



Projekt/progetto:

**UMFAHRUNG VAHRN
BAUARBEITEN OHNE ANSCHLUSS BRIXEN NORD
CIRCONVALLAZIONE VARNA
OPERE CIVILI SENZA COLLEGAMENTO BRESSANONE NORD**

AUSFÜHRUNGSPROJEKT - PROGETTO ESECUTIVO

2	01.10.2018	Lizenznummer/ Estremi licenza d'uso	T. Ungerer	G. Fischnaller	G. Fischnaller
1	10.08.2018	Materialkennwerte/ Parametri materiali	T. Ungerer	G. Fischnaller	G. Fischnaller
0	22.01.2016	erste Ausgabe / prima edizione	K.S. / R.F.	M.R.	C.K.
Rev.	Datum/data	Ausgabe, Änderung/edizione, aggiornamento	erstellt/elaborato	geprüft/esaminato	freigeg./approv.

Auftraggeber:

**AUTONOME PROVINZ BOZEN
Abteilung Tiefbau
Amt für Straßenbau Nord/Ost**

Committente:

**PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO
Ripartizione infrastrutture
Ufficio tecnico strade nord/est**

Dokumenttitel:

**TUNNEL RASTSTATION
FLÜGELMAUER
STATISCHE BERECHNUNG**

Titolo del documento:

**GALLERIA AUTOGRILL
MURO D'ALA
CALCOLI STATICI**



PLANUNGSGRUPPE

ILF - EUT

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

c/o EUT Engineering GmbH
Dantestraße 134, 39042 Brixen

Tel. +39 0472 272400
E-mail: info@eut.bz.it

c/o EUT Engineering srl
Via Dante 134, 39042 Bressanone



Dokument/documento:

BV-S-706

Einlage Nr./allegato n.:

6-6

INHALTSVERZEICHNIS

1	ALLGEMEINES	1
2	GEOMETRIE	2
3	BAUGRUND	3
5	BELASTUNGEN	4
5.1	Eigengewicht	4
5.2	Erdlasten	4
5.3	Wasserdruck	4
5.4	Verkehrslasten auf der Böschung	4
6	BAUSTOFFE	5
6.1	Beton	5
6.2	Betonstahl	5
6.3	Bemessung	5
7	BEMESSUNG	6
7.1	Herkunft und Charakteristik der Berechnungsmethode	6
7.2	Äußere Tragfähigkeit	7
7.3	Innere Tragfähigkeit	8
7.4	Zusammenfassung / Bewehrung	9

1 ALLGEMEINES

Im Bereich der Raststation Plose wird die Umfahrung Vahrn (SS12) von km 3+261 bis km 3+516 in einem Tunnel in Deckelbauweise und Offener Bauweise mit einer Gesamtlänge von 255 m geführt. Die Tunneltrasse führt nahe der Autobahn A22 vorbei und befindet sich teilweise direkt unter der Verkehrsfläche der Autobahnraststation Plose. Eine schon bestehende Zubringerstraße zur Raststation wird im Endzustand über die Tunneltrasse geführt.

Um den Parkplatzbetrieb der Raststation nicht zu sehr zu beeinträchtigen, wird von km 3+285 (24 m nach dem Südportal) bis km 3+381 auf eine Länge von 96 m der Tunnel in Deckelbauweise (Bohrpfahlwände mit Deckel) hergestellt. Die Portale, der 12 m lange Aufweitungsblock im Süden und der weitere Tunnel von km 3+381 bis 3+509 (128 m) werden in Offener Bauweise (geschalter Kastenquerschnitt) errichtet.

Der Tunnel befindet sich im Aufschüttungskegel der Autobahn A22 und der Autobahnraststation Plose. Er wird im Endzustand größtenteils mit ca. 3,5 m Überdeckung eingeschüttet.

Zwischen ca. km 3+375 und ca. km 3+450 ist talseitig zur Einschüttung des Tunnelbauwerkes eine Steinschlichtung mit einer Höhe bis zu 8,30 m erforderlich.

Dieses Statikdokument behandelt die an den Tunnel anschließenden Flügelmauern

Durch die nahe Lage zur Autobahnraststation werden für die Herstellung der Baugrube Baugrubensicherungen in Form von Nagel- und Bohrpfahlwänden erforderlich. Diese Verbaumaßnahmen, die Deckelbauweise die Portale werden in gesonderten Dokumenten behandelt und sind nicht Teil dieser Dimensionierung.

2 GEOMETRIE

Die straßenseitige Fläche der Wand wird durch Lärmschutzelemente verkleidet.

Die Wand hat eine sichtbare Höhe von ca. 1,0 m bis ca. 8,0 m und einen Anzug von 6:1 auf der Luftseite. Die Erdseite wird vertikal ausgeführt. Der Wandkopf hat eine Breite von 30cm. Die Fundamentplatte wird mit einer Dicke von 120 cm mit der gleichen Oberkante wie die Sohlplatte der angrenzenden Portalblöcke hergestellt. Die Wandlänge beträgt ca. 11 bzw. 12m.

