Kanton Bern

Gemeinden Sutz-Lattrigen / Ipsach / Mörigen

25.3

aare seeland mobil

Linie Biel – Ins (T)

Sanierung Bahnhof Lattrigen

- **Gleis- und Publikumsanlage km 4.675 – 5.150**
- **Sicherungs- und Fahrleitungsanlage km 2.790 – 5.558**
- **Inkl. Aufhebung Bahnübergang Sonnmatt km 4.686**

Auflageprojekt 2020

Statik
Stützmauer Usine

Auftrag Nr. 92-22.27	Auftraggeber:	Projektverfasser:
Datum: 16.07.2020	aare seeland mobil	100 JAHRE SEIT 1914 SCHMID & PLETSCHER BAUINGENIEURE ETH/SIA/USIC
Änderungen:	**Aare Seeland mobil AG** Grubenstrasse 12 **4900 Langenthal** Gesamtprojektleiter: Daniel Nadig Telefon 062 919 19 52 Fax 062 919 19 12 daniel.nadig@asmobil.ch	Schmid & Pletscher AG Bauingenieure ETH/SIA/USIC Hauptstrasse 66, CH-2560 Nidau Postfach 76, Tel. 032 332 20 30 www.schmid-und pletscher.ch Projektleiter: René Leupi
h:\dat\b_asmbix\2aufproj\berichte\2-tb_ipsach_160201.doc		

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 2

2 Einwirkungen 2

2.1 Stützmauer im Bereich Fahrleitungsmaste 2
2.2 Stützmauer 5

3 Statik 8

3.1 Stützmauer im Bereich Fahrleitungsmaste 8
3.2 Stützmauer 27

4 Grundlagen 48

4.1 Gesetzliche Grundlagen 48
4.2 Normen 48
4.3 Reglemente, Weisungen und Merkblätter 48
4.4 Projektspezifische Grundlagen 48

5 Unterschriften 48

1 Einleitung

Die Stützmauer wurden mit dem Programm Larix / Version 1.59.0 berechnet.

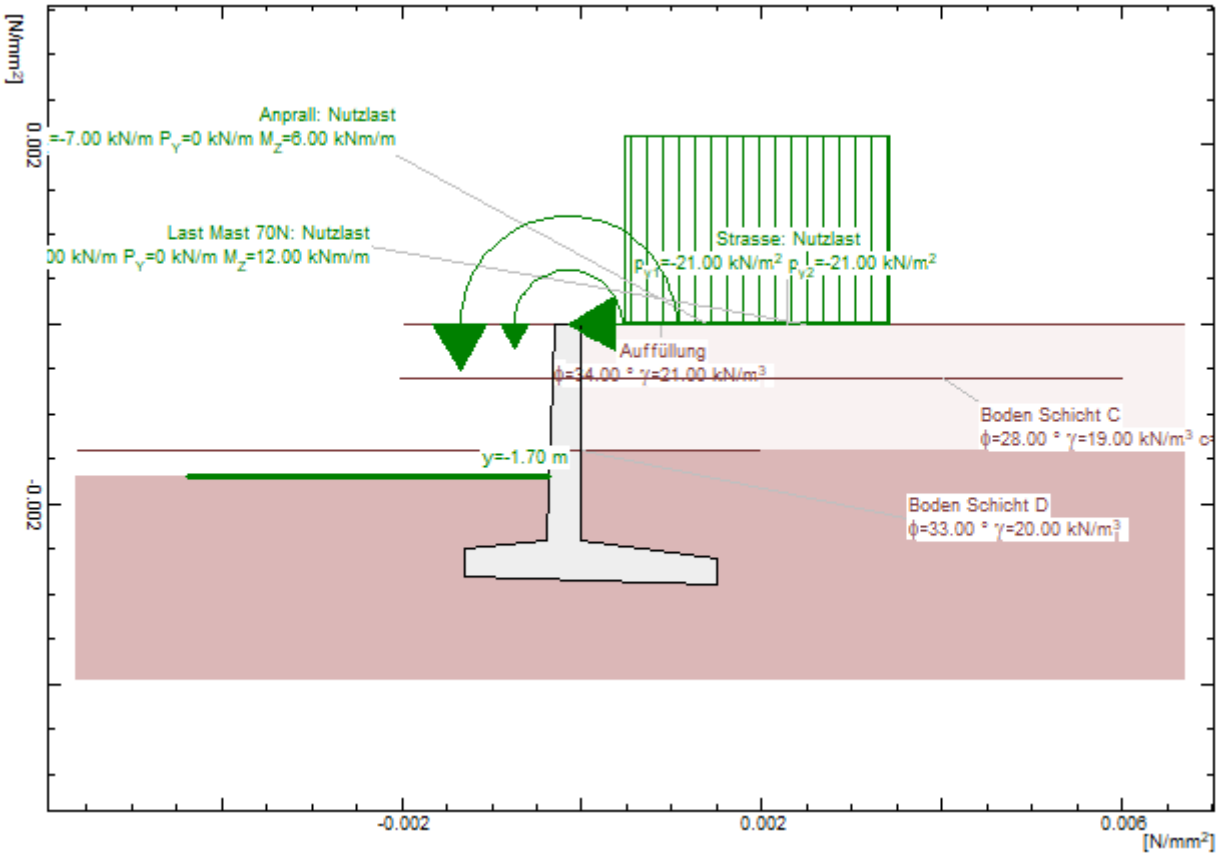
2 Einwirkungen

- Die Einwirkungen sind in der Projektbasis detailliert beschrieben.
- Eigengewicht Stützmauer: wird durch Berechnungsprogramm automatisch generiert
- Aktiver Erddruck Bergseits: wird durch Berechnungsprogramm automatisch generiert
- Passiver Erddruck Talseits: Auf der Talseite der Stützmauer wird kein stützender, passiver Erddruck in die Berechnung eingeführt.
- Verkehrslast Strasse gem. Projektbasis
- Verkehrslast Bahn gem. Projektbasis
- Fahrleiungsmastkräfte gem. Projektbasis
- Die maximale Einwirkung aus Anprall der Strasse ergibt sich aus dem plastischen Widerstand der Leitplanke für IPE 100.

2.1 Stützmauer im Bereich Fahrleitungsmaste

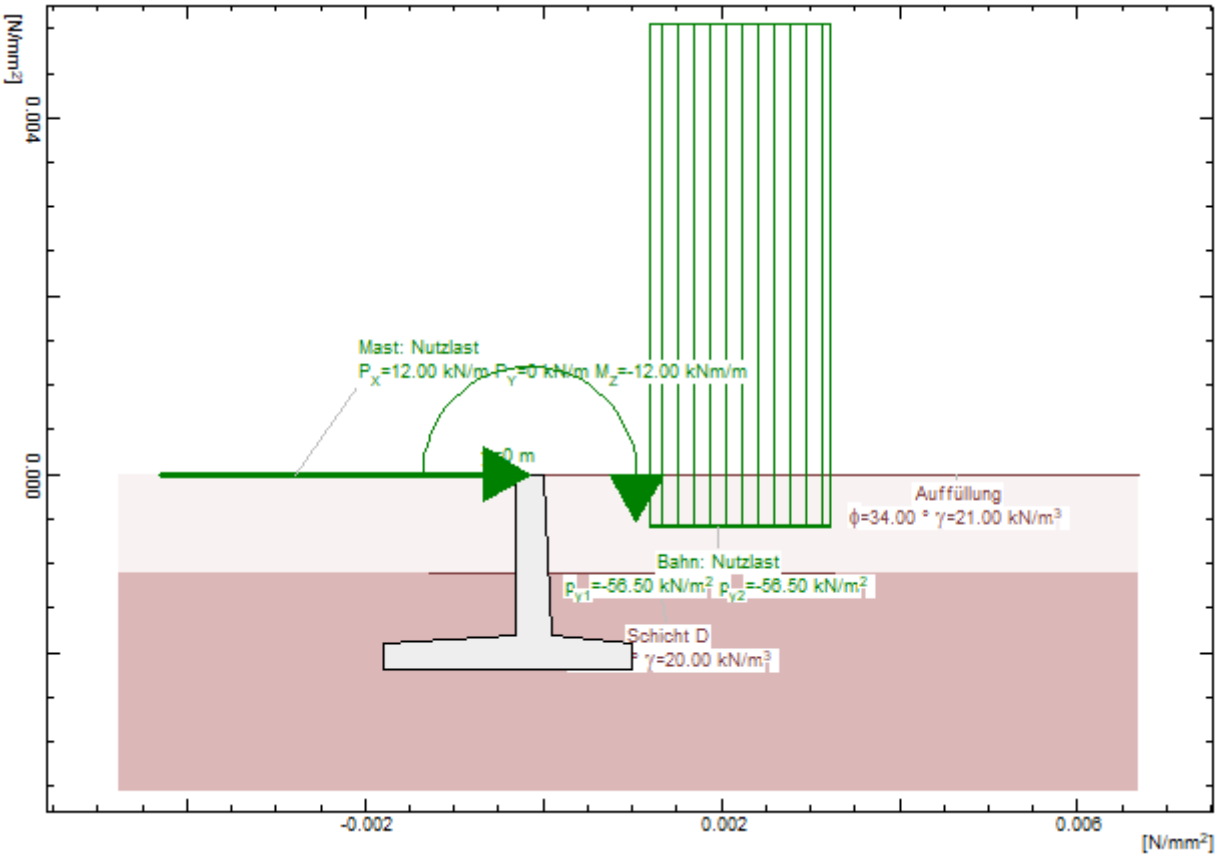
2.1.1 Stützmauer Bauzustand Bahn (bei Fahrleitungsmaste)

- Einwirkungen gem. Projektbasis
- Strassenlast, Mastlast
- keine Bahnlast, kein Bahnunterbau



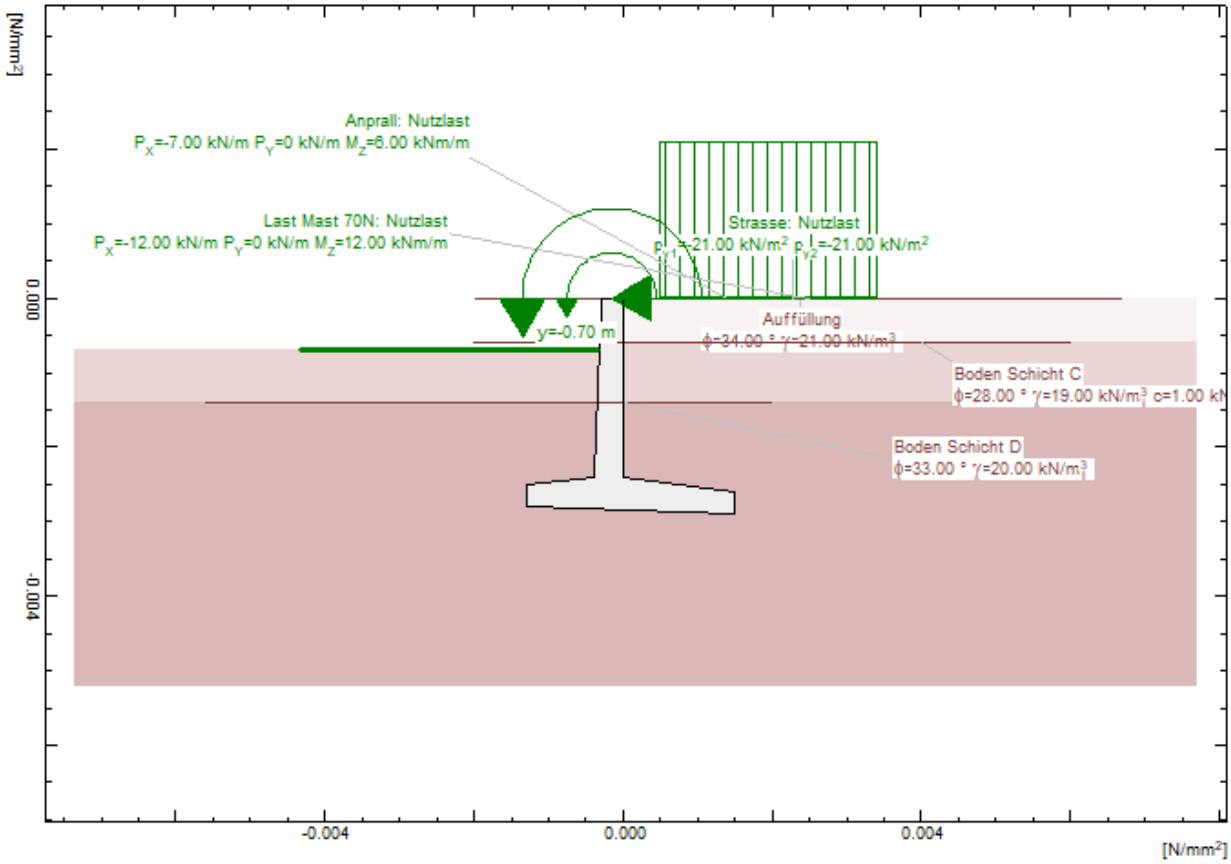
2.1.2 Stützmauer Bauzustand Strasse (bei Fahrleitungsmaste)

- Einwirkungen gem. Projektbasis
- Keine Strassenlast, keine Strassenfundation
- Bahnlast



2.1.3 Stützmauer Endzustand (bei Fahrleitungsmaste)

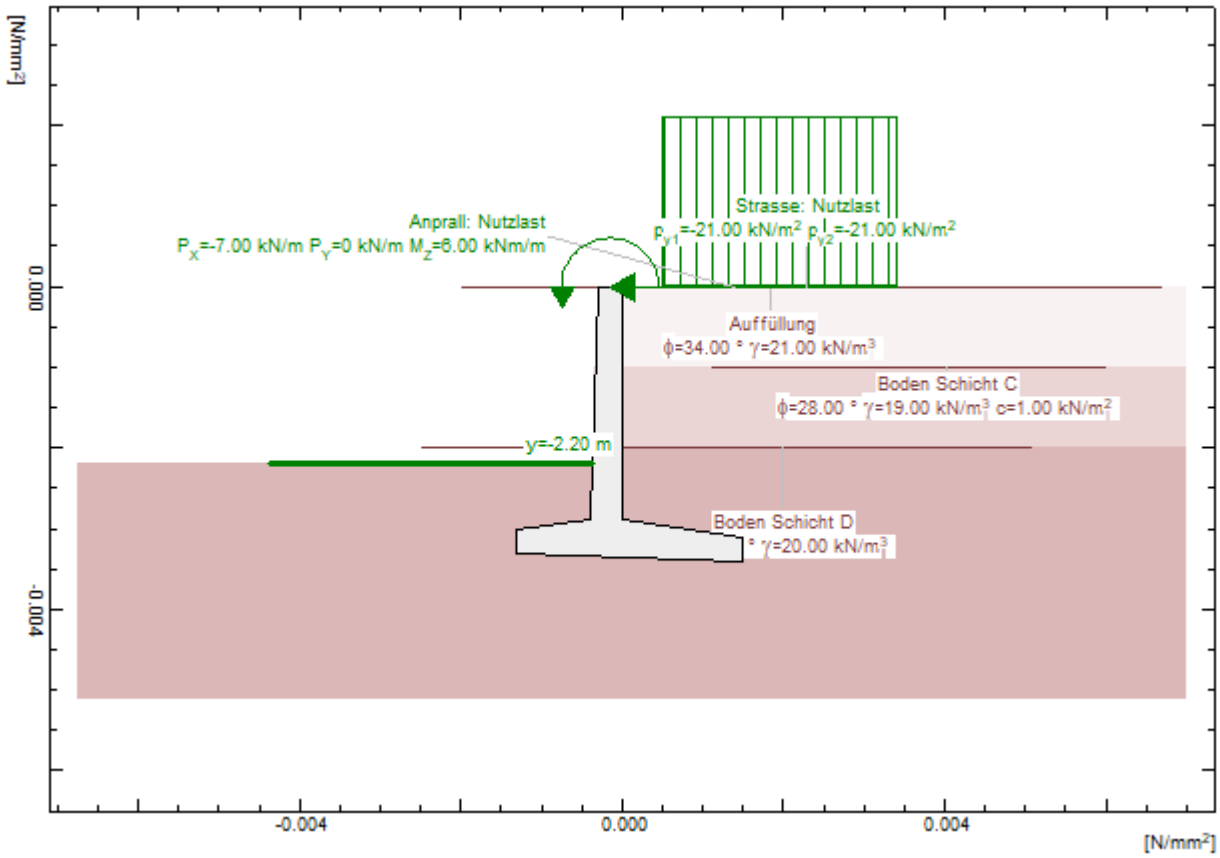
- Einwirkungen gem. Projektbasis
- Massgebender Lastfall: Strassenlast, Anprall, Mastkräfte, keine Bahnlast



