



Jakob Webnet

<https://www.jakob.com/ch/de/produkte/architektur/webnet>



Folgekosten

Instandsetzung Strätligsteg Einigen	Jahr:	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Bruttokosten	263'000										
Beiträge Dritter / Subventionen (anrechenbar)*	-/-										
Anlagewert VV (Nettoinvestition)	263'000										
Inbetriebnahme	Jahr	2026									
kumulierte Abschreibungen		6'575	13'150	19'725	26'300	32'875	39'450	46'025	52'600	59'175	65'750
Restwert 31.12.		256'425	249'850	243'275	236'700	230'125	223'550	216'975	210'400	203'825	197'250
Kapitalkosten:											
Abschreibungen	40 Jahre	2.50% linear	6'575	6'575	6'575	6'575	6'575	6'575	6'575	6'575	6'575
Zinssatz auf Restbuchwert		1.5%	3'846	3'748	3'649	3'551	3'452	3'353	3'255	3'156	3'057
Betriebskosten:											
Folgekosten, Mehrkosten/Jahr	Pauschal	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Folgekosten in % Anlagewert	0.0%		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Folgeerträge/Jahr	-/-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Folgekosten		10'421	10'323	10'224	10'126	10'027	9'928	9'830	9'731	9'632	9'534
Durchschnittliche Folgekosten der ersten 10 Jahre		9'978									
Auswirkung auf Steuerhaushalt											
in 1/100 Steuern		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1 Steueranlagehunderstel		209'000	210'000	211'000	212'000	213'000	209'001	214'000	215'000	216'000	217'000

* rechtlich oder wirtschaftlich zugesichert