In der vorliegenden Statik wird die Winkelstützwand untersucht und dabei der geometrisch ungünstigste Querschnitt mit maximaler Wandhöhe direkt im Anschluss an den Portalblock betrachtet.

Die Ergebnisse gelten für alle Flügelwände analog.

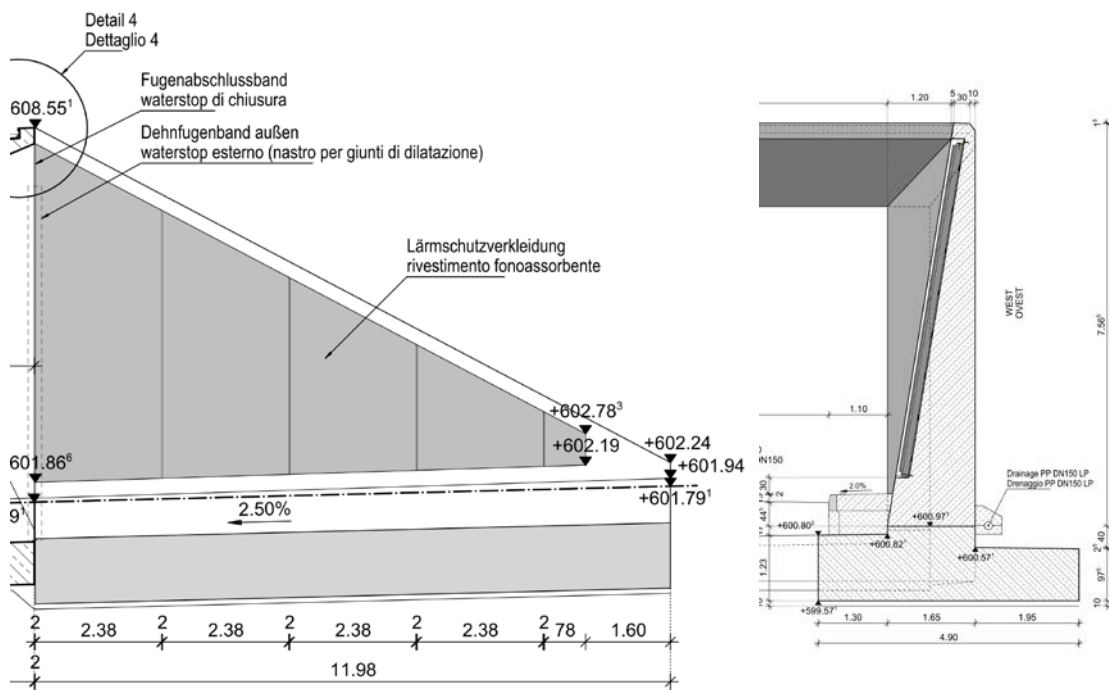


Abbildung 1: Ansicht und Querschnitt Flügelmauern

3 BAUGRUND

Die Tunneltrasse liegt über die gesamte Länge im Aufschüttungsmaterial der Autobahn A22. Laut dem geotechnischen Bericht (vom 28.04.2006) ist in diesem Bereich kein Grundwasser zu erwarten. Versickernde Oberflächenwässer haben keinen Einfluss auf den Untergrund. Die Sohle liegt auf Murschutt auf.

Fazies			Aufschüttung	Murschutt	Übergangsfazies	Seesedimente
Bodenart			steinige Kiese	sandig steinige Kiese	schluffige Sande stark veränderlich	Schluffe
Bodenart ÖN B4401			X,G,s	G,S,u bis G,s,u	S,u* bis S,u*,t	U,t'
Lagerung			mitteldicht	mitteldicht bis dicht	mitteldicht	steif bis halbfest (örtlich weich)
Wichte, feucht	γ	kN/m ³	22,0	22,0	21,0	20,0
Wichte unter Auftrieb	γ'	kN/m ³	13,0	13,0	12,0	10,0
Reibungswinkel, drainiert	ϕ'	Grad	35,0	35,0	30,0	27,0
Kohäsion, drainiert	c'	kN/m ²	0,0	0,0	0,0	10,0
Kohäsion, undrainiert	c_u	kN/m ²	0,0	0,0	0,0	30,0
Steifemodul	E_{min}	MN/m ²	50	70	30	30
	E_{max}		80	100	60	60

Konstruktionsabhängige Kennwerte

Ortbetonpfähle						
Pfahlmantelreibung	τ_{mgrenz}	MN/m ²	0,12	0,12	0,03	0,03
Spitzendruck bei Pfahlkopfaetzung s/D= 0,02	σ_{sgrenz}	MN/m ²	1,50	1,50	0,30	0,30
Vorspannanker						
Vorspannanker Grenzkraft *)	T_{grenz}	KN/m	170,00	170,00	100,00	120,00 **)

**) Werte im Schluff mit Nachverpressen

*) Haftstrecke ca. 8-10 m und Durchmesser der Ankerbohrung 150mm

Tabelle 1: Bodenkennwerte aus geotechnischem Bericht (vom 28.04.2006)

Flügelwände:

Gründung im Bereich Murschutt / Aufschüttung; Stützwände liegen im Bereich der Aufschüttung bzw. Murschutt. Kein anstehendes Grundwasser im Bereich der Hinterfüllung.