2.2 Stützmauer

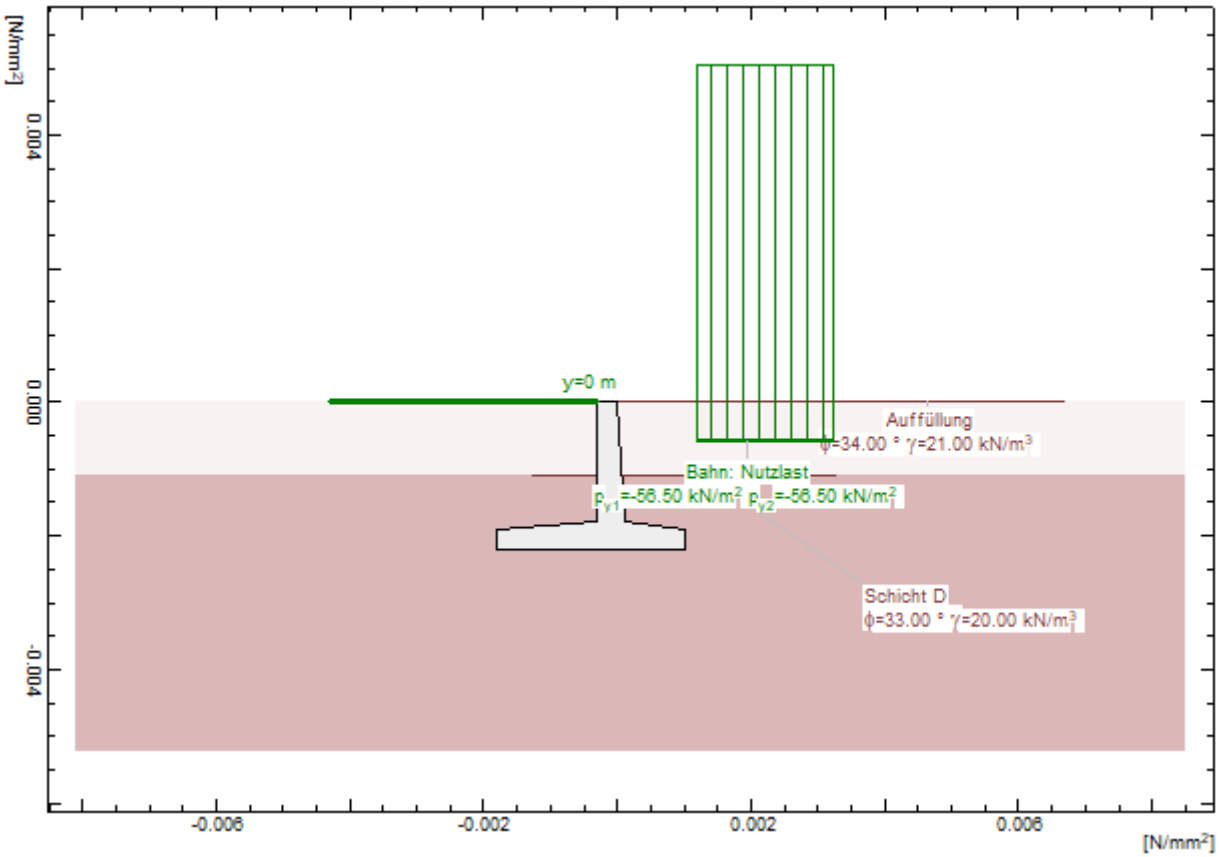
2.2.1 Stützmauer Bauzustand Bahn

- Einwirkungen gem. Projektbasis
- Strassenlast, Mastlast
- keine Bahnlast, kein Bahnunterbau



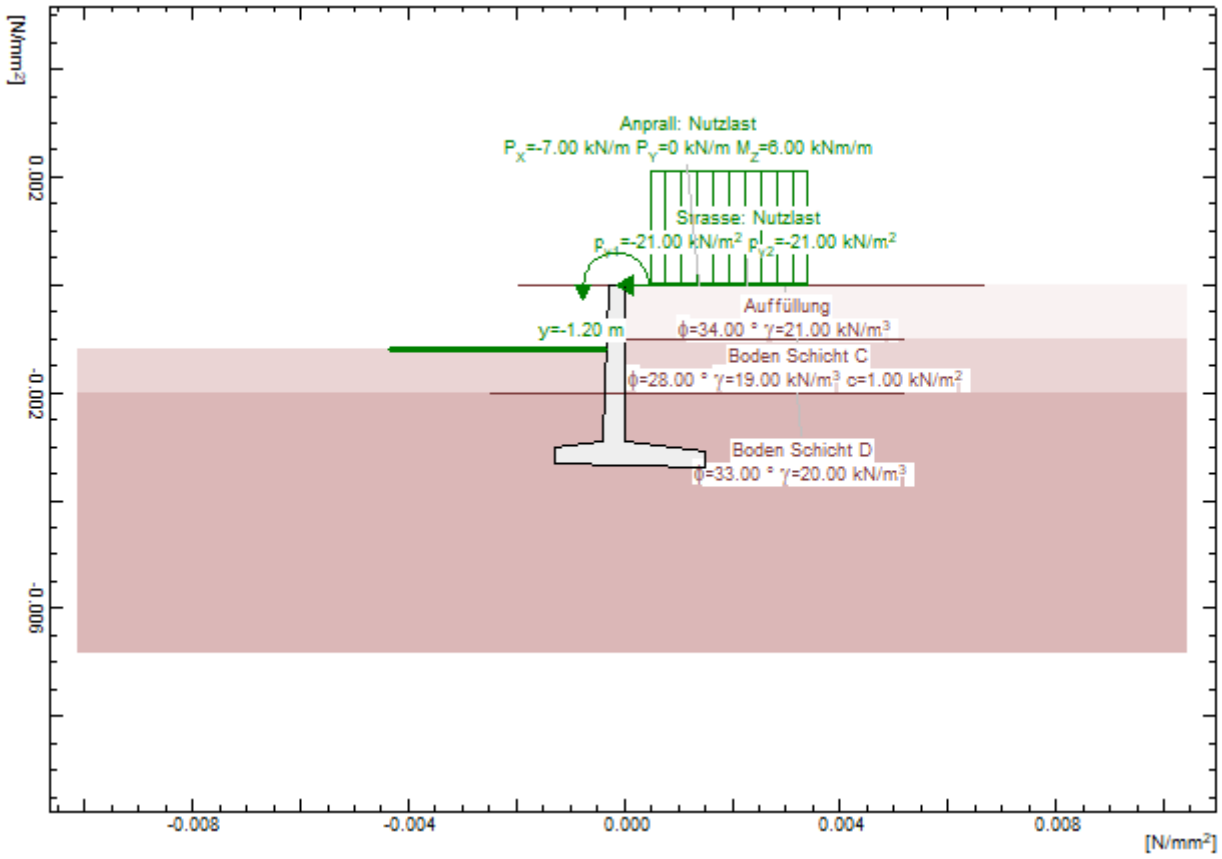
2.2.2 Stützmauer Bauzustand Strasse

- Einwirkungen gem. Projektbasis
- Keine Strassenlast, keine Strassenfundation
- Bahnlast



2.2.3 Stützmauer Endzustand

- Einwirkungen gem. Projektbasis
- Massgebender Lastfall: Strassenlast, Anprall, keine Bahnlast

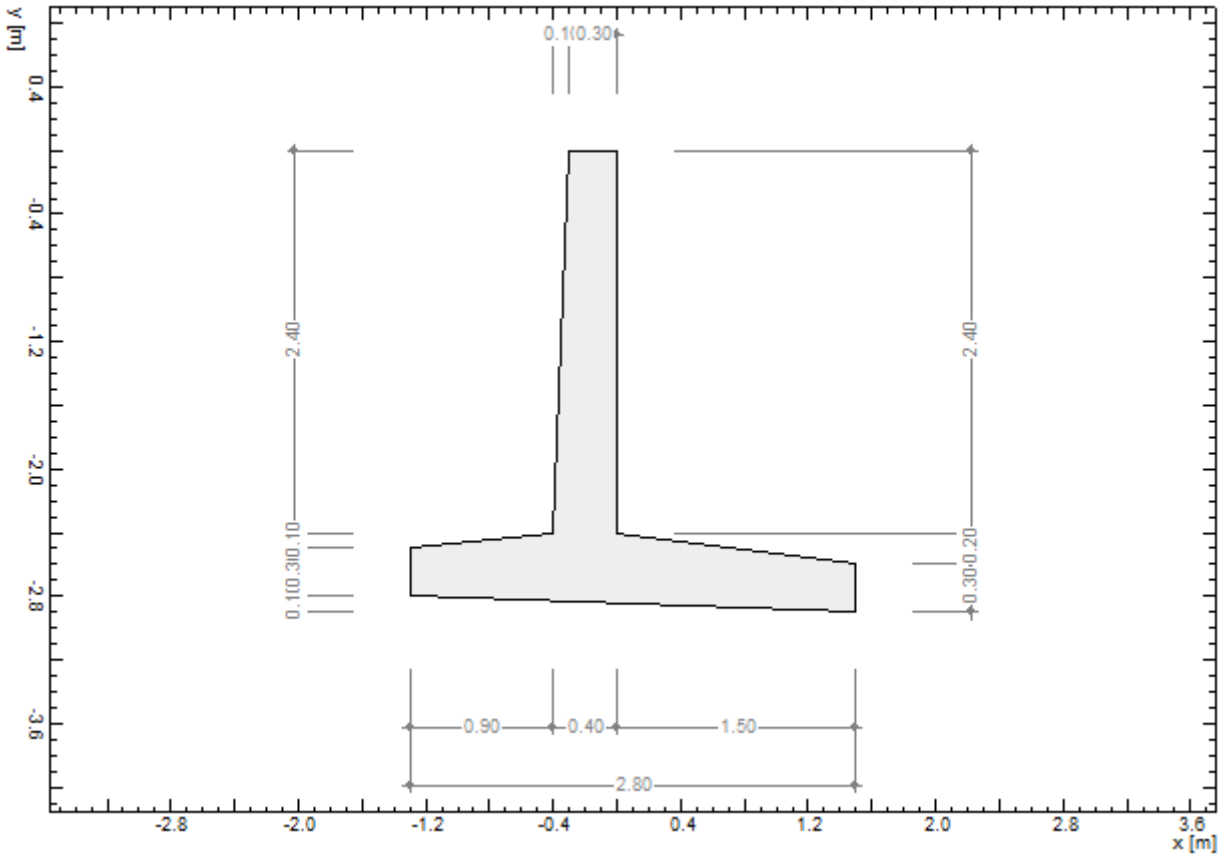


3 Statik

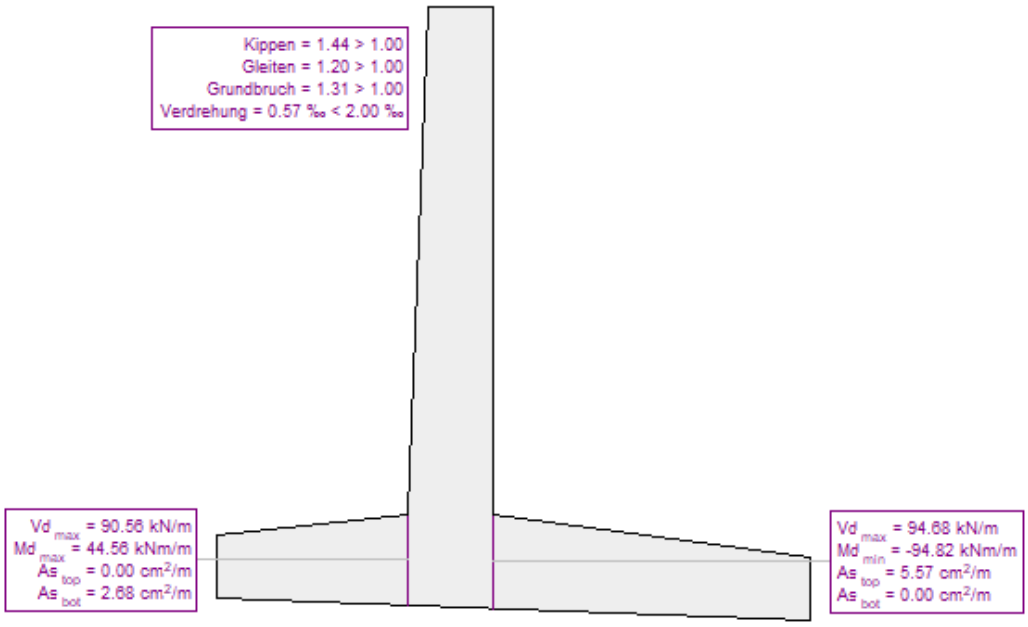
3.1 Stützmauer im Bereich Fahrleitungsmaste

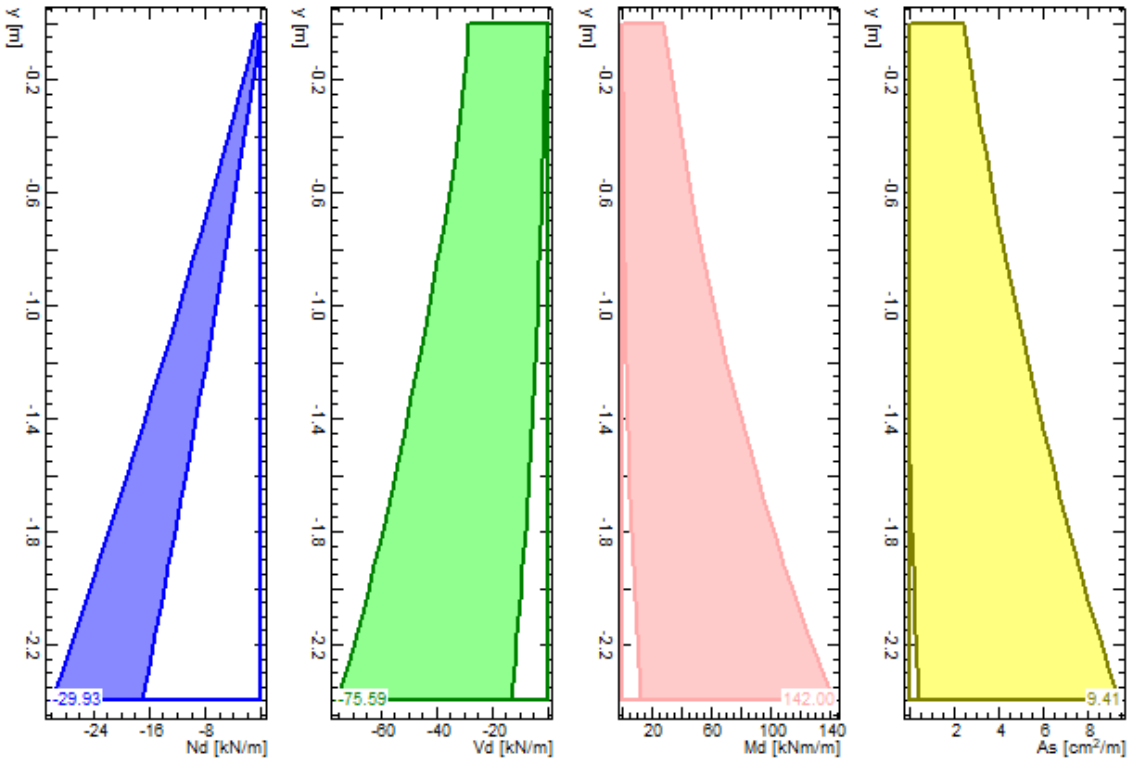
3.1.1 Stützmauer Bauzustand Bahn (bei Fahrleitungsmaste)

Abmessungen



Sicherheit gegen Kippen, Gleiten, Grundbruch





Grenzwerte

Sicherheiten

Nachweis	F vorh [-]	F erf [-]	β_{vorh} [‰]	β_{erf} [‰]	Werte aus
Kippen	1.44	1.00			!Grenzzustand TS 1, EWK 7
Gleiten	1.20	1.00			!Grenzzustand TS 2, EWK 5
Grundbruch	1.31	1.00			!Grenzzustand TS 2, EWK 5
Verdrehung			0.57	2.00	!Grenzzustand G selten, EWK 1

Biegemomente mit zugehörigen Schnittkräften

y	Md max				Md min			
	Md	Nd	Vd	GWS,EWK	Md	Nd	Vd	GWS,EWK
[m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]		[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	
0	27.00	-0.59	-28.49	2, 1	**0**	0	0	2, 2
-0.12	30.47	-1.34	-29.28	2, 5	0.02	-1.23	-0.39	2, 4
-0.24	34.04	-2.09	-30.17	2, 5	0.09	-2.49	-0.78	2, 4
-0.36	37.76	-2.87	-31.69	2, 5	0.21	-3.76	-1.16	2, 4
-0.48	41.67	-3.67	-33.37	2, 5	0.38	-5.06	-1.55	2, 4
-0.60	45.80	-4.48	-35.11	2, 5	0.59	-6.37	-1.94	2, 4
-0.72	50.15	-5.31	-37.06	2, 5	0.85	-7.70	-2.32	2, 4
-0.84	54.74	-6.16	-39.48	2, 5	1.16	-9.06	-2.80	2, 4
-0.96	59.58	-7.01	-41.60	2, 5	1.51	-10.44	-3.23	2, 4
-1.08	64.69	-7.88	-43.86	2, 5	1.93	-11.84	-3.73	2, 4
-1.20	70.08	-8.77	-46.27	2, 5	2.40	-13.25	-4.30	2, 4
-1.32	75.78	-9.66	-48.81	2, 5	2.95	-14.70	-4.93	2, 4
-1.44	81.78	-10.58	-51.41	2, 5	3.59	-16.16	-5.62	2, 4
-1.56	88.10	-11.50	-53.96	2, 5	4.30	-17.64	-6.35	2, 4
-1.68	94.74	-12.44	-56.62	2, 5	5.11	-19.15	-7.14	2, 4
-1.80	101.71	-13.39	-59.39	2, 5	6.02	-20.67	-7.99	2, 4
-1.92	109.02	-14.36	-62.27	2, 5	7.04	-22.22	-8.89	2, 4
-2.04	116.69	-15.34	-65.26	2, 5	8.17	-23.79	-9.85	2, 4
-2.16	124.74	-16.33	-68.37	2, 5	9.42	-25.38	-10.87	2, 4
-2.28	133.17	-17.34	-71.58	2, 5	10.80	-26.99	-11.94	2, 4
-2.40	**142.00**	-18.38	-75.59	2, 5	12.32	-28.63	-13.32	2, 4