Die Bemessung erfolgt somit mit folgenden Bodenkennwerten:

$$\phi = 35^\circ$$

$$\gamma = 22$$

$$c = 0 \text{ kN/m}^2$$

5 BELASTUNGEN

5.1 Eigengewicht

Die Eigenlast wird mit $\gamma_{\text{Beton}} = 25 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

5.2 Erdlasten

Die Erdlasten werden mit der endgültigen Einschütthöhe, welche über die Oberkante der Stützwand reicht, angenommen. Die Wichte des Einschüttmaterials wird mit $\gamma = 22 \text{ kN/m}^3$ angesetzt. Für die Berechnung wird ein erhöhter aktiver Erddruck mit 50% k_a + 50% k_o berücksichtigt.

5.3 Wasserdruck

Es steht keine gespannter Wasserspiegel an. Die Mauerrückseite wird drainiert. Der Wasserdruck ist nicht maßgebend.

5.4 Verkehrslasten auf der Böschung

Als Verkehrslast wird eine Flächenlast von $5,0 \text{ kN/m}^2$ angesetzt.

6 BAUSTOFFE

6.1 Beton

Wand	C 30/37 / XC3 / XD1 / XF2 / XA1
Fundament	C 25/30 / XC2

6.2 Betonstahl

Es wird Bewehrungsstahl der Güte B450C der Berechnung zugrunde gelegt. Die Fließgrenze beträgt $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$.

6.3 Bemessung

Die Stahlbetonbemessung erfolgt nach EN 1992-2.

Die Sicherheiten bei der Einwirkung sind:

Ständige Lasten	1,35
Verkehrslasten	1,50

Auf der Widerstandsseite werden verwendet:

Beton	1,50
Betonstahl	1,15

7 BEMESSUNG

Der Nachweis der inneren und äußeren Standsicherheit erfolgt mit dem Programm Larix 5 von Cubus. Nachfolgend sind die Ergebnisse graphisch dargestellt:

7.1 Herkunft und Charakteristik der Berechnungsmethode

Durchgeführte Analysen:

Tragwerksanalysen:

Statisch linear: ja

Statisch nicht linear: nein

Verwendete Software:

LARIX 5, Lizenz Nr. 6.0.0.512

Hersteller / Vertrieb CUBUS AG, Zürich (Schweiz)

Zuverlässigkeit der verwendeten Berechnungsmethoden

Ein aufmerksames Studium der Softwaredokumentation hat die Verlässlichkeit und Geeignetheit der verwendeten Programme im gegenständlichen Fall gezeigt. Die von den Herstellern gelieferte Softwaredokumentation enthält ausreichende Informationen zu den theoretischen Grundlagen und den verwendeten Berechnungslogarithmen, zu den Anwendungsbereichen und zu nachvollziehbaren Fallbeispielen. Die Zuverlässigkeit der Berechnungsmethoden wurde über eine aussagekräftige Anzahl von Prohebemessungen mit Vergleich von bereits realisierten technischen Lösungen überprüft.

Validierung der Berechnungsmethoden

Aufgrund der Einfachheit der tragenden Bauteile und der durchgeführten Kontrollen war die Nachberechnung mit alternativen Berechnungsprogrammen nicht erforderlich. Die wesentlichen Berechnungsschnitte wurden per Hand verifiziert.

7.2 Äußere Tragfähigkeit

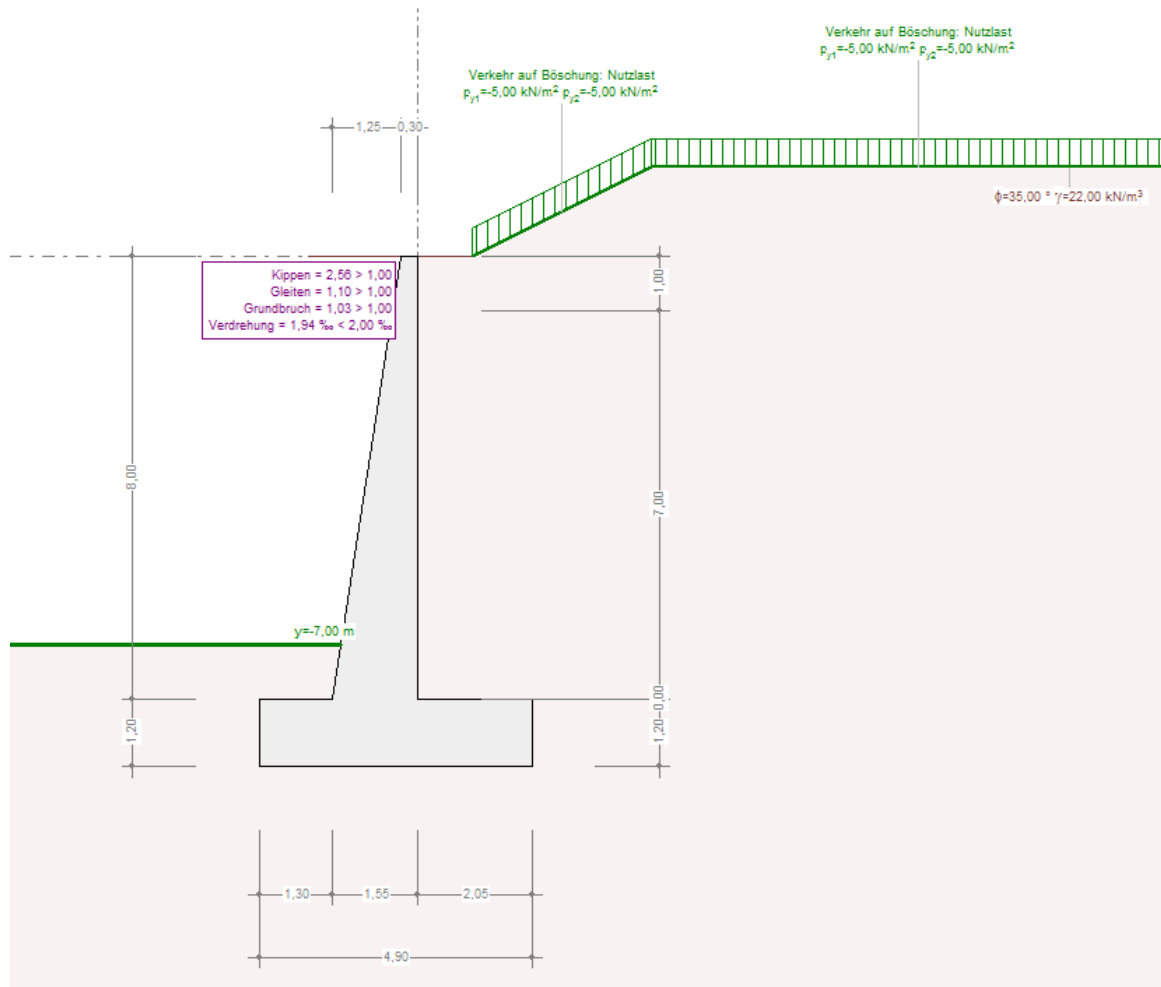


Abbildung 2: Äußere Tragfähigkeit

7.3 Innere Tragfähigkeit

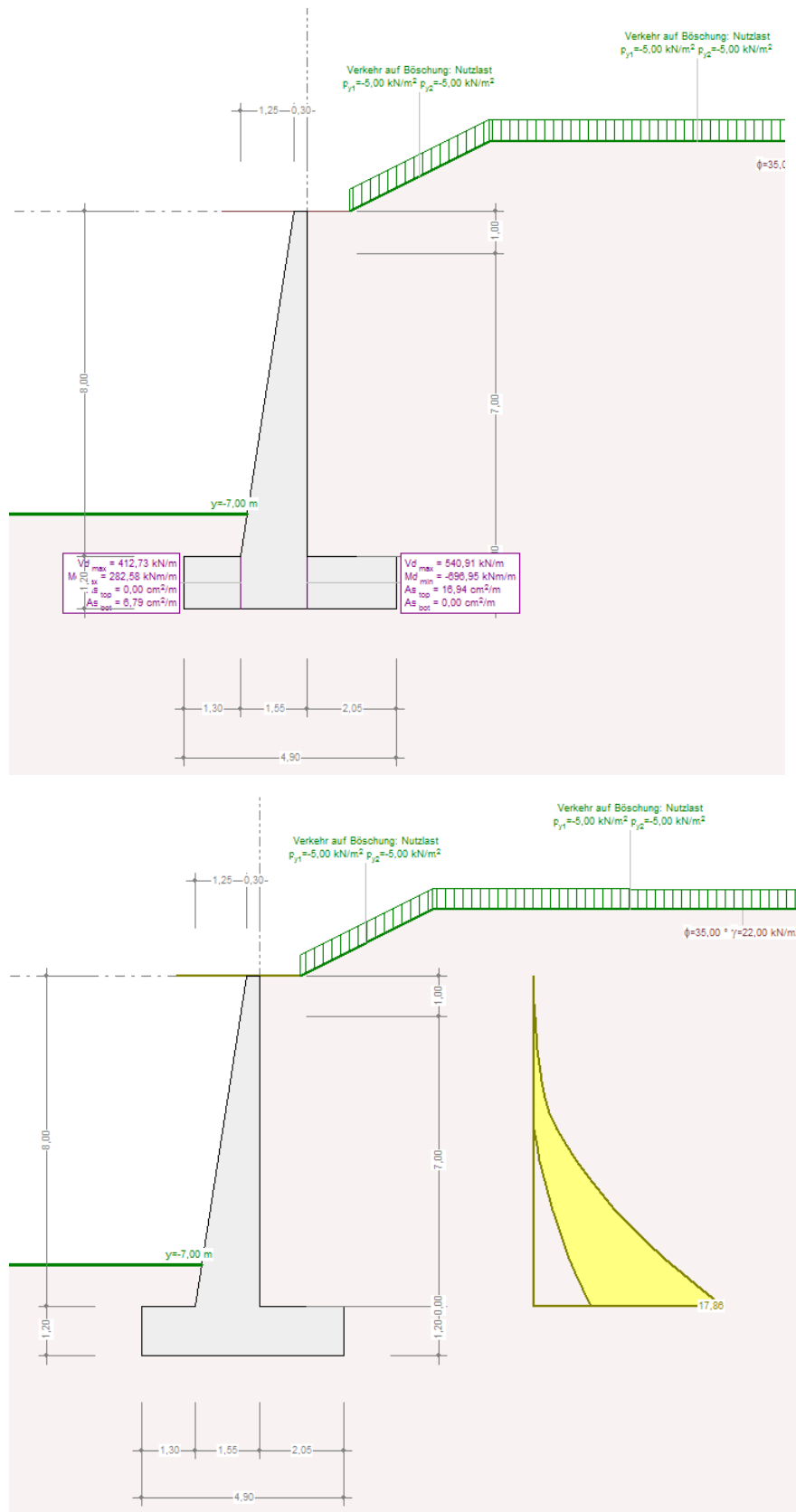


Abbildung 3: Fundament- und Wandbemessung

7.4 Zusammenfassung / Bewehrung

Fundament:	Fundamenthöhe: 120 cm
	Sporn erdseitig: 2,05m – auslaufend auf ca. 60cm am Wandende
	Sporn luftseitig: 1,30m – konstant auf gesamter Wandlänge
	Bewehrung oben: Ø 16/12,5
	Bewehrung unten: Ø 12/12,5
Wand:	Bewehrung erdseitig vertikal: Ø 16/12,5
	Bewehrung horizontal: Ø 14/15



Projekt/progetto:

**UMFAHRUNG VAHRN
BAUARBEITEN OHNE ANSCHLUSS BRIXEN NORD
CIRCONVALLAZIONE VARNA
OPERE CIVILI SENZA COLLEGAMENTO BRESSANONE NORD**

AUSFÜHRUNGSPROJEKT - PROGETTO ESECUTIVO

1	10.08.2018	Materialkennwerte/ Parametri materiali	T. Ungerer	G. Fischnaller	G. Fischnaller
0	22.01.2016	erste Ausgabe / prima edizione	K.S. / R.F.	M.R.	C.K.
Rev.	Datum/data	Ausgabe, Änderung/edizione, aggiornamento	erstellt/elaborato	geprüft/esaminato	freigeg./approv.

Auftraggeber:

**AUTONOME PROVINZ BOZEN
Abteilung Tiefbau
Amt für Straßenbau Nord/Ost**

Committente:

**PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO
Ripartizione infrastrutture
Ufficio tecnico strade nord/est**

Dokumenttitel:

**TUNNEL RASTSTATION
FLÜGELMAUER
STATISCHE BERECHNUNG**

Titolo del documento:

**GALLERIA AUTOGRILL
MURO D'ALA
CALCOLI STATICI**



PLANUNGSGRUPPE

ILF - EUT

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

c/o EUT Engineering GmbH
Dantestraße 134, 39042 Brixen

Tel. +39 0472 272400
E-mail: info@eut.bz.it

c/o EUT Engineering srl
Via Dante 134, 39042 Bressanone