Querkräfte mit zugehörigen Schnittkräften

y	Vd max				Vd min			
	Vd	Nd	Md	GWS,EWK	Vd	Nd	Md	GWS,EWK
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]		[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	
0	**0**	0	0	2, 2	-28.49	-0.59	27.00	2, 1
-0.12	-0.39	-1.23	0.02	2, 4	-29.28	-1.34	30.47	2, 5
-0.24	-0.78	-2.49	0.09	2, 4	-30.17	-2.09	34.04	2, 5
-0.36	-1.16	-3.76	0.21	2, 4	-31.69	-2.87	37.76	2, 5
-0.48	-1.55	-5.06	0.38	2, 4	-33.37	-3.67	41.67	2, 5
-0.60	-1.94	-6.37	0.59	2, 4	-35.11	-4.48	45.80	2, 5
-0.72	-2.32	-7.70	0.85	2, 4	-37.06	-5.31	50.15	2, 5
-0.84	-2.80	-9.06	1.16	2, 4	-39.48	-6.16	54.74	2, 5
-0.96	-3.23	-10.44	1.51	2, 4	-41.60	-7.01	59.58	2, 5
-1.08	-3.73	-11.84	1.93	2, 4	-43.86	-7.88	64.69	2, 5
-1.20	-4.30	-13.25	2.40	2, 4	-46.27	-8.77	70.08	2, 5
-1.32	-4.93	-14.70	2.95	2, 4	-48.81	-9.66	75.78	2, 5
-1.44	-5.62	-16.16	3.59	2, 4	-51.41	-10.58	81.78	2, 5
-1.56	-6.35	-17.64	4.30	2, 4	-53.96	-11.50	88.10	2, 5
-1.68	-7.14	-19.15	5.11	2, 4	-56.62	-12.44	94.74	2, 5
-1.80	-7.99	-20.67	6.02	2, 4	-59.39	-13.39	101.71	2, 5
-1.92	-8.89	-22.22	7.04	2, 4	-62.27	-14.36	109.02	2, 5
-2.04	-9.85	-23.79	8.17	2, 4	-65.26	-15.34	116.69	2, 5
-2.16	-10.87	-25.38	9.42	2, 4	-68.37	-16.33	124.74	2, 5
-2.28	-11.94	-26.99	10.80	2, 4	-71.58	-17.34	133.17	2, 5
-2.40	-13.32	-28.63	12.32	2, 4	**-75.59**	-18.38	142.00	2, 5

Normalkräfte mit zugehörigen Schnittkräften

y	Nd max				Nd min			
	Nd	Vd	Md	GWS,EWK	Nd	Vd	Md	GWS,EWK
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]		[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	
0	**0**	0	0	2, 2	-0.59	-28.49	27.00	2, 1
-0.12	-0.73	-0.40	0.02	2, 8	-1.84	-29.27	30.47	2, 1
-0.24	-1.48	-0.80	0.10	2, 8	-3.10	-30.15	34.04	2, 1
-0.36	-2.24	-1.19	0.22	2, 8	-4.40	-31.66	37.75	2, 1
-0.48	-3.01	-1.59	0.39	2, 8	-5.72	-33.32	41.66	2, 1
-0.60	-3.79	-1.99	0.61	2, 8	-7.06	-35.06	45.78	2, 1
-0.72	-4.59	-2.39	0.87	2, 8	-8.43	-36.99	50.12	2, 1
-0.84	-5.40	-2.87	1.19	2, 8	-9.82	-39.40	54.71	2, 1
-0.96	-6.21	-3.32	1.56	2, 8	-11.23	-41.51	59.54	2, 1
-1.08	-7.05	-3.83	1.98	2, 8	-12.67	-43.76	64.64	2, 1
-1.20	-7.89	-4.41	2.47	2, 8	-14.13	-46.16	70.02	2, 1
-1.32	-8.75	-5.06	3.03	2, 8	-15.61	-48.68	75.70	2, 1
-1.44	-9.63	-5.76	3.68	2, 8	-17.11	-51.27	81.69	2, 1
-1.56	-10.51	-6.50	4.42	2, 8	-18.63	-53.81	87.99	2, 1
-1.68	-11.41	-7.30	5.24	2, 8	-20.17	-56.46	94.61	2, 1
-1.80	-12.32	-8.16	6.17	2, 8	-21.74	-59.22	101.56	2, 1
-1.92	-13.25	-9.08	7.21	2, 8	-23.33	-62.08	108.85	2, 1
-2.04	-14.19	-10.05	8.37	2, 8	-24.94	-65.06	116.50	2, 1
-2.16	-15.14	-11.08	9.64	2, 8	-26.58	-68.15	124.52	2, 1
-2.28	-16.10	-12.17	11.05	2, 8	-28.23	-71.35	132.92	2, 1
-2.40	-17.09	-13.56	12.59	2, 8	**-29.93**	-75.35	141.72	2, 1

bergseitige Bewehrung der Mauer

y	As Berg max				As Berg min			
	As Berg	Nd	Md	GWS,EWK	As Berg	Nd	Md	GWS,EWK
[m]	[cm²/m]	[kN/m]	[kNm/m]		[cm²/m]	[kN/m]	[kNm/m]	
0	2.45	-0.59	27.00	2, 1	**0.00**	0	0	2, 2
-0.12	2.71	-1.34	30.47	2, 5	0.00	-1.24	0.05	2, 2
-0.24	2.97	-2.09	34.04	2, 5	0.00	-2.50	0.19	2, 2
-0.36	3.23	-2.87	37.76	2, 5	0.00	-3.79	0.42	2, 2
-0.48	3.50	-3.67	41.67	2, 5	0.00	-5.09	0.75	2, 2
-0.60	3.78	-4.48	45.80	2, 5	0.00	-6.37	0.59	2, 4
-0.72	4.07	-5.31	50.15	2, 5	0.00	-7.70	0.85	2, 4
-0.84	4.36	-6.16	54.74	2, 5	0.00	-9.06	1.16	2, 4
-0.96	4.67	-7.01	59.58	2, 5	0.00	-10.44	1.51	2, 4
-1.08	4.99	-7.88	64.69	2, 5	0.00	-11.84	1.93	2, 4
-1.20	5.33	-8.77	70.08	2, 5	0.01	-13.25	2.40	2, 4
-1.32	5.67	-9.66	75.78	2, 5	0.03	-14.70	2.95	2, 4
-1.44	6.03	-10.58	81.78	2, 5	0.05	-16.16	3.59	2, 4
-1.56	6.40	-11.50	88.10	2, 5	0.08	-17.64	4.30	2, 4
-1.68	6.79	-12.44	94.74	2, 5	0.12	-19.15	5.11	2, 4
-1.80	7.19	-13.39	101.71	2, 5	0.15	-20.67	6.02	2, 4
-1.92	7.60	-14.36	109.02	2, 5	0.20	-22.22	7.04	2, 4
-2.04	8.03	-15.34	116.69	2, 5	0.25	-23.79	8.17	2, 4
-2.16	8.48	-16.33	124.74	2, 5	0.31	-25.38	9.42	2, 4
-2.28	8.93	-17.34	133.17	2, 5	0.37	-26.99	10.80	2, 4
-2.40	**9.41**	-18.38	142.00	2, 5	0.44	-28.63	12.32	2, 4

talseitige Bewehrung der Mauer

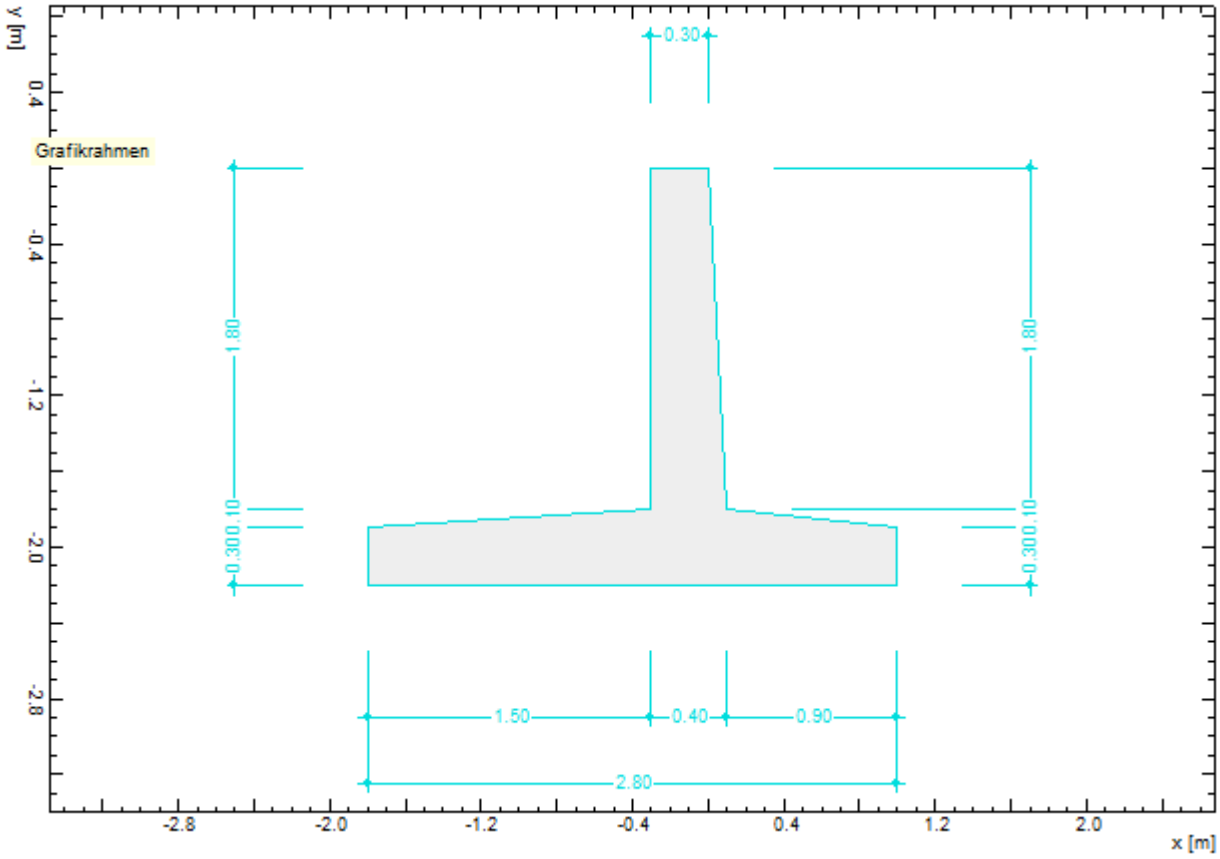
y	As Tal max				As Tal min			
	As Tal	Nd	Md	GWS,EWK	As Tal	Nd	Md	GWS,EWK
[m]	[cm²/m]	[kN/m]	[kNm/m]		[cm²/m]	[kN/m]	[kNm/m]	
0	**-0.00**	-0.59	27.00	2, 1	**-0.00**	-0.59	27.00	2, 1
-0.12	-0.00	-1.33	30.44	2, 7	-0.00	-1.33	30.44	2, 7
-0.24	-0.00	-2.09	34.04	2, 5	-0.00	-2.09	34.04	2, 5
-0.36	-0.00	-2.85	37.55	2, 7	-0.00	-2.85	37.55	2, 7
-0.48	-0.00	-3.04	0.76	2, 6	-0.00	-3.04	0.76	2, 6
-0.60	-0.00	-6.41	1.18	2, 2	-0.00	-6.41	1.18	2, 2
-0.72	-0.00	-5.26	49.30	2, 7	-0.00	-5.26	49.30	2, 7
-0.84	-0.00	-5.40	1.19	2, 8	-0.00	-5.40	1.19	2, 8
-0.96	-0.00	-10.44	1.51	2, 4	-0.00	-10.44	1.51	2, 4
-1.08	-0.00	-11.84	1.93	2, 4	-0.00	-11.84	1.93	2, 4
-1.20	-0.00	-8.68	67.70	2, 7	-0.00	-8.68	67.70	2, 7
-1.32	-0.00	-14.70	2.95	2, 4	-0.00	-14.70	2.95	2, 4
-1.44	-0.00	-16.99	78.15	2, 3	-0.00	-16.99	78.15	2, 3
-1.56	-0.00	-17.77	8.55	2, 2	-0.00	-17.77	8.55	2, 2
-1.68	-0.00	-12.44	94.74	2, 5	-0.00	-12.44	94.74	2, 5
-1.80	-0.00	-20.84	11.96	2, 2	-0.00	-20.84	11.96	2, 2
-1.92	-0.00	-14.18	102.10	2, 7	-0.00	-14.18	102.10	2, 7
-2.04	-0.00	-14.39	16.40	2, 6	-0.00	-14.39	16.40	2, 6
-2.16	-0.00	-16.33	124.74	2, 5	-0.00	-16.33	124.74	2, 5
-2.28	-0.00	-16.10	11.05	2, 8	-0.00	-16.10	11.05	2, 8
-2.40	-0.00	-18.38	142.00	2, 5	-0.00	-18.38	142.00	2, 5

Fundamentbeanspruchung

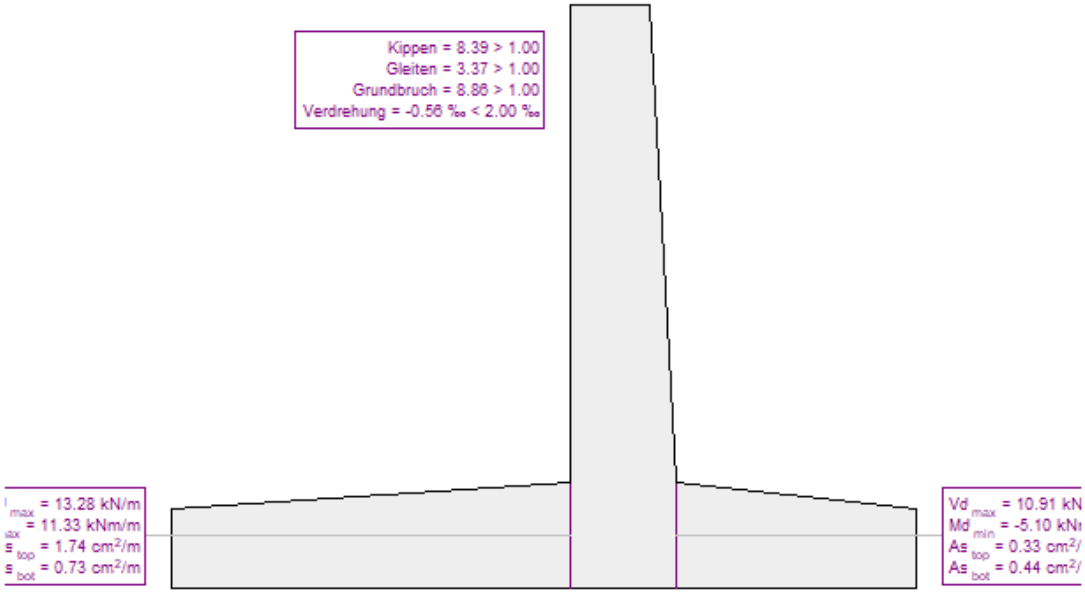
	Breite	Schnittkräfte				As	
		Vd max	Vd min	Md max	Md min	oben	unten
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[cm²/m]	[cm²/m]
Talseite	0.90	90.56	16.21	44.56	7.38	0.00	2.68
Bergseite	1.50	94.68	6.85	-2.28	-94.82	5.57	0.00