Dokument/documento:

BV-S-706

Einlage Nr./allegato n.:

6-6

INDICE

1	GENERALITÀ	1
2	GEOMETRIA	2
3	TERRENO DI FONDAZIONE	3
5	ANALISI DEI CARICHI	4
5.1	Peso proprio	4
5.2	Spinta delle terre	4
5.3	Spinta idraulica	4
5.4	Carichi mobili sulla scarpata	4
6	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	5
6.1	Calcestruzzo	5
6.2	Acciaio di armatura	5
6.3	Dimensionamento	5
7	DIMENSIONAMENTO	6
7.1	Origine e caratteristiche dei metodi di calcolo	6
7.2	Capacità portante esterna	7
7.3	Capacità portante interna	8
7.4	Riassunto / Armatura	9

1 GENERALITÀ

Nel tratto dell'area di servizio Plose, tra il km 3+261 e km 3+516, la circonvallazione di Varna (SS12) si sviluppa in galleria (galleria con metodo "cut and cover" e galleria artificiale) per una lunghezza complessiva di 255 m. Il tracciato della galleria è adiacente all'Autostrada A22 e sottopassa, in parte, direttamente l'area di servizio Plose. A lavori ultimati, l'accesso già esistente all'area di servizio passerà sopra la galleria.

Al fine di non interferire con l'area di parcheggio della stazione di servizio la galleria, tra il km 3+285 (24 m dopo il portale sud) e il km 3+381, viene realizzata con il sistema cut and cover (paratia di pali trivellati e soletta) per una lunghezza complessiva di 96 m. Il concio del portale sud di 12 m e il restante tratto in galleria, tra il km 3+381 e 3+509 (128 m), sarà realizzato come normale galleria artificiale.

La galleria viene a trovarsi in corrispondenza del rilevato dell'Autostrada A22 e dell'area di servizio Plose e a lavori ultimati sarà quasi completamente ritombata per un'altezza di ca. 3,5 m.