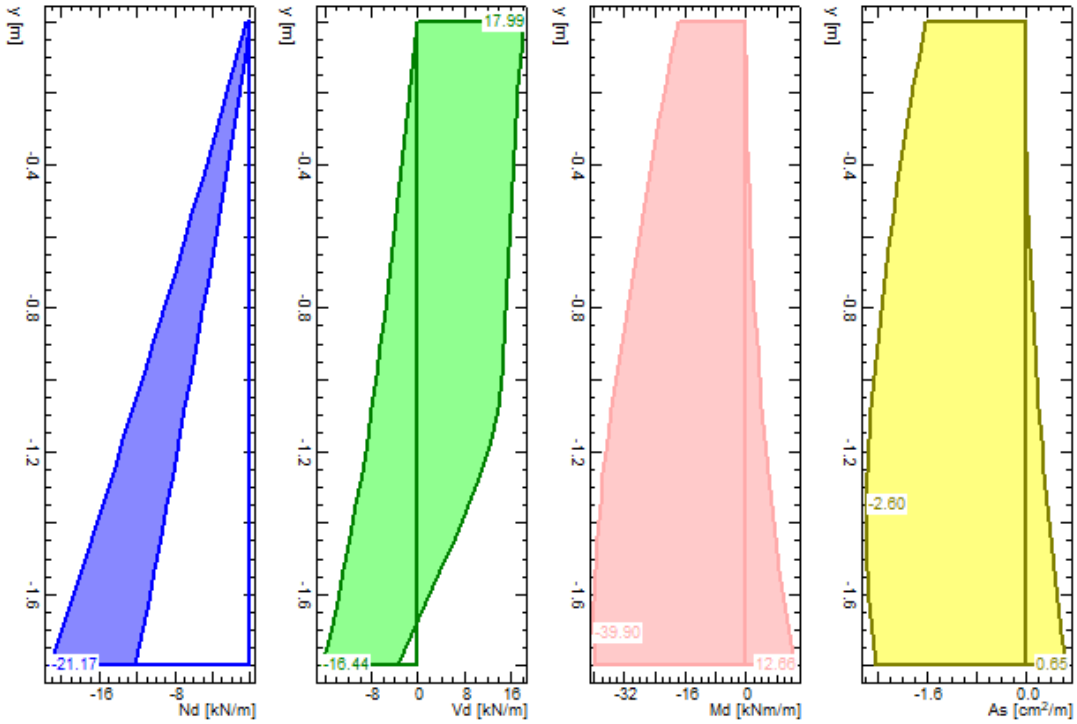
3.1.2 Stützmauer Bauzustand Strasse (bei Fahrleitungsmaste)

Abmessungen



Sicherheit gegen Kippen, Gleiten, Grundbruch





Grenzwerte

Sicherheiten

Nachweis	F vorh [-]	F erf [-]	β_{vorh} [‰]	β_{erf} [‰]	Werte aus
Kippen	8.39	1.00			!Grenzzustand TS 1, EWK 8
Gleiten	3.37	1.00			!Grenzzustand TS 2, EWK 6
Grundbruch	8.86	1.00			!Grenzzustand TS 2, EWK 1
Verdrehung			-0.56	2.00	!Grenzzustand G selten, EWK 1

Biegemomente mit zugehörigen Schnittkräften

y	Md max				Md min			
[m]	Md [kNm/m]	Nd [kN/m]	Vd [kN/m]	GWS,EWK	Md [kNm/m]	Nd [kN/m]	Vd [kN/m]	GWS,EWK
0	0	0	0	2, 2	-18.00	-0.50	17.99	2, 1
-0.09	0.03	-0.90	-0.66	2, 2	-19.61	-1.04	17.68	2, 7
-0.18	0.11	-1.82	-1.28	2, 2	-21.18	-1.58	17.36	2, 7
-0.27	0.26	-2.75	-1.91	2, 2	-22.73	-2.13	16.98	2, 7
-0.36	0.46	-3.70	-2.53	2, 2	-24.24	-2.70	16.66	2, 7
-0.45	0.71	-4.66	-3.16	2, 2	-25.73	-3.27	16.34	2, 7
-0.54	1.03	-5.64	-3.78	2, 2	-27.18	-3.85	16.03	2, 7
-0.63	1.40	-6.63	-4.41	2, 2	-28.61	-4.44	15.71	2, 7
-0.72	1.83	-7.64	-5.03	2, 2	-30.01	-5.04	15.33	2, 7
-0.81	2.31	-8.67	-5.66	2, 2	-31.37	-5.64	15.01	2, 7
-0.90	2.85	-9.70	-6.43	2, 2	-32.71	-6.26	14.68	2, 7
-0.99	3.46	-10.75	-7.13	2, 2	-34.02	-6.89	14.34	2, 7
-1.08	4.13	-11.82	-7.90	2, 2	-35.29	-7.52	13.89	2, 7
-1.17	4.88	-12.89	-8.75	2, 2	-36.51	-8.14	12.75	2, 7
-1.26	5.70	-13.99	-9.66	2, 2	-37.58	-8.75	10.90	2, 7
-1.35	6.61	-15.09	-10.63	2, 2	-38.47	-9.36	8.82	2, 7
-1.44	7.61	-16.21	-11.67	2, 2	-39.15	-9.98	6.61	2, 7
-1.53	8.72	-17.34	-12.77	2, 2	-39.63	-10.59	3.84	2, 7
-1.62	9.92	-18.49	-13.93	2, 2	-39.88	-11.22	1.44	2, 7
-1.71	11.23	-19.64	-15.16	2, 2	**-39.90**	-11.86	-1.02	2, 7
-1.80	**12.66**	-20.82	-16.44	2, 2	-39.69	-12.51	-3.55	2, 7

Querkräfte mit zugehörigen Schnittkräften

y	Vd max				Vd min			
[m]	Vd [kN/m]	Nd [kN/m]	Md [kNm/m]	GWS,EWK	Vd [kN/m]	Nd [kN/m]	Md [kNm/m]	GWS,EWK
0	**17.99**	-0.50	-18.00	2, 1	0	0	0	2, 2
-0.09	17.68	-1.04	-19.61	2, 7	-0.66	-0.90	0.03	2, 2
-0.18	17.36	-1.58	-21.18	2, 7	-1.28	-1.82	0.11	2, 2
-0.27	16.98	-2.13	-22.73	2, 7	-1.91	-2.75	0.26	2, 2
-0.36	16.66	-2.70	-24.24	2, 7	-2.53	-3.70	0.46	2, 2
-0.45	16.34	-3.27	-25.73	2, 7	-3.16	-4.66	0.71	2, 2
-0.54	16.03	-3.85	-27.18	2, 7	-3.78	-5.64	1.03	2, 2
-0.63	15.71	-4.44	-28.61	2, 7	-4.41	-6.63	1.40	2, 2
-0.72	15.33	-5.04	-30.01	2, 7	-5.03	-7.64	1.83	2, 2
-0.81	15.01	-5.64	-31.37	2, 7	-5.66	-8.67	2.31	2, 2
-0.90	14.68	-6.26	-32.71	2, 7	-6.43	-9.70	2.85	2, 2
-0.99	14.34	-6.89	-34.02	2, 7	-7.13	-10.75	3.46	2, 2
-1.08	13.89	-7.52	-35.29	2, 7	-7.90	-11.82	4.13	2, 2
-1.17	12.75	-8.14	-36.51	2, 7	-8.75	-12.89	4.88	2, 2
-1.26	10.90	-8.75	-37.58	2, 7	-9.66	-13.99	5.70	2, 2
-1.35	8.82	-9.36	-38.47	2, 7	-10.63	-15.09	6.61	2, 2
-1.44	6.61	-9.98	-39.15	2, 7	-11.67	-16.21	7.61	2, 2
-1.53	3.84	-10.59	-39.63	2, 7	-12.77	-17.34	8.72	2, 2
-1.62	1.44	-11.22	-39.88	2, 7	-13.93	-18.49	9.92	2, 2
-1.71	-1.02	-11.86	-39.90	2, 7	-15.16	-19.64	11.23	2, 2
-1.80	-3.55	-12.51	-39.69	2, 7	**-16.44**	-20.82	12.66	2, 2

Normalkräfte mit zugehörigen Schnittkräften

y	Nd max				Nd min			
	Nd	Vd	Md	GWS,EWK	Nd	Vd	Md	GWS,EWK
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]		[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	
0	**0**	0	0	2, 2	-0.50	17.99	-18.00	2, 1
-0.09	-0.53	-0.65	0.03	2, 6	-1.41	17.67	-19.60	2, 3
-0.18	-1.07	-1.26	0.11	2, 6	-2.34	17.34	-21.18	2, 3
-0.27	-1.61	-1.88	0.25	2, 6	-3.27	16.95	-22.72	2, 3
-0.36	-2.17	-2.49	0.45	2, 6	-4.23	16.62	-24.23	2, 3
-0.45	-2.73	-3.10	0.70	2, 6	-5.20	16.29	-25.72	2, 3
-0.54	-3.30	-3.72	1.01	2, 6	-6.19	15.96	-27.17	2, 3
-0.63	-3.88	-4.33	1.37	2, 6	-7.19	15.63	-28.59	2, 3
-0.72	-4.48	-4.94	1.79	2, 6	-8.20	15.24	-29.98	2, 3
-0.81	-5.07	-5.56	2.27	2, 6	-9.23	14.91	-31.33	2, 3
-0.90	-5.68	-6.31	2.81	2, 6	-10.28	14.57	-32.66	2, 3
-0.99	-6.30	-7.01	3.40	2, 6	-11.34	14.21	-33.96	2, 3
-1.08	-6.92	-7.77	4.06	2, 6	-12.42	13.75	-35.22	2, 3
-1.17	-7.55	-8.60	4.79	2, 6	-13.48	12.60	-36.42	2, 3
-1.26	-8.18	-9.50	5.60	2, 6	-14.55	10.74	-37.48	2, 3
-1.35	-8.83	-10.46	6.50	2, 6	-15.62	8.64	-38.36	2, 3
-1.44	-9.48	-11.48	7.49	2, 6	-16.71	6.42	-39.02	2, 3
-1.53	-10.14	-12.57	8.57	2, 6	-17.79	3.64	-39.48	2, 3
-1.62	-10.80	-13.72	9.75	2, 6	-18.90	1.23	-39.71	2, 3
-1.71	-11.48	-14.93	11.05	2, 6	-20.03	-1.25	-39.72	2, 3
-1.80	-12.16	-16.20	12.46	2, 6	**-21.17**	-3.79	-39.49	2, 3

bergseitige Bewehrung der Mauer

y	As Berg max				As Berg min			
	As Berg	Nd	Md	GWS,EWK	As Berg	Nd	Md	GWS,EWK
[m]	[cm²/m]	[kN/m]	[kNm/m]		[cm²/m]	[kN/m]	[kNm/m]	
0	0.00	-0.50	-18.00	2, 1	**0.00**	-0.50	-18.00	2, 1
-0.09	0.00	-1.04	-19.61	2, 7	0.00	-1.04	-19.61	2, 7
-0.18	0.00	-1.57	-21.13	2, 5	0.00	-1.57	-21.13	2, 5
-0.27	0.00	-2.13	-22.73	2, 7	0.00	-2.13	-22.73	2, 7
-0.36	0.01	-2.17	0.45	2, 6	0.00	-4.20	-24.02	2, 1
-0.45	0.02	-2.73	0.70	2, 6	0.00	-4.66	0.71	2, 2
-0.54	0.04	-3.30	1.01	2, 6	0.00	-3.85	-27.18	2, 7
-0.63	0.06	-3.88	1.37	2, 6	0.00	-7.13	-27.94	2, 1
-0.72	0.08	-4.48	1.79	2, 6	0.00	-7.71	0.98	2, 4
-0.81	0.11	-5.07	2.27	2, 6	0.00	-8.74	1.24	2, 4
-0.90	0.14	-5.68	2.81	2, 6	0.00	-6.26	-32.71	2, 7
-0.99	0.17	-6.30	3.40	2, 6	0.00	-10.84	1.86	2, 4
-1.08	0.21	-6.92	4.06	2, 6	0.00	-12.42	-35.22	2, 3
-1.17	0.25	-7.55	4.79	2, 6	0.00	-13.37	-34.18	2, 1
-1.26	0.29	-8.18	5.60	2, 6	0.00	-8.63	-34.96	2, 5
-1.35	0.34	-8.83	6.50	2, 6	0.00	-15.49	-35.32	2, 1
-1.44	0.39	-9.48	7.49	2, 6	0.00	-9.98	-39.15	2, 7
-1.53	0.45	-10.14	8.57	2, 6	0.00	-17.63	-35.49	2, 1
-1.62	0.51	-10.80	9.75	2, 6	0.00	-11.05	-35.34	2, 5
-1.71	0.58	-11.48	11.05	2, 6	0.00	-19.84	-34.58	2, 1
-1.80	**0.65**	-12.16	12.46	2, 6	0.00	-12.30	-33.90	2, 5

talseitige Bewehrung der Mauer

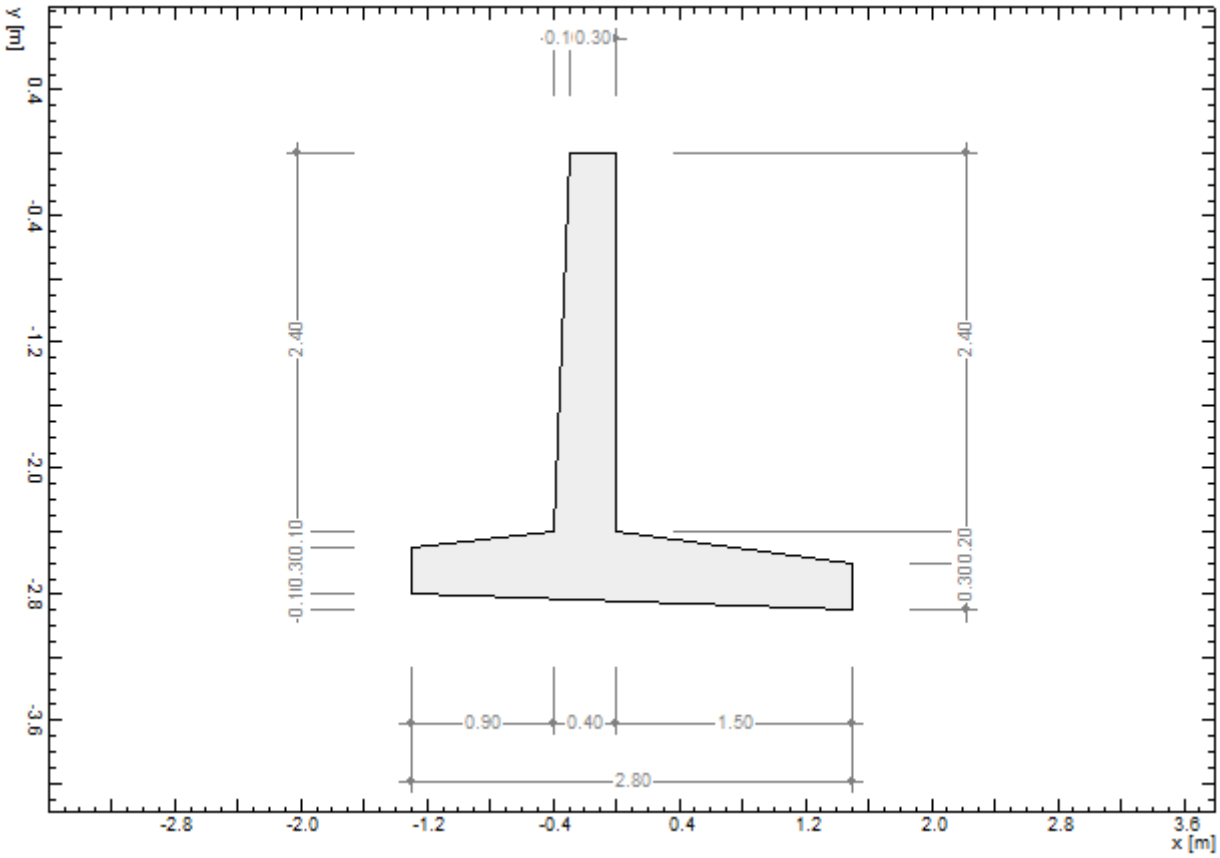
y	As Tal max				As Tal min			
	As Tal	Nd	Md	GWS,EWK	As Tal	Nd	Md	GWS,EWK
[m]	[cm²/m]	[kN/m]	[kNm/m]		[cm²/m]	[kN/m]	[kNm/m]	
0	**-0.00**	0	0	2, 2	-1.62	-0.50	-18.00	2, 1
-0.09	-0.00	-0.90	0.03	2, 2	-1.73	-1.04	-19.61	2, 7
-0.18	-0.00	-1.82	0.11	2, 2	-1.83	-1.58	-21.18	2, 7
-0.27	-0.00	-2.75	0.26	2, 2	-1.92	-2.13	-22.73	2, 7
-0.36	-0.00	-2.17	0.45	2, 6	-2.01	-2.70	-24.24	2, 7
-0.45	-0.00	-4.66	0.71	2, 2	-2.09	-3.27	-25.73	2, 7
-0.54	-0.00	-5.64	1.03	2, 2	-2.16	-3.85	-27.18	2, 7
-0.63	-0.00	-3.94	0.73	2, 8	-2.23	-4.44	-28.61	2, 7
-0.72	-0.00	-7.71	0.98	2, 4	-2.30	-5.04	-30.01	2, 7
-0.81	-0.00	-8.74	1.24	2, 4	-2.36	-5.64	-31.37	2, 7
-0.90	-0.00	-9.70	2.85	2, 2	-2.41	-6.26	-32.71	2, 7
-0.99	-0.00	-10.84	1.86	2, 4	-2.46	-6.89	-34.02	2, 7
-1.08	-0.00	-11.82	4.13	2, 2	-2.51	-7.52	-35.29	2, 7
-1.17	-0.00	-12.89	4.88	2, 2	-2.55	-8.14	-36.51	2, 7
-1.26	-0.00	-13.99	5.70	2, 2	-2.58	-8.75	-37.58	2, 7
-1.35	-0.00	-15.09	6.61	2, 2	**-2.60**	-9.36	-38.47	2, 7
-1.44	-0.00	-16.21	7.61	2, 2	-2.60	-9.98	-39.15	2, 7
-1.53	-0.00	-10.14	8.57	2, 6	-2.58	-10.59	-39.63	2, 7
-1.62	-0.00	-18.49	9.92	2, 2	-2.55	-11.22	-39.88	2, 7
-1.71	-0.00	-11.67	5.86	2, 8	-2.50	-11.86	-39.90	2, 7
-1.80	-0.00	-12.16	12.46	2, 6	-2.44	-12.51	-39.69	2, 7