Nel tratto tra le prog. km 3+375 e km 3+450 è necessario prevedere un muro in sassi di altezza fino a 8,30m per il rinterro della galleria sul lato valle.

Il presente documento contiene i calcoli statici dei muri d'ala adiacenti all'imbocco galleria.

La vicinanza dell'opera all'area di servizio autostradale rende necessario il ricorso ad interventi di consolidamento dello scavo con pareti chiodate e paratie di pali trivellati. Detti interventi di sostegno, assieme al tratto in galleria artificiale metodo "cut and cover" e ai portali degli imbocchi sono oggetto di documenti separati e non costituiscono pertanto parte della presente relazione.

2 GEOMETRIA

La facciata del muro verso la strada è rivestita con elementi fonoassorbenti.

Il muro ha un'altezza fuori terra da ca. 1,0 m a ca. 8,0 m e un'inclinazione di 6:1 sul lato libero. Il lato terra è verticale. Il coronamento del muro ha uno spessore di 30 cm. La fondazione ha uno spessore di 120 cm in corrispondenza della platea di fondo della galleria. La lunghezza del muro è pari a ca. 11 ovvero 12m.

Nella presente statica viene verificato il muro di sostegno, prendendo in considerazione la sezione con la geometria più svantaggiosa, con l'altezza massima del muro, direttamente a seguito del concio di imbocco.

I risultati valgono per tutti i muri d'ala in modo analogo.

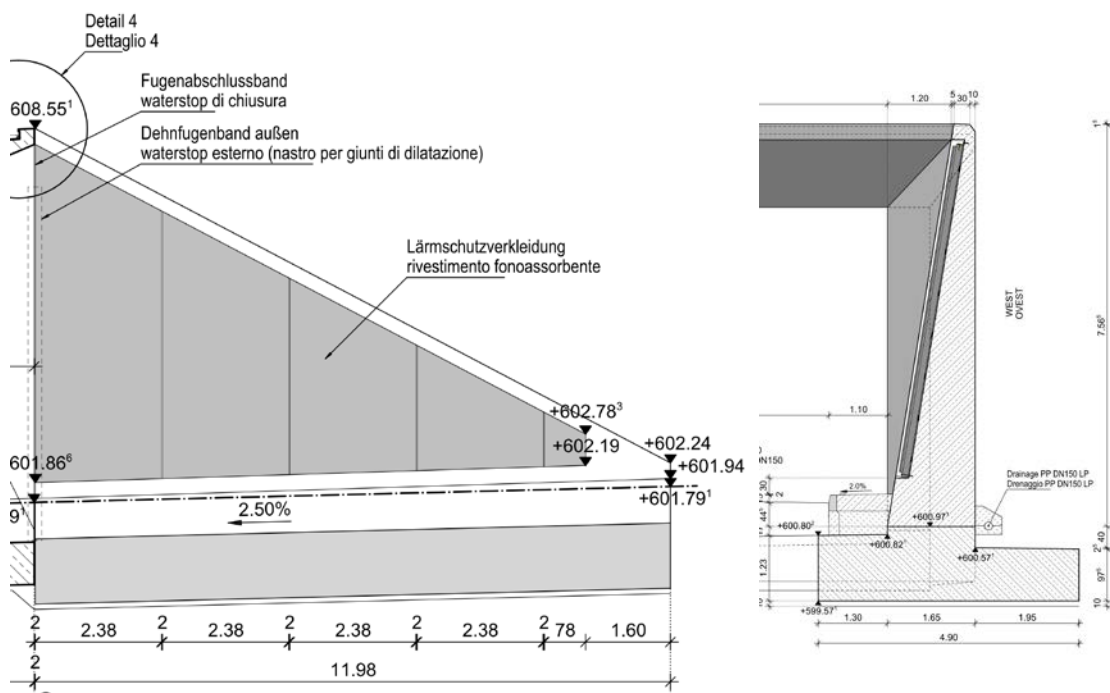


Illustrazione 1: Vista e sezione muri d'ala

3 TERRENO DI FONDAZIONE

Il tracciato della galleria viene a trovarsi, per l'intera lunghezza, sul materiale di riporto dell'Autostrada A22. Stando ai dati desunti dalla relazione geotecnica (dd. 28.04.2006) la zona non è interessata dalla presenza di acqua di falda. L'infiltrazione di acque superficiali non ha alcuna influenza sul sottosuolo. La platea di fondo poggia su depositi di debris.