Fundamentbeanspruchung

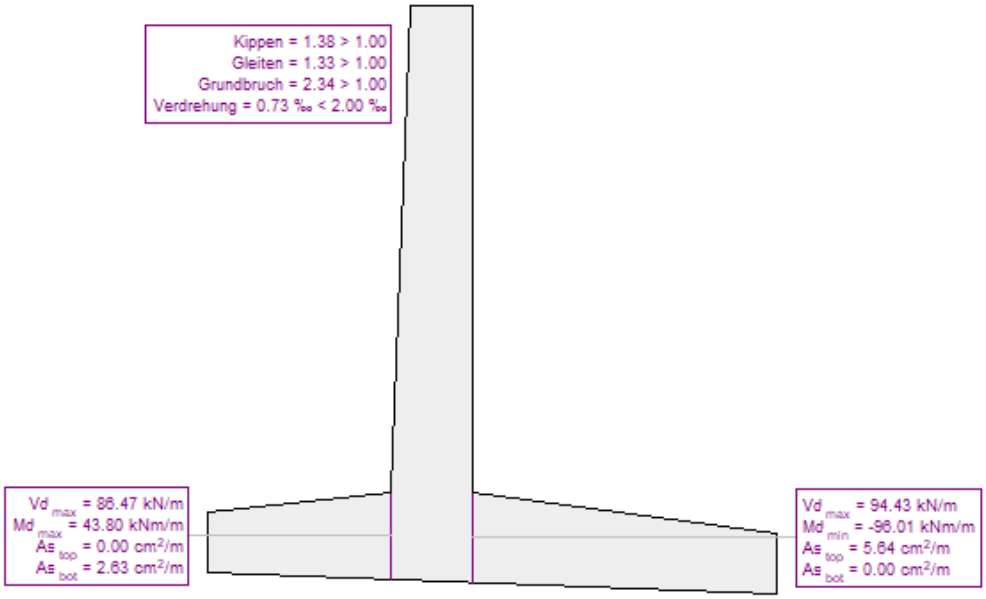
	Breite	Schnittkräfte				As	
		Vd max	Vd min	Md max	Md min	oben	unten
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[cm²/m]	[cm²/m]
Talseite	1.50	13.28	-22.77	11.33	-26.77	1.74	0.73
Bergseite	0.90	10.91	-21.09	6.86	-5.10	0.33	0.44

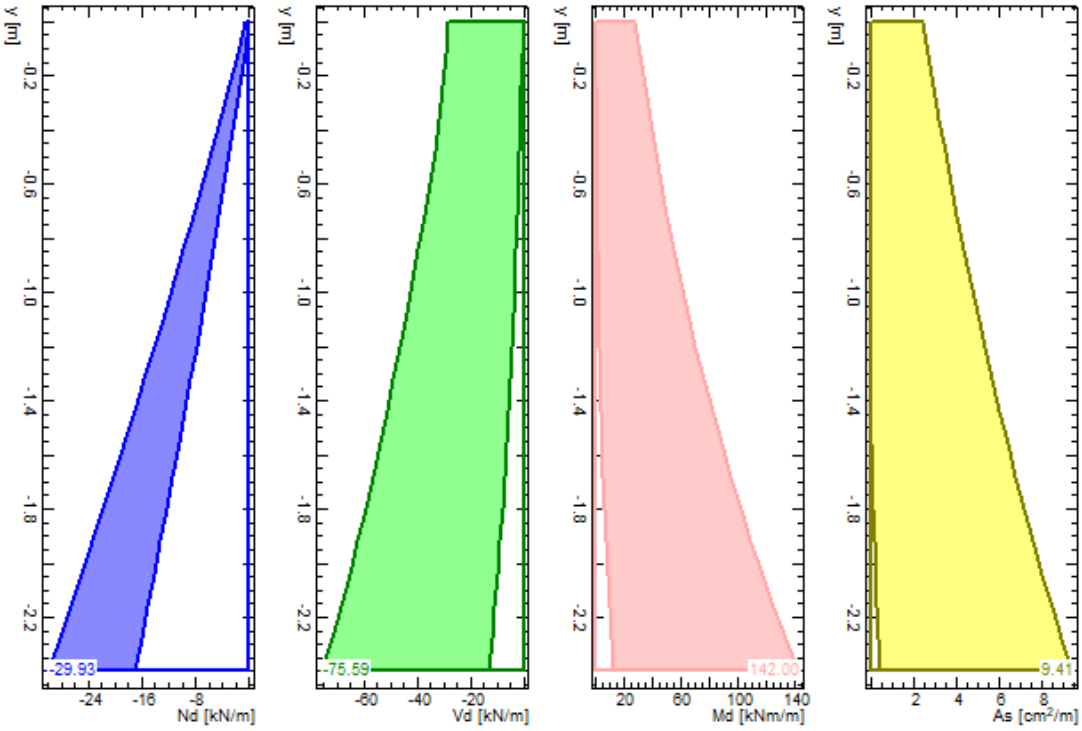
3.1.3 Stützmauer Endzustand (bei Fahrleitungsmaste)

Abmessungen



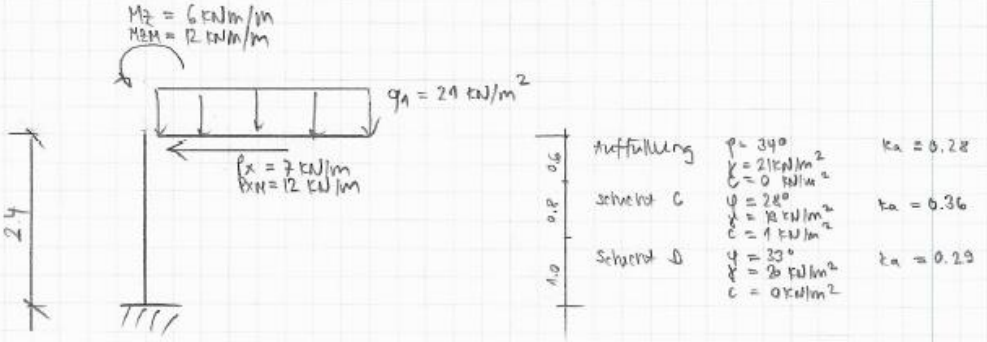
Sicherheit gegen Kippen, Gleiten, Grundbruch





Bewehrungsnachweis aus Tragsicherheit

Bewehrungsnachweis Tragsicherheit (bei Fahrleitungsmaste)



$$g = \gamma \cdot h \cdot k_a = 21 \cdot 0.6 \cdot 0.28 + 19 \cdot 0.8 \cdot 0.36 + 20 \cdot 1.0 \cdot 0.29 = 14.8 \text{ kN/m}^2$$

$$q = q_1 \cdot k_a = 21 \cdot 0.36 = 7.6 \text{ kN/m}^2$$

$$q_d = 1.5 \cdot 7.6 + 1.35 \cdot 14.8 = 31.4 \text{ kN/m}^2$$

$$M_d = \frac{31.4 \cdot 2.4^2}{6} + 1.5 \cdot (6+12) + 1.5 \cdot (7+12) \cdot 2.4 = 125.5 \text{ kNm/m}$$

30.1

$d = 350$ mm $\Rightarrow$ $a_s = 970$ mm²/m $\Rightarrow$ $\phi 14 / 15$

$\Rightarrow$ gew. $\phi 14 / 15$ (auto Stützmauer)

31.4

$$V_d = \frac{1.5 \cdot q + (1.5 \cdot q + 1.35\, g)}{2} \cdot h + 1.5 \cdot (p_x + p_{xM}) = 80 \text{ kN/m}$$

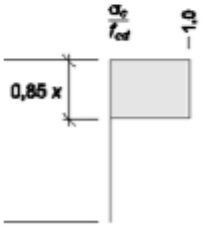
$s = 150$ mm $\Rightarrow$ $a_s = 28$ mm² $\Rightarrow$ gew. $\phi 12 / 15$

Objekt-Nr.	92-22.27	**Objekt**	Bhf Lattrigen
		Bauteil	Stützmauer Usine bei Mast 70N

Betonbemessung nach SIA 262

M_d =	130	kNm	
b =	1000	mm	(Druckzone)
d =	350	mm	(Statische Höhe)
f_{cd} =	20	N/mm^2	(Betondruckfestigkeit, Art. 4.2.1)
f_{sd} =	435	N/mm^2	(Stahlzugfestigkeit, Art. 4.2.2)

x =	***22.5***	***mm***	Z_d =	382	kN
$A_{s,erf}$ =	**878**	**mm^2**	D =	382	kN
Rechteck	31306	2. Lösung der quadratischen Gleichung	M_{rd} =	130	kNm



$A_{s,erf}$ + $A_{s,L}$ =	**970**	**mm^2**	(inkl. Erhöhung infolge Querkraft)

$A_{s,gewählt}$ =

Querkraftsbemessung

V_d =	80	kN	$A_{sw,tot}$ =	88	mm^2	
z =	315	mm	**2-schnittig =**	**44**	**mm^2**	d12/15
α =	45	°	**4-schnittig =**	**22**	**mm^2**	
s =	150	mm				

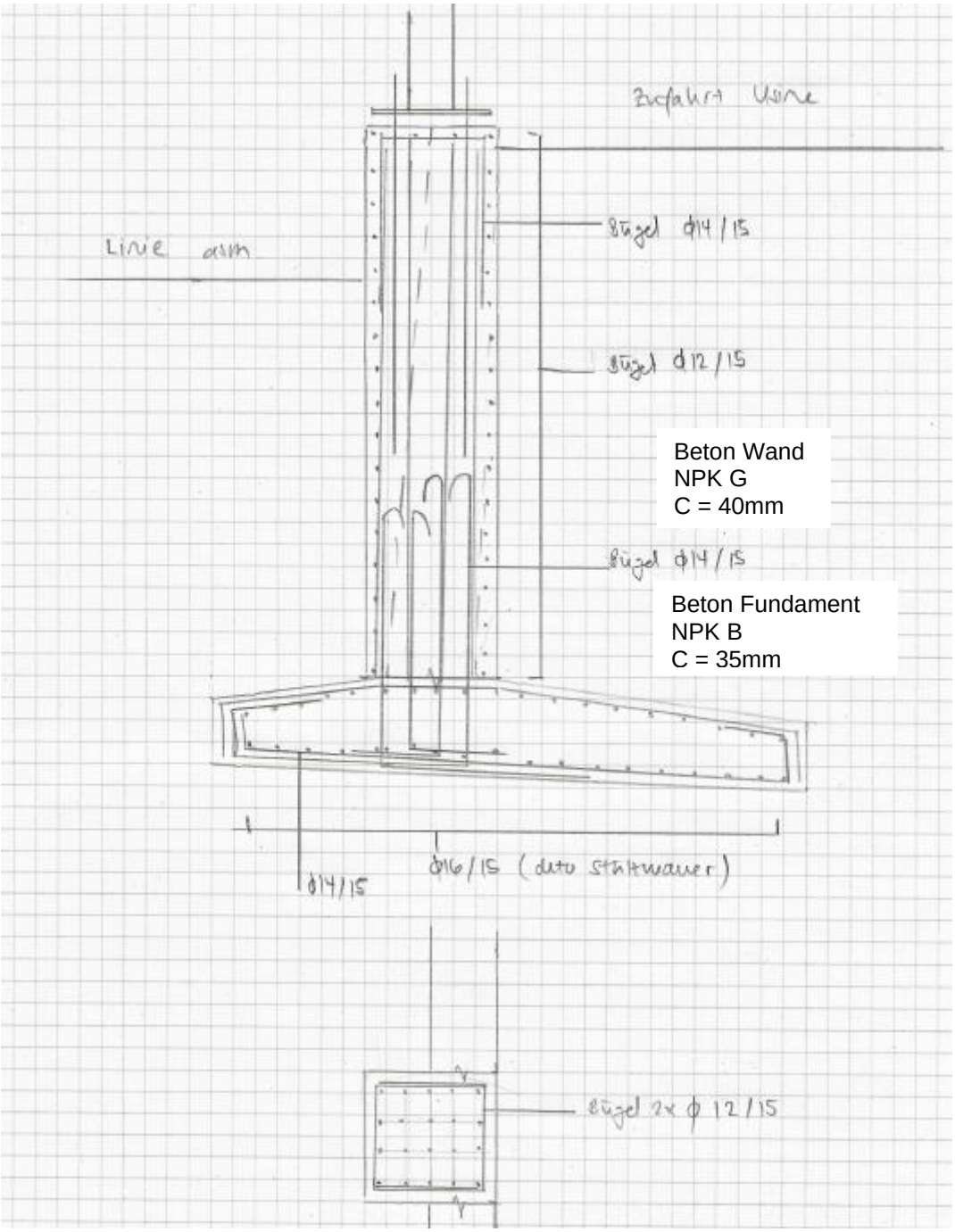
Vergrösserung der Biegebewehrung infolge Querkraft

F_{tVd} =	80	kN
$A_{s,L}$ =	92	mm^2

Kontrolle der Stegbreite

bw =	1000	mm	>	42.3280423	mm
			Nachweis i.O.		

Bewehrungsschema



Grenzwerte

Sicherheiten

Nachweis	F vorh [-]	F erf [-]	β_{vorh} [‰]	β_{erf} [‰]	Werte aus
Kippen	1.38	1.00			!Grenzzustand TS 1, EWK 7
Gleiten	1.33	1.00			!Grenzzustand TS 2, EWK 5
Grundbruch	2.34	1.00			!Grenzzustand TS 2, EWK 5
Verdrehung			0.73	2.00	!Grenzzustand G selten, EWK 1

Biegemomente mit zugehörigen Schnittkräften

y	Md max				Md min			
	Md	Nd	Vd	GWS,EWK	Md	Nd	Vd	GWS,EWK
[m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]		[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	
0	27.00	-0.59	-28.49	2, 1	**0**	0	0	2, 2
-0.12	30.47	-1.34	-29.28	2, 5	0.02	-1.23	-0.39	2, 4
-0.24	34.04	-2.09	-30.17	2, 5	0.09	-2.49	-0.78	2, 4
-0.36	37.76	-2.87	-31.69	2, 5	0.21	-3.76	-1.16	2, 4
-0.48	41.67	-3.67	-33.37	2, 5	0.38	-5.06	-1.55	2, 4
-0.60	45.80	-4.48	-35.11	2, 5	0.59	-6.37	-1.94	2, 4
-0.72	50.15	-5.31	-37.06	2, 5	0.85	-7.70	-2.32	2, 4
-0.84	54.74	-6.16	-39.48	2, 5	1.16	-9.06	-2.80	2, 4
-0.96	59.58	-7.01	-41.60	2, 5	1.51	-10.44	-3.23	2, 4
-1.08	64.69	-7.88	-43.86	2, 5	1.93	-11.84	-3.73	2, 4
-1.20	70.08	-8.77	-46.27	2, 5	2.40	-13.25	-4.30	2, 4
-1.32	75.78	-9.66	-48.81	2, 5	2.95	-14.70	-4.93	2, 4
-1.44	81.78	-10.58	-51.41	2, 5	3.59	-16.16	-5.62	2, 4
-1.56	88.10	-11.50	-53.96	2, 5	4.30	-17.64	-6.35	2, 4
-1.68	94.74	-12.44	-56.62	2, 5	5.11	-19.15	-7.14	2, 4
-1.80	101.71	-13.39	-59.39	2, 5	6.02	-20.67	-7.99	2, 4
-1.92	109.02	-14.36	-62.27	2, 5	7.04	-22.22	-8.89	2, 4
-2.04	116.69	-15.34	-65.26	2, 5	8.17	-23.79	-9.85	2, 4
-2.16	124.74	-16.33	-68.37	2, 5	9.42	-25.38	-10.87	2, 4
-2.28	133.17	-17.34	-71.58	2, 5	10.80	-26.99	-11.94	2, 4
-2.40	**142.00**	-18.38	-75.59	2, 5	12.32	-28.63	-13.32	2, 4

Querkräfte mit zugehörigen Schnittkräften

y	Vd max				Vd min			
	Vd	Nd	Md	GWS,EWK	Vd	Nd	Md	GWS,EWK
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]		[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	
0	**0**	0	0	2, 2	-28.49	-0.59	27.00	2, 1
-0.12	-0.39	-1.23	0.02	2, 4	-29.28	-1.34	30.47	2, 5
-0.24	-0.78	-2.49	0.09	2, 4	-30.17	-2.09	34.04	2, 5
-0.36	-1.16	-3.76	0.21	2, 4	-31.69	-2.87	37.76	2, 5
-0.48	-1.55	-5.06	0.38	2, 4	-33.37	-3.67	41.67	2, 5
-0.60	-1.94	-6.37	0.59	2, 4	-35.11	-4.48	45.80	2, 5
-0.72	-2.32	-7.70	0.85	2, 4	-37.06	-5.31	50.15	2, 5
-0.84	-2.80	-9.06	1.16	2, 4	-39.48	-6.16	54.74	2, 5
-0.96	-3.23	-10.44	1.51	2, 4	-41.60	-7.01	59.58	2, 5
-1.08	-3.73	-11.84	1.93	2, 4	-43.86	-7.88	64.69	2, 5
-1.20	-4.30	-13.25	2.40	2, 4	-46.27	-8.77	70.08	2, 5
-1.32	-4.93	-14.70	2.95	2, 4	-48.81	-9.66	75.78	2, 5
-1.44	-5.62	-16.16	3.59	2, 4	-51.41	-10.58	81.78	2, 5
-1.56	-6.35	-17.64	4.30	2, 4	-53.96	-11.50	88.10	2, 5
-1.68	-7.14	-19.15	5.11	2, 4	-56.62	-12.44	94.74	2, 5
-1.80	-7.99	-20.67	6.02	2, 4	-59.39	-13.39	101.71	2, 5
-1.92	-8.89	-22.22	7.04	2, 4	-62.27	-14.36	109.02	2, 5
-2.04	-9.85	-23.79	8.17	2, 4	-65.26	-15.34	116.69	2, 5
-2.16	-10.87	-25.38	9.42	2, 4	-68.37	-16.33	124.74	2, 5
-2.28	-11.94	-26.99	10.80	2, 4	-71.58	-17.34	133.17	2, 5
-2.40	-13.32	-28.63	12.32	2, 4	**-75.59**	-18.38	142.00	2, 5

Normalkräfte mit zugehörigen Schnittkräften

y	Nd max				Nd min			
	Nd	Vd	Md	GWS,EWK	Nd	Vd	Md	GWS,EWK
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]		[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	
0	**0**	0	0	2, 2	-0.59	-28.49	27.00	2, 1
-0.12	-0.73	-0.40	0.02	2, 8	-1.84	-29.27	30.47	2, 1
-0.24	-1.48	-0.80	0.10	2, 8	-3.10	-30.15	34.04	2, 1
-0.36	-2.24	-1.19	0.22	2, 8	-4.40	-31.66	37.75	2, 1
-0.48	-3.01	-1.59	0.39	2, 8	-5.72	-33.32	41.66	2, 1
-0.60	-3.79	-1.99	0.61	2, 8	-7.06	-35.06	45.78	2, 1
-0.72	-4.59	-2.39	0.87	2, 8	-8.43	-36.99	50.12	2, 1
-0.84	-5.40	-2.87	1.19	2, 8	-9.82	-39.40	54.71	2, 1
-0.96	-6.21	-3.32	1.56	2, 8	-11.23	-41.51	59.54	2, 1
-1.08	-7.05	-3.83	1.98	2, 8	-12.67	-43.76	64.64	2, 1
-1.20	-7.89	-4.41	2.47	2, 8	-14.13	-46.16	70.02	2, 1
-1.32	-8.75	-5.06	3.03	2, 8	-15.61	-48.68	75.70	2, 1
-1.44	-9.63	-5.76	3.68	2, 8	-17.11	-51.27	81.69	2, 1
-1.56	-10.51	-6.50	4.42	2, 8	-18.63	-53.81	87.99	2, 1
-1.68	-11.41	-7.30	5.24	2, 8	-20.17	-56.46	94.61	2, 1
-1.80	-12.32	-8.16	6.17	2, 8	-21.74	-59.22	101.56	2, 1
-1.92	-13.25	-9.08	7.21	2, 8	-23.33	-62.08	108.85	2, 1
-2.04	-14.19	-10.05	8.37	2, 8	-24.94	-65.06	116.50	2, 1
-2.16	-15.14	-11.08	9.64	2, 8	-26.58	-68.15	124.52	2, 1
-2.28	-16.10	-12.17	11.05	2, 8	-28.23	-71.35	132.92	2, 1
-2.40	-17.09	-13.56	12.59	2, 8	**-29.93**	-75.35	141.72	2, 1

bergseitige Bewehrung der Mauer

y	As Berg max				As Berg min			
	As Berg	Nd	Md	GWS,EWK	As Berg	Nd	Md	GWS,EWK
[m]	[cm²/m]	[kN/m]	[kNm/m]		[cm²/m]	[kN/m]	[kNm/m]	
0	2.45	-0.59	27.00	2, 1	**0.00**	0	0	2, 2
-0.12	2.71	-1.34	30.47	2, 5	0.00	-1.24	0.05	2, 2
-0.24	2.97	-2.09	34.04	2, 5	0.00	-2.50	0.19	2, 2
-0.36	3.23	-2.87	37.76	2, 5	0.00	-3.79	0.42	2, 2
-0.48	3.50	-3.67	41.67	2, 5	0.00	-5.09	0.75	2, 2
-0.60	3.78	-4.48	45.80	2, 5	0.00	-6.37	0.59	2, 4
-0.72	4.07	-5.31	50.15	2, 5	0.00	-7.70	0.85	2, 4
-0.84	4.36	-6.16	54.74	2, 5	0.00	-9.06	1.16	2, 4
-0.96	4.67	-7.01	59.58	2, 5	0.00	-10.44	1.51	2, 4
-1.08	4.99	-7.88	64.69	2, 5	0.00	-11.84	1.93	2, 4
-1.20	5.33	-8.77	70.08	2, 5	0.01	-13.25	2.40	2, 4
-1.32	5.67	-9.66	75.78	2, 5	0.03	-14.70	2.95	2, 4
-1.44	6.03	-10.58	81.78	2, 5	0.05	-16.16	3.59	2, 4
-1.56	6.40	-11.50	88.10	2, 5	0.08	-17.64	4.30	2, 4
-1.68	6.79	-12.44	94.74	2, 5	0.12	-19.15	5.11	2, 4
-1.80	7.19	-13.39	101.71	2, 5	0.15	-20.67	6.02	2, 4
-1.92	7.60	-14.36	109.02	2, 5	0.20	-22.22	7.04	2, 4
-2.04	8.03	-15.34	116.69	2, 5	0.25	-23.79	8.17	2, 4
-2.16	8.48	-16.33	124.74	2, 5	0.31	-25.38	9.42	2, 4
-2.28	8.93	-17.34	133.17	2, 5	0.37	-26.99	10.80	2, 4
-2.40	**9.41**	-18.38	142.00	2, 5	0.44	-28.63	12.32	2, 4

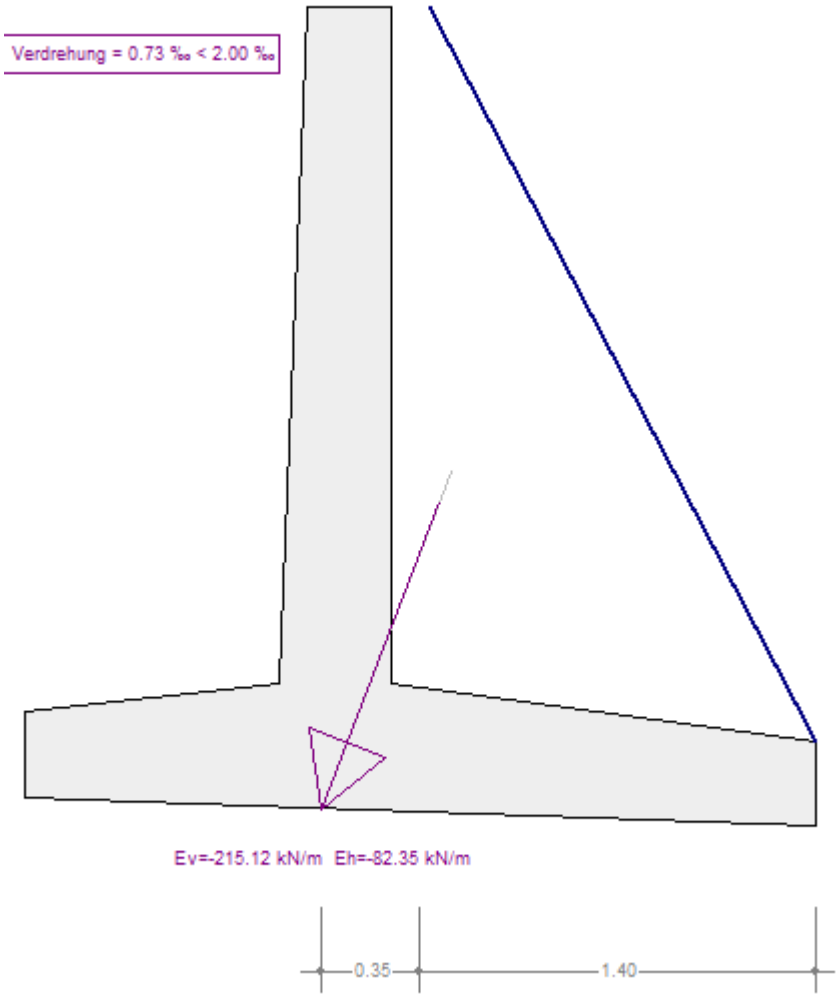
talseitige Bewehrung der Mauer

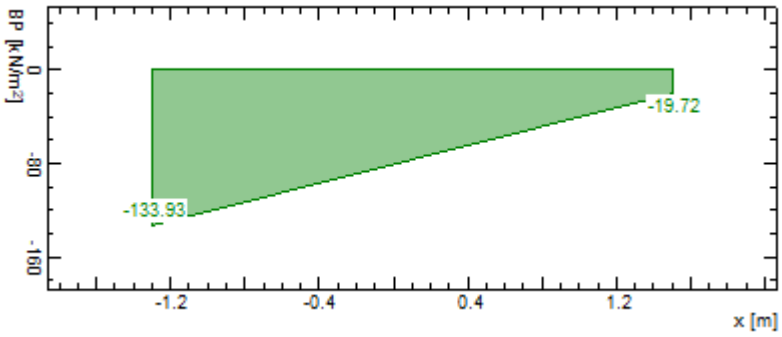
y	As Tal max				As Tal min			
	As Tal	Nd	Md	GWS,EWK	As Tal	Nd	Md	GWS,EWK
[m]	[cm²/m]	[kN/m]	[kNm/m]		[cm²/m]	[kN/m]	[kNm/m]	
0	**-0.00**	-0.59	27.00	2, 1	**-0.00**	-0.59	27.00	2, 1
-0.12	-0.00	-1.33	30.44	2, 7	-0.00	-1.33	30.44	2, 7
-0.24	-0.00	-2.09	34.04	2, 5	-0.00	-2.09	34.04	2, 5
-0.36	-0.00	-2.85	37.55	2, 7	-0.00	-2.85	37.55	2, 7
-0.48	-0.00	-3.04	0.76	2, 6	-0.00	-3.04	0.76	2, 6
-0.60	-0.00	-6.41	1.18	2, 2	-0.00	-6.41	1.18	2, 2
-0.72	-0.00	-5.26	49.30	2, 7	-0.00	-5.26	49.30	2, 7
-0.84	-0.00	-5.40	1.19	2, 8	-0.00	-5.40	1.19	2, 8
-0.96	-0.00	-10.44	1.51	2, 4	-0.00	-10.44	1.51	2, 4
-1.08	-0.00	-11.84	1.93	2, 4	-0.00	-11.84	1.93	2, 4
-1.20	-0.00	-8.68	67.70	2, 7	-0.00	-8.68	67.70	2, 7
-1.32	-0.00	-14.70	2.95	2, 4	-0.00	-14.70	2.95	2, 4
-1.44	-0.00	-16.99	78.15	2, 3	-0.00	-16.99	78.15	2, 3
-1.56	-0.00	-17.77	8.55	2, 2	-0.00	-17.77	8.55	2, 2
-1.68	-0.00	-12.44	94.74	2, 5	-0.00	-12.44	94.74	2, 5
-1.80	-0.00	-20.84	11.96	2, 2	-0.00	-20.84	11.96	2, 2
-1.92	-0.00	-14.18	102.10	2, 7	-0.00	-14.18	102.10	2, 7
-2.04	-0.00	-14.39	16.40	2, 6	-0.00	-14.39	16.40	2, 6
-2.16	-0.00	-16.33	124.74	2, 5	-0.00	-16.33	124.74	2, 5
-2.28	-0.00	-16.10	11.05	2, 8	-0.00	-16.10	11.05	2, 8
-2.40	-0.00	-18.38	142.00	2, 5	-0.00	-18.38	142.00	2, 5

Fundamentbeanspruchung

	Breite	Schnittkräfte				As	
		Vd max	Vd min	Md max	Md min	oben	unten
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[cm²/m]	[cm²/m]
Talseite	0.90	86.47	11.69	43.80	6.36	0.00	2.63
Bergseite	1.50	94.43	6.04	-4.24	-96.01	5.64	0.00

Bodenpressung





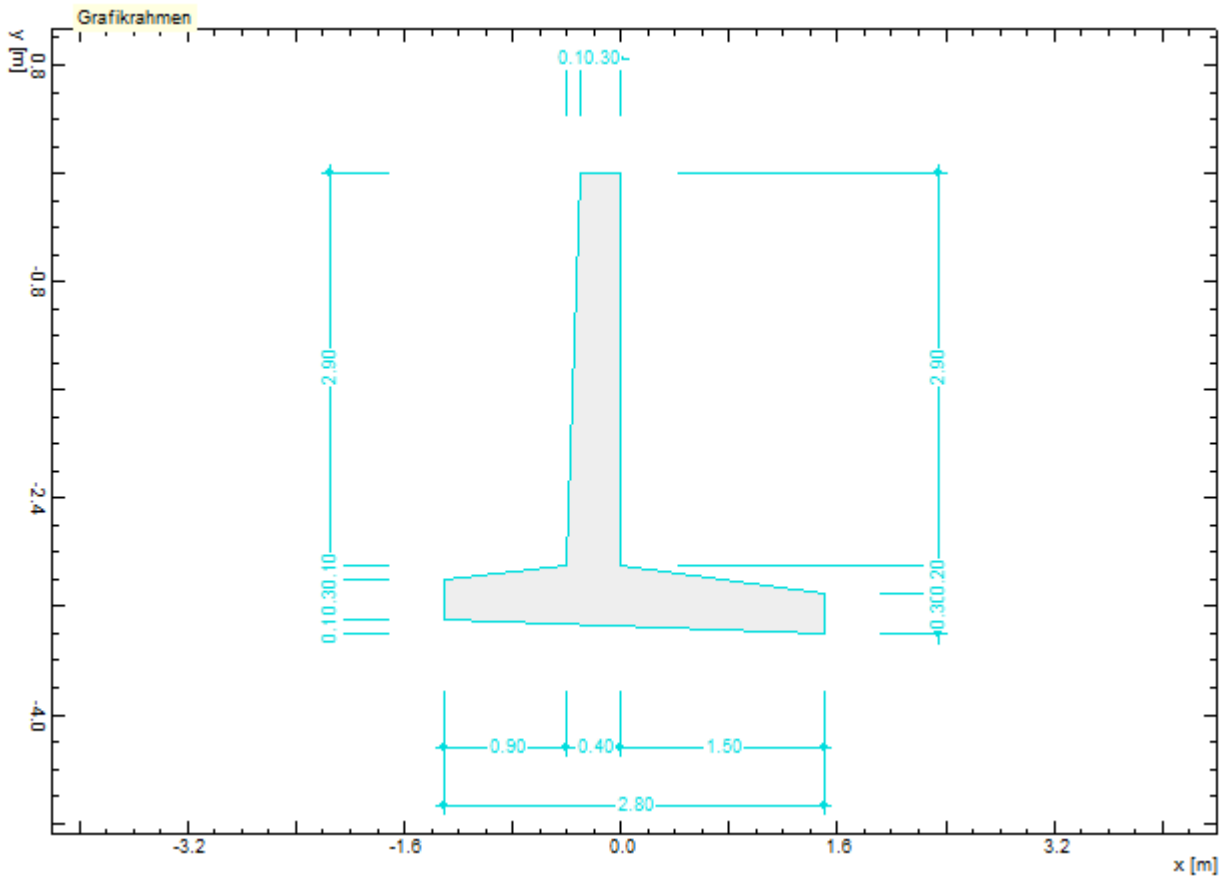
Gemäss Baugrunduntersuchung [13] ist die Stützmauer in der Schicht D fundiert.
Die zulässige Bodenpressung beträgt gem. Geologe 180 – 250 kN/m² somit haben wir:

σ_{Ed} = 134 kN/m² < 180 kN/m² = σ_{Rd}

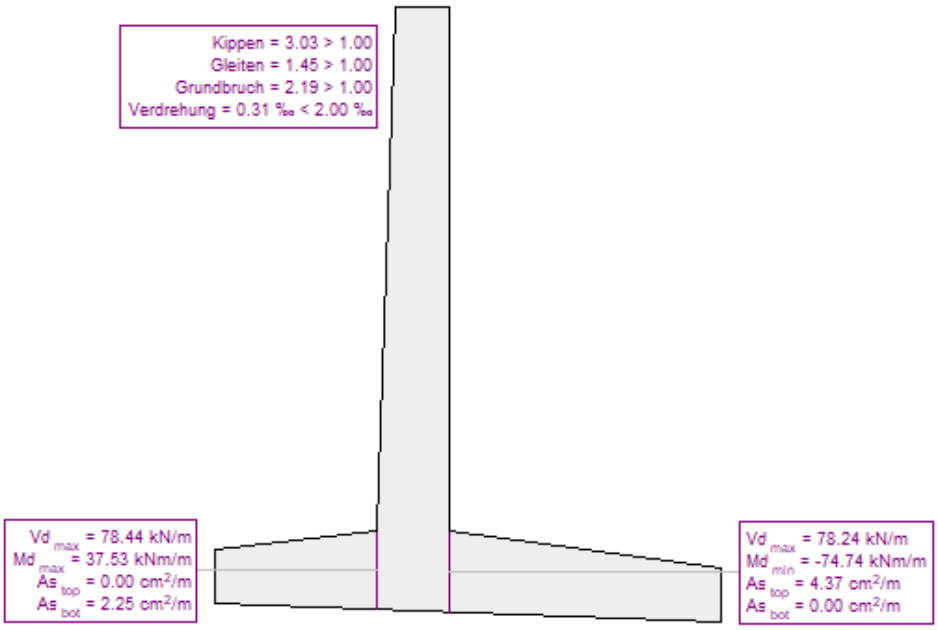
3.2 Stützmauer

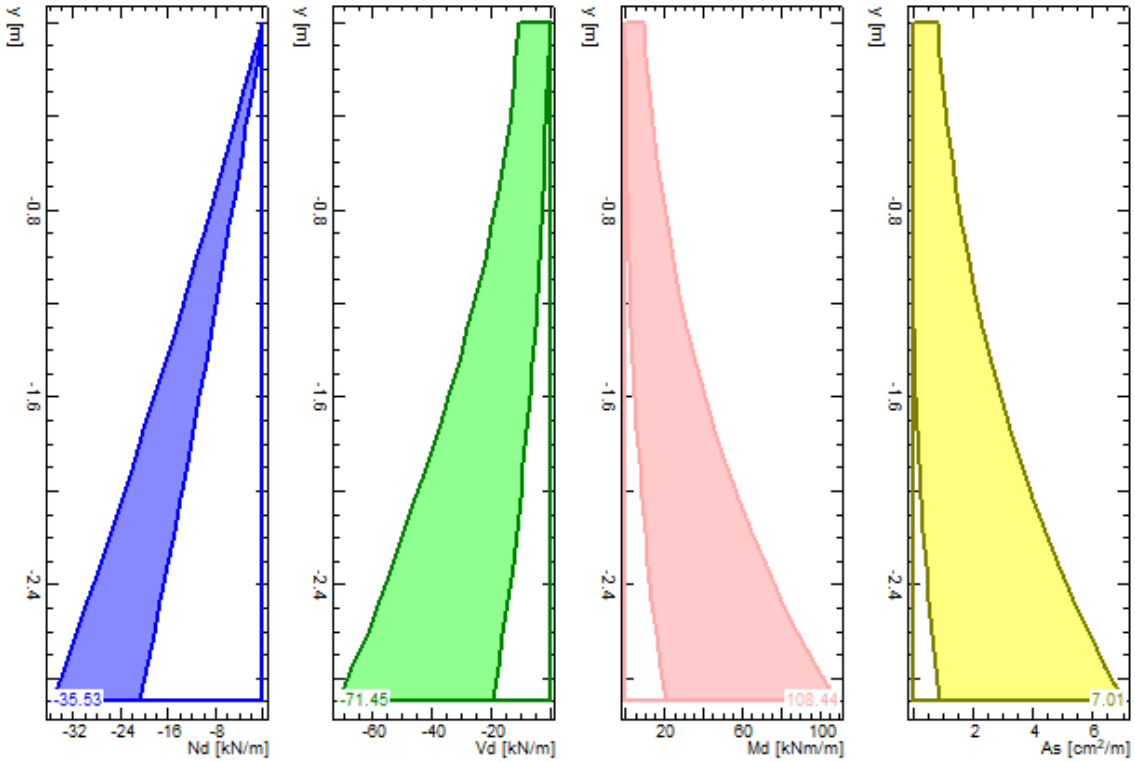
3.2.1 Stützmauer Bauzustand Bahn

Abmessungen



Sicherheit gegen Kippen, Gleiten, Grundbruch





Grenzwerte

Sicherheiten

Nachweis	F vorh [-]	F erf [-]	β_{vorh} [‰]	β_{erf} [‰]	Werte aus
Kippen	3.03	1.00			!Grenzzustand TS 1, EWK 7
Gleiten	1.45	1.00			!Grenzzustand TS 2, EWK 5
Grundbruch	2.19	1.00			!Grenzzustand TS 2, EWK 5
Verdrehung			0.31	2.00	!Grenzzustand G selten, EWK 1

Biegemomente mit zugehörigen Schnittkräften

y	Md max				Md min			
[m]	Md [kNm/m]	Nd [kN/m]	Vd [kN/m]	GWS,EWK	Md [kNm/m]	Nd [kN/m]	Vd [kN/m]	GWS,EWK
0	9.00	-0.18	-10.50	2, 1	**0**	0	0	2, 2
-0.14	10.59	-1.10	-11.45	2, 5	0.03	-1.51	-0.48	2, 4
-0.29	12.32	-2.02	-12.35	2, 5	0.13	-3.06	-0.97	2, 4
-0.43	14.21	-2.95	-13.81	2, 5	0.29	-4.67	-1.47	2, 4
-0.58	16.33	-3.91	-15.63	2, 5	0.54	-6.23	-1.94	2, 4
-0.72	18.73	-4.87	-17.59	2, 5	0.85	-7.81	-2.41	2, 4
-0.87	21.43	-5.86	-19.63	2, 5	1.24	-9.42	-2.88	2, 4
-1.01	24.45	-6.86	-21.82	2, 5	1.69	-11.06	-3.41	2, 4
-1.16	27.83	-7.90	-25.00	2, 5	2.24	-12.72	-4.04	2, 4
-1.30	31.64	-8.94	-27.88	2, 5	2.89	-14.41	-4.77	2, 4
-1.45	35.88	-10.00	-30.96	2, 5	3.65	-16.13	-5.79	2, 4
-1.59	40.61	-11.08	-34.24	2, 5	4.55	-17.87	-6.73	2, 4
-1.74	45.85	-12.18	-37.72	2, 5	5.59	-19.64	-7.76	2, 4
-1.89	51.62	-13.29	-41.40	2, 5	6.79	-21.43	-8.89	2, 4
-2.03	57.97	-14.43	-45.93	2, 5	8.17	-23.25	-10.09	2, 4
-2.17	64.87	-15.58	-49.66	2, 5	9.73	-25.10	-11.34	2, 4
-2.32	72.35	-16.74	-53.52	2, 5	11.49	-26.97	-12.66	2, 4
-2.46	80.42	-17.92	-57.54	2, 5	13.44	-28.87	-14.36	2, 4
-2.61	89.11	-19.12	-61.72	2, 5	15.62	-30.79	-15.87	2, 4
-2.75	98.44	-20.34	-66.94	2, 5	18.02	-32.74	-17.45	2, 4
-2.90	**108.44**	-21.57	-71.45	2, 5	20.66	-34.72	-19.12	2, 4

Querkräfte mit zugehörigen Schnittkräften

y	Vd max				Vd min			
[m]	Vd [kN/m]	Nd [kN/m]	Md [kNm/m]	GWS,EWK	Vd [kN/m]	Nd [kN/m]	Md [kNm/m]	GWS,EWK
0	**0**	0	0	2, 2	-10.50	-0.18	9.00	2, 1
-0.14	-0.48	-1.51	0.03	2, 4	-11.45	-1.10	10.59	2, 5
-0.29	-0.97	-3.06	0.13	2, 4	-12.35	-2.02	12.32	2, 5
-0.43	-1.47	-4.67	0.29	2, 4	-13.81	-2.95	14.21	2, 5
-0.58	-1.94	-6.23	0.54	2, 4	-15.63	-3.91	16.33	2, 5
-0.72	-2.41	-7.81	0.85	2, 4	-17.59	-4.87	18.73	2, 5
-0.87	-2.88	-9.42	1.24	2, 4	-19.63	-5.86	21.43	2, 5
-1.01	-3.41	-11.06	1.69	2, 4	-21.82	-6.86	24.45	2, 5
-1.16	-4.04	-12.72	2.24	2, 4	-25.00	-7.90	27.83	2, 5
-1.30	-4.77	-14.41	2.89	2, 4	-27.88	-8.94	31.64	2, 5
-1.45	-5.79	-16.13	3.65	2, 4	-30.96	-10.00	35.88	2, 5
-1.59	-6.73	-17.87	4.55	2, 4	-34.24	-11.08	40.61	2, 5
-1.74	-7.76	-19.64	5.59	2, 4	-37.72	-12.18	45.85	2, 5
-1.89	-8.89	-21.43	6.79	2, 4	-41.40	-13.29	51.62	2, 5
-2.03	-10.09	-23.25	8.17	2, 4	-45.93	-14.43	57.97	2, 5
-2.17	-11.34	-25.10	9.73	2, 4	-49.66	-15.58	64.87	2, 5
-2.32	-12.66	-26.97	11.49	2, 4	-53.52	-16.74	72.35	2, 5
-2.46	-14.36	-28.87	13.44	2, 4	-57.54	-17.92	80.42	2, 5
-2.61	-15.87	-30.79	15.62	2, 4	-61.72	-19.12	89.11	2, 5
-2.75	-17.45	-32.74	18.02	2, 4	-66.94	-20.34	98.44	2, 5
-2.90	-19.12	-34.72	20.66	2, 4	**-71.45**	-21.57	108.44	2, 5

Normalkräfte mit zugehörigen Schnittkräften

y	Nd max				Nd min			
	Nd	Vd	Md	GWS,EWK	Nd	Vd	Md	GWS,EWK
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]		[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	
0	**0**	0	0	2, 2	-0.18	-10.50	9.00	2, 1
-0.14	-0.90	-0.49	0.03	2, 8	-1.71	-11.44	10.59	2, 1
-0.29	-1.85	-0.99	0.13	2, 8	-3.24	-12.33	12.31	2, 1
-0.43	-2.83	-1.50	0.30	2, 8	-4.81	-2.91	0.58	2, 2
-0.58	-3.76	-1.98	0.55	2, 8	-6.38	-15.59	16.31	2, 1
-0.72	-4.70	-2.46	0.87	2, 8	-7.99	-17.54	18.71	2, 1
-0.87	-5.66	-2.95	1.26	2, 8	-9.63	-19.56	21.40	2, 1
-1.01	-6.63	-3.49	1.73	2, 8	-11.29	-21.74	24.41	2, 1
-1.16	-7.62	-4.13	2.29	2, 8	-13.00	-24.91	27.78	2, 1
-1.30	-8.63	-4.87	2.95	2, 8	-14.72	-27.78	31.57	2, 1
-1.45	-9.65	-5.90	3.73	2, 8	-16.48	-30.85	35.80	2, 1
-1.59	-10.69	-6.85	4.64	2, 8	-18.26	-34.12	40.51	2, 1
-1.74	-11.75	-7.90	5.71	2, 8	-20.07	-37.59	45.73	2, 1
-1.89	-12.82	-9.04	6.93	2, 8	-21.91	-41.25	51.49	2, 1
-2.03	-13.90	-10.26	8.33	2, 8	-23.78	-45.77	57.81	2, 1
-2.17	-15.01	-11.52	9.92	2, 8	-25.67	-49.49	64.69	2, 1
-2.32	-16.12	-12.85	11.69	2, 8	-27.58	-53.34	72.14	2, 1
-2.46	-17.26	-14.56	13.68	2, 8	-29.53	-57.34	80.18	2, 1
-2.61	-18.41	-16.08	15.88	2, 8	-31.49	-61.51	88.84	2, 1
-2.75	-19.58	-17.68	18.32	2, 8	-33.51	-66.71	98.14	2, 1
-2.90	-20.76	-19.36	20.99	2, 8	**-35.53**	-71.21	108.11	2, 1

bergseitige Bewehrung der Mauer

y	As Berg max				As Berg min			
	As Berg	Nd	Md	GWS,EWK	As Berg	Nd	Md	GWS,EWK
[m]	[cm²/m]	[kN/m]	[kNm/m]		[cm²/m]	[kN/m]	[kNm/m]	
0	0.81	-0.18	9.00	2, 1	**0.00**	0	0	2, 2
-0.14	0.92	-1.10	10.59	2, 5	0.00	-1.53	0.06	2, 2
-0.29	1.04	-2.02	12.32	2, 5	0.00	-3.14	0.26	2, 2
-0.43	1.17	-2.95	14.21	2, 5	0.00	-4.81	0.58	2, 2
-0.58	1.32	-3.91	16.33	2, 5	0.00	-6.23	0.54	2, 4
-0.72	1.48	-4.87	18.73	2, 5	0.00	-7.81	0.85	2, 4
-0.87	1.66	-5.86	21.43	2, 5	0.00	-9.42	1.24	2, 4
-1.01	1.86	-6.86	24.45	2, 5	0.00	-11.06	1.69	2, 4
-1.16	2.09	-7.90	27.83	2, 5	0.01	-12.72	2.24	2, 4
-1.30	2.34	-8.94	31.64	2, 5	0.03	-14.41	2.89	2, 4
-1.45	2.61	-10.00	35.88	2, 5	0.07	-16.13	3.65	2, 4
-1.59	2.92	-11.08	40.61	2, 5	0.11	-17.87	4.55	2, 4
-1.74	3.25	-12.18	45.85	2, 5	0.15	-19.64	5.59	2, 4
-1.89	3.61	-13.29	51.62	2, 5	0.21	-21.43	6.79	2, 4
-2.03	4.01	-14.43	57.97	2, 5	0.28	-23.25	8.17	2, 4
-2.17	4.43	-15.58	64.87	2, 5	0.36	-25.10	9.73	2, 4
-2.32	4.89	-16.74	72.35	2, 5	0.45	-26.97	11.49	2, 4
-2.46	5.37	-17.92	80.42	2, 5	0.54	-28.87	13.44	2, 4
-2.61	5.89	-19.12	89.11	2, 5	0.65	-30.79	15.62	2, 4
-2.75	6.43	-20.34	98.44	2, 5	0.78	-32.74	18.02	2, 4
-2.90	**7.01**	-21.57	108.44	2, 5	0.91	-34.72	20.66	2, 4

talseitige Bewehrung der Mauer

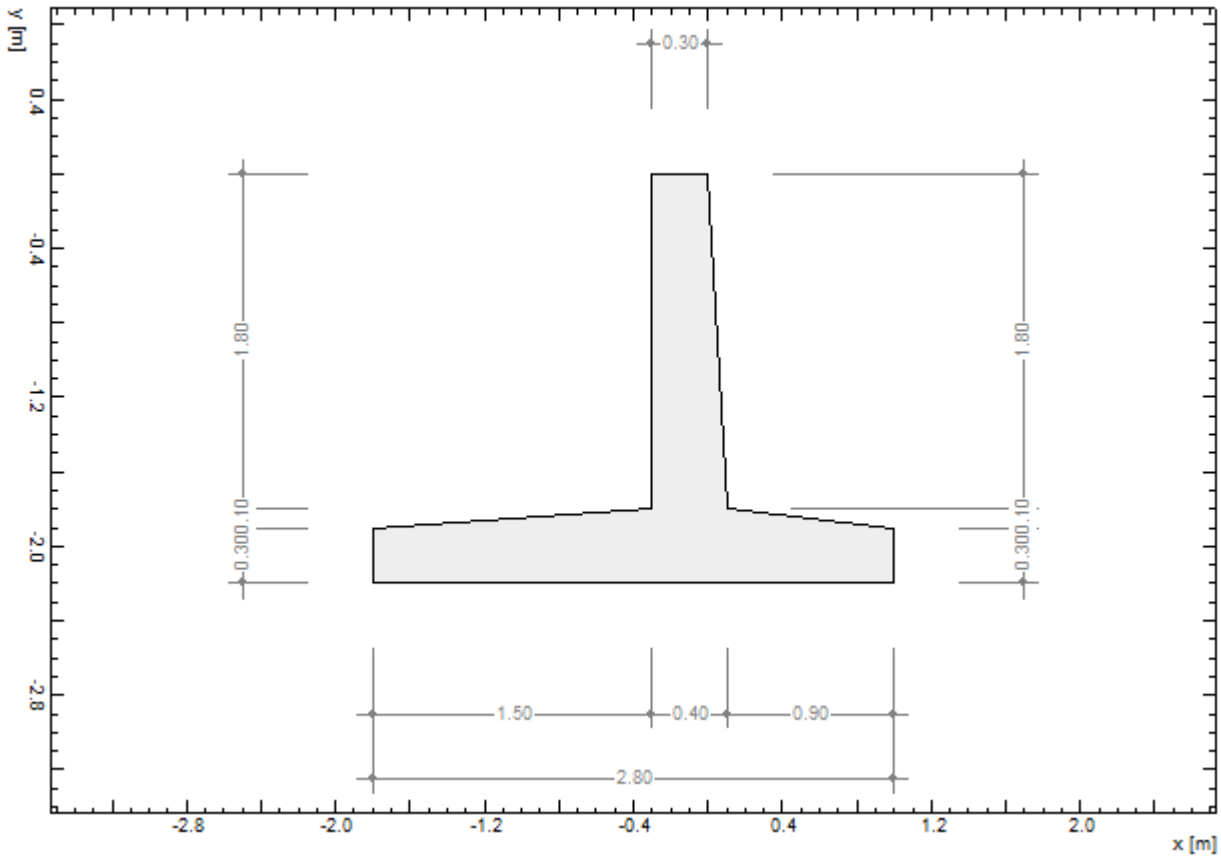
y	As Tal max				As Tal min			
	As Tal	Nd	Md	GWS,EWK	As Tal	Nd	Md	GWS,EWK
[m]	[cm²/m]	[kN/m]	[kNm/m]		[cm²/m]	[kN/m]	[kNm/m]	
0	**-0.00**	-0.18	9.00	2, 1	**-0.00**	-0.18	9.00	2, 1
-0.14	-0.00	-1.08	10.56	2, 7	-0.00	-1.08	10.56	2, 7
-0.29	-0.00	-2.02	12.32	2, 5	-0.00	-2.02	12.32	2, 5
-0.43	-0.00	-2.91	13.90	2, 7	-0.00	-2.91	13.90	2, 7
-0.58	-0.00	-3.90	1.08	2, 6	-0.00	-3.90	1.08	2, 6
-0.72	-0.00	-7.97	1.69	2, 2	-0.00	-7.97	1.69	2, 2
-0.87	-0.00	-5.79	20.20	2, 7	-0.00	-5.79	20.20	2, 7
-1.01	-0.00	-6.63	1.73	2, 8	-0.00	-6.63	1.73	2, 8
-1.16	-0.00	-12.72	2.24	2, 4	-0.00	-12.72	2.24	2, 4
-1.30	-0.00	-14.41	2.89	2, 4	-0.00	-14.41	2.89	2, 4
-1.45	-0.00	-9.88	32.30	2, 7	-0.00	-9.88	32.30	2, 7
-1.59	-0.00	-17.87	4.55	2, 4	-0.00	-17.87	4.55	2, 4
-1.74	-0.00	-19.92	40.27	2, 3	-0.00	-19.92	40.27	2, 3
-1.89	-0.00	-21.70	13.41	2, 2	-0.00	-21.70	13.41	2, 2
-2.03	-0.00	-14.43	57.97	2, 5	-0.00	-14.43	57.97	2, 5
-2.17	-0.00	-25.40	19.19	2, 2	-0.00	-25.40	19.19	2, 2
-2.32	-0.00	-16.51	61.22	2, 7	-0.00	-16.51	61.22	2, 7
-2.46	-0.00	-17.62	26.70	2, 6	-0.00	-17.62	26.70	2, 6
-2.61	-0.00	-19.12	89.11	2, 5	-0.00	-19.12	89.11	2, 5
-2.75	-0.00	-19.58	18.32	2, 8	-0.00	-19.58	18.32	2, 8
-2.90	-0.00	-21.57	108.44	2, 5	-0.00	-21.57	108.44	2, 5