Fazies			Aufschüttung	Murschutt	Übergangsfazies	Seesedimente
Bodenart			steinige Kiese	sandig steinige Kiese	schluffige Sande stark veränderlich	Schluffe
Bodenart ÖN B4401			X,G,s	G,S,u bis G,s,u	S,u* bis S,u*,t	U,t'
Lagerung			mitteldicht	mitteldicht bis dicht	mitteldicht	steif bis halbfest (örtlich weich)
Wichte, feucht	γ	kN/m³	22,0	22,0	21,0	20,0
Wichte unter Auftrieb	γ'	kN/m³	13,0	13,0	12,0	10,0
Reibungswinkel, drainiert	ϕ'	Grad	35,0	35,0	30,0	27,0
Kohäsion, drainiert	c'	kN/m²	0,0	0,0	0,0	10,0
Kohäsion, undrainiert	c_u	kN/m²	0,0	0,0	0,0	30,0
Stiffemodul	E_{min}	MN/m²	50	70	30	30
	E_{max}		80	100	60	60

Konstruktionsabhängige Kennwerte

Ortbetonpfähle						
Pfahlmantelreibung	τ_{mgrenz}	MN/m²	0,12	0,12	0,03	0,03
Spitzendruck bei Pfahlkopfaetzung s/D= 0,02	σ_{sgrenz}	MN/m²	1,50	1,50	0,30	0,30
Vorspannanker						
Vorspannanker Grenzkraft *)	T_{grenz}	KN/m	170,00	170,00	100,00	120,00 **)

**) Werte im Schluff mit Nachverpressen

*) Haftstrecke ca. 8-10 m und Durchmesser der Ankerbohrung 150mm

Tabella 1: Parametri del terreno di cui alla relazione geotecnica (dd. 28.04.2006)

Muri d'ala:

Fondazione nella zona debris flow / rilevato; i muri di sostegno si trovano nella zona del rilevato ovvero del debris flow. Nessuna presenza di acqua di falda nella zona del rilevato.

Il dimensionamento avviene con i seguenti parametri:

$$\phi = 35^\circ$$

$$\gamma = 22$$

$$c = 0 \text{ kN/m}^2$$

5 ANALISI DEI CARICHI

5.1 Peso proprio

Il peso proprio viene assunto pari a 25 kN/m^3 .

5.2 Spinta delle terre

Per la spinta delle terre viene considerato l'interramento definitivo del muro fino sopra il coronamento. Come peso specifico del materiale di rinterro viene applicato 22 kN/m^3 . Per il calcolo viene considerata una spinta delle terre attiva maggiorata $50\% k_a + 50\% k_o$.

5.3 Spinta idraulica

Non c'è una falda in pressione. Il lato del muro verso il terreno è drenato. La spinta idraulica non è determinante.

5.4 Carichi mobili sulla scarpata

Come carico mobile viene considerato un carico uniformemente distribuito di $5,0 \text{ kN/m}^2$.

6 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

6.1 Calcestruzzo

Muro	C 30/37 / XC3 / XD1 / XF2 / XA1
Fondazione	C 25/30 / XC2

6.2 Acciaio di armatura

Acciaio per armature B450C; limite di snervamento $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$.

6.3 Dimensionamento

Opere in c.a. in conformità all'Eurocodice EN 1992-2

I coefficienti parziali di sicurezza dei carichi sono:

Carichi permanenti 1,35

Carichi mobili 1,50

I coefficienti parziali di sicurezza dei materiali sono:

Cemento 1,50

Acciaio per c.a 1,15

7 DIMENSIONAMENTO

La verifica della capacità portante interna ed esterna viene effettuata con il software Larix 5 di Cubus. Di seguito sono rappresentati i risultati:

7.1 Origine e caratteristiche dei metodi di calcolo

Tipo di analisi svolta:

Analisi strutturali:

Statica lineare: si

Statica non lineare no

Software usata:

LARIX 5, licenza n. 6.0.0.512

Produttore / distributore CUBUS AG, Zürich (Svizzera)

Affidabilità dei metodi di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità e l'idoneità al caso specifico. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene un esauriente descrizione delle base teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impegno, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione. È stata verificata l'affidabilità del metodo di calcolo attraverso un numero indicativo di casi di prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche e soluzioni realizzate.

Validazione del metodo di calcolo

Sulla base della semplicità delle struttura e del controllo puntuale non si è reso necessario di eseguire i calcoli nuovamente e diverso da quello originario mediante un programma di calcolo diverso da quello usato originariamente. Le sezioni di calcolo sono state verificate con delle semplici verifiche a mano.

Technical drawing of a retaining wall cross-section. The wall is shown in profile, with dimensions in meters (m). The wall height is 8.00 m. The base width is 4.90 m, divided into segments of 1.30 m, 1.55 m, and 2.05 m. The wall has a vertical stem and a base slab. The soil behind the wall has a unit weight $\gamma = 22.00 \text{ kN/m}^3$ and an internal friction angle $\phi = 35.00^\circ$. The soil surface is at a height of $y = 7.00 \text{ m}$ from the base. The soil surface is sloped with a horizontal distance of 1.25 m and a vertical distance of 0.30 m. The soil surface is labeled "Verkehr auf Böschung: Nutzlast $p_{y1} = 5.00 \text{ kN/m}^2$ $p_{y2} = 5.00 \text{ kN/m}^2$ ". The wall is labeled "Verkehr auf Böschung: Nutzlast $p_{y1} = 5.00 \text{ kN/m}^2$ $p_{y2} = 5.00 \text{ kN/m}^2$ ". The wall is labeled "Verkehr auf Böschung: Nutzlast $p_{y1} = 5.00 \text{ kN/m}^2$ $p_{y2} = 5.00 \text{ kN/m}^2$ ". The wall is labeled "Verkehr auf Böschung: Nutzlast $p_{y1} = 5.00 \text{ kN/m}^2$ $p_{y2} = 5.00 \text{ kN/m}^2$ ".

Stability calculations (purple box):

- Kippen = 2,56 > 1,00
- Gleiten = 1,10 > 1,00
- Grundbruch = 1,03 > 1,00
- Verdrehung = 1,94 ‰ < 2,00 ‰

P:\PROJECT\900\024 UMF. VAHRN\PLANUNG\AUSFÜHRUNGSPROJEKT 2018_VALIDIERUNG\02_STAT_BERICHT\396 VAHRN_MAPPE_6.DOCX PDF\6-6.BV-S-706.IT.DOCX

7.3 Capacità portante interna

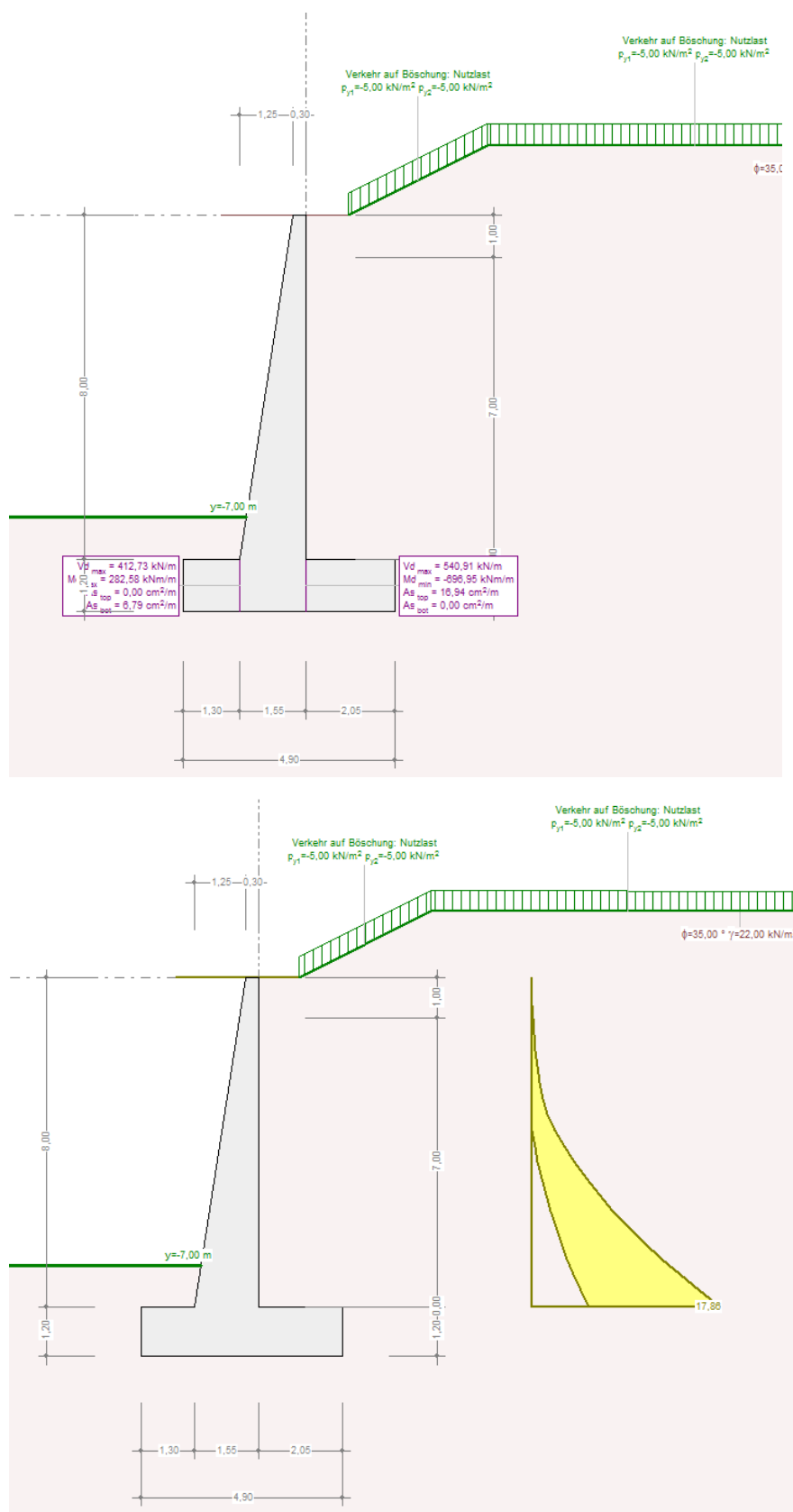


Illustrazione 3: Dimensionamento fondazione e muro

7.4 Riassunto / Armatura

Fondazione: Spessore fondazione: 120 cm
Dente lato terreno: 2,05m – restringimento fino a ca. 60cm a fine muro
Dente lato aria: 1,30m – misura costante su tutta la lunghezza
Armatura sopra: Ø 16/12,5
Armatura sotto: Ø 12/12,5

Muro: Armatura lato terreno verticale: Ø 16/12,5
Armatura orizzontale: Ø 14/15