Fundamentbeanspruchung

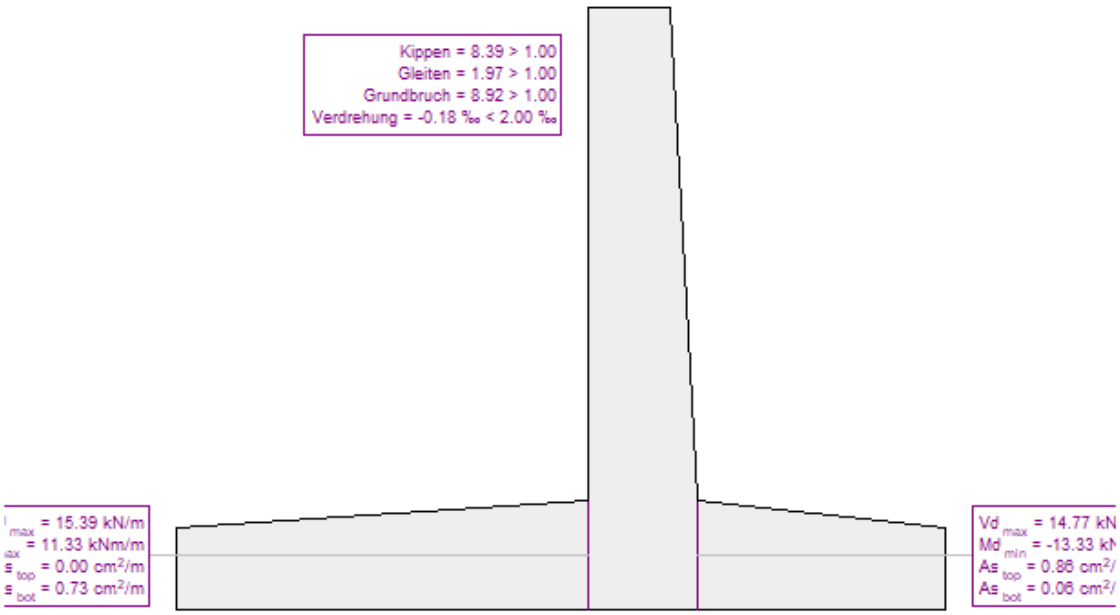
	Breite	Schnittkräfte				As	
		Vd max	Vd min	Md max	Md min	oben	unten
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[cm²/m]	[cm²/m]
Talseite	0.90	78.44	23.27	37.53	10.72	0.00	2.25
Bergseite	1.50	78.24	11.56	-6.79	-74.74	4.37	0.00

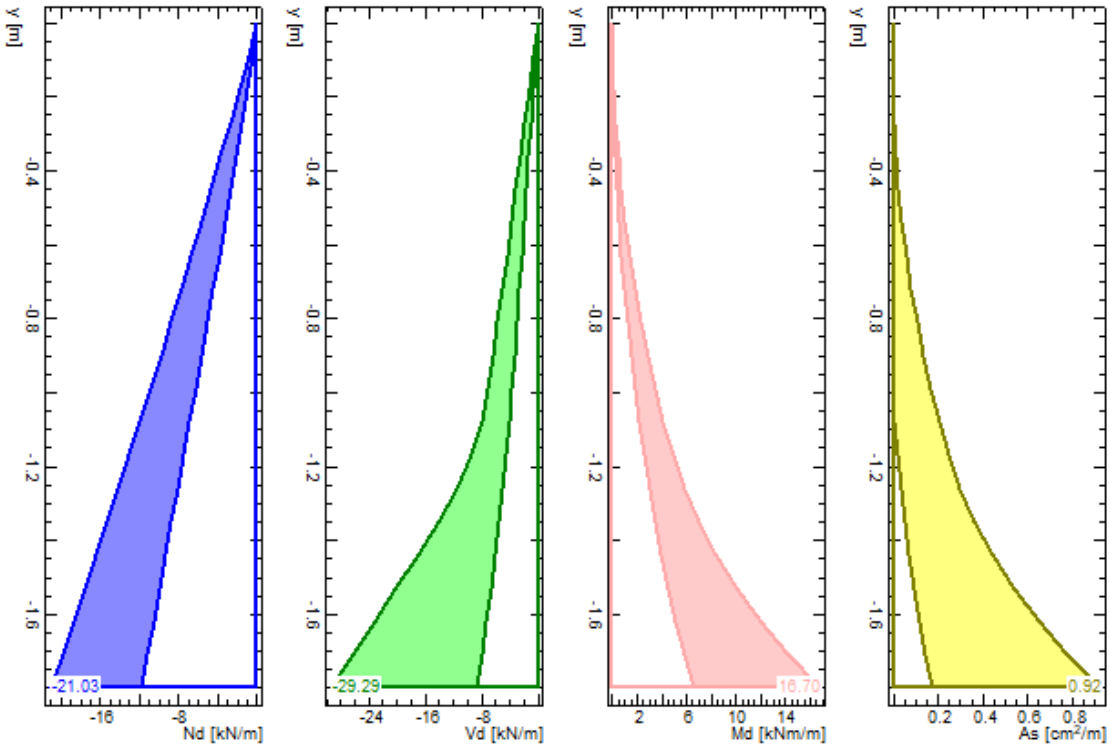
3.2.2 Stützmauer Bauzustand Strasse

Abmessungen



Sicherheit gegen Kippen, Gleiten, Grundbruch





Grenzwerte

Sicherheiten

Nachweis	F vorh [-]	F erf [-]	β_{vorh} [‰]	β_{erf} [‰]	Werte aus
Kippen	8.39	1.00			!Grenzzustand TS 1, EWK 8
Gleiten	1.97	1.00			!Grenzzustand TS 2, EWK 5
Grundbruch	8.92	1.00			!Grenzzustand TS 2, EWK 1
Verdrehung			-0.18	2.00	!Grenzzustand G selten, EWK 1

Biegemomente mit zugehörigen Schnittkräften:

y	Md max				Md min			
	Md	Nd	Vd	GWS,EWK	Md	Nd	Vd	GWS,EWK
[m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]		[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	
0	0	0	0	2, 1	**0**	0	0	2, 1
-0.09	0.03	-0.90	-0.61	2, 1	0.01	-0.54	-0.34	2, 8
-0.18	0.11	-1.82	-1.22	2, 1	0.06	-1.08	-0.67	2, 8
-0.27	0.26	-2.75	-1.94	2, 1	0.13	-1.64	-0.99	2, 8
-0.36	0.46	-3.70	-2.55	2, 1	0.24	-2.20	-1.32	2, 8
-0.45	0.71	-4.66	-3.16	2, 1	0.37	-2.77	-1.65	2, 8
-0.54	1.03	-5.64	-3.77	2, 1	0.54	-3.35	-1.97	2, 8
-0.63	1.40	-6.63	-4.38	2, 1	0.73	-3.94	-2.30	2, 8
-0.72	1.83	-7.64	-5.11	2, 1	0.95	-4.54	-2.63	2, 8
-0.81	2.31	-8.66	-5.72	2, 1	1.21	-5.15	-2.95	2, 8
-0.90	2.85	-9.70	-6.34	2, 1	1.49	-5.76	-3.35	2, 8
-0.99	3.46	-10.75	-7.13	2, 2	1.80	-6.39	-3.66	2, 7
-1.08	4.13	-11.82	-7.90	2, 2	2.15	-7.02	-4.11	2, 7
-1.17	4.88	-12.87	-9.39	2, 1	2.54	-7.66	-4.56	2, 8
-1.26	5.82	-13.93	-11.65	2, 1	2.97	-8.31	-5.04	2, 8
-1.35	6.98	-14.99	-14.18	2, 1	3.45	-8.96	-5.54	2, 8
-1.44	8.39	-16.06	-16.85	2, 1	3.97	-9.63	-6.08	2, 8
-1.53	10.05	-17.13	-20.22	2, 1	4.55	-10.30	-6.66	2, 8
-1.62	11.99	-18.23	-23.15	2, 1	5.17	-10.98	-7.26	2, 8
-1.71	14.20	-19.34	-26.17	2, 1	5.86	-11.67	-7.90	2, 8
-1.80	**16.70**	-20.46	-29.29	2, 1	6.60	-12.37	-8.57	2, 8

Querkräfte mit zugehörigen Schnittkräften

y	Vd max				Vd min			
	Vd	Nd	Md	GWS,EWK	Vd	Nd	Md	GWS,EWK
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]		[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	
0	**0**	0	0	2, 1	0	0	0	2, 1
-0.09	-0.32	-0.54	0.01	2, 7	-0.66	-0.90	0.03	2, 2
-0.18	-0.63	-1.08	0.06	2, 7	-1.28	-1.82	0.11	2, 2
-0.27	-0.99	-1.64	0.13	2, 8	-1.94	-2.75	0.26	2, 1
-0.36	-1.32	-2.20	0.24	2, 8	-2.55	-3.70	0.46	2, 1
-0.45	-1.65	-2.77	0.37	2, 8	-3.16	-4.66	0.71	2, 1
-0.54	-1.97	-3.35	0.54	2, 7	-3.78	-5.64	1.03	2, 2
-0.63	-2.29	-3.94	0.73	2, 7	-4.41	-6.63	1.40	2, 2
-0.72	-2.63	-4.54	0.95	2, 8	-5.11	-7.64	1.83	2, 1
-0.81	-2.95	-5.15	1.21	2, 8	-5.72	-8.66	2.31	2, 1
-0.90	-3.31	-5.76	1.49	2, 7	-6.43	-9.70	2.85	2, 2
-0.99	-3.66	-6.39	1.80	2, 7	-7.13	-10.75	3.46	2, 2
-1.08	-4.11	-7.02	2.15	2, 7	-7.90	-11.82	4.13	2, 2
-1.17	-4.56	-7.66	2.54	2, 8	-9.39	-12.87	4.88	2, 1
-1.26	-5.04	-8.31	2.97	2, 8	-11.65	-13.93	5.82	2, 1
-1.35	-5.54	-8.96	3.45	2, 8	-14.18	-14.99	6.98	2, 1
-1.44	-6.08	-9.63	3.97	2, 8	-16.85	-16.06	8.39	2, 1
-1.53	-6.66	-10.30	4.55	2, 8	-20.22	-17.13	10.05	2, 1
-1.62	-7.26	-10.98	5.17	2, 8	-23.15	-18.23	11.99	2, 1
-1.71	-7.90	-11.67	5.86	2, 8	-26.17	-19.34	14.20	2, 1
-1.80	-8.57	-12.37	6.60	2, 8	**-29.29**	-20.46	16.70	2, 1

Normalkräfte mit zugehörigen Schnittkräften

y	Nd max				Nd min			
	Nd	Vd	Md	GWS,EWK	Nd	Vd	Md	GWS,EWK
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]		[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	
0	**0**	0	0	2, 1	0	0	0	2, 1
-0.09	-0.53	-0.60	0.03	2, 5	-0.91	-0.35	0.02	2, 4
-0.18	-1.07	-1.20	0.11	2, 5	-1.84	-0.69	0.06	2, 4
-0.27	-1.61	-1.91	0.25	2, 5	-2.78	-1.03	0.14	2, 4
-0.36	-2.16	-2.51	0.45	2, 5	-3.73	-1.36	0.25	2, 4
-0.45	-2.73	-3.11	0.70	2, 5	-4.70	-1.70	0.38	2, 4
-0.54	-3.30	-3.71	1.01	2, 5	-5.69	-2.04	0.55	2, 4
-0.63	-3.88	-4.31	1.37	2, 5	-6.69	-2.37	0.75	2, 4
-0.72	-4.47	-5.02	1.79	2, 5	-7.71	-2.71	0.98	2, 4
-0.81	-5.07	-5.62	2.27	2, 5	-8.74	-3.05	1.24	2, 4
-0.90	-5.68	-6.23	2.81	2, 5	-9.78	-3.46	1.54	2, 4
-0.99	-6.30	-7.01	3.40	2, 6	-10.84	-3.78	1.86	2, 3
-1.08	-6.92	-7.74	4.05	2, 5	-11.92	-4.26	2.23	2, 4
-1.17	-7.53	-9.24	4.80	2, 5	-13.01	-4.71	2.63	2, 4
-1.26	-8.13	-11.49	5.72	2, 5	-14.11	-5.20	3.07	2, 4
-1.35	-8.73	-14.01	6.87	2, 5	-15.23	-5.72	3.56	2, 4
-1.44	-9.33	-16.67	8.26	2, 5	-16.36	-6.27	4.10	2, 4
-1.53	-9.93	-20.02	9.91	2, 5	-17.50	-6.86	4.69	2, 4
-1.62	-10.55	-22.93	11.82	2, 5	-18.66	-7.48	5.34	2, 4
-1.71	-11.17	-25.95	14.02	2, 5	-19.84	-8.13	6.04	2, 4
-1.80	-11.80	-29.05	16.50	2, 5	**-21.03**	-8.81	6.81	2, 4

bergseitige Bewehrung der Mauer

y	As Berg max				As Berg min			
	As Berg	Nd	Md	GWS,EWK	As Berg	Nd	Md	GWS,EWK
[m]	[cm²/m]	[kN/m]	[kNm/m]		[cm²/m]	[kN/m]	[kNm/m]	
0	0.00	0	0	2, 1	**0.00**	0	0	2, 1
-0.09	0.00	-0.54	0.01	2, 7	0.00	-0.54	0.01	2, 7
-0.18	0.00	-1.07	0.11	2, 5	0.00	-1.07	0.11	2, 5
-0.27	0.00	-1.63	0.13	2, 7	0.00	-1.63	0.13	2, 7
-0.36	0.01	-2.16	0.45	2, 5	0.00	-3.70	0.46	2, 1
-0.45	0.02	-2.73	0.70	2, 5	0.00	-4.66	0.71	2, 2
-0.54	0.04	-3.30	1.01	2, 5	0.00	-3.35	0.54	2, 7
-0.63	0.06	-3.88	1.37	2, 5	0.00	-6.69	0.75	2, 3
-0.72	0.08	-4.47	1.79	2, 5	0.00	-7.71	0.98	2, 4
-0.81	0.11	-5.07	2.27	2, 5	0.00	-8.74	1.24	2, 4
-0.90	0.14	-5.68	2.81	2, 5	0.00	-9.78	1.54	2, 3
-0.99	0.17	-6.30	3.40	2, 6	0.00	-10.84	1.86	2, 4
-1.08	0.21	-6.92	4.06	2, 6	0.01	-11.92	2.22	2, 3
-1.17	0.25	-7.53	4.80	2, 5	0.02	-13.01	2.63	2, 4
-1.26	0.30	-8.13	5.72	2, 5	0.04	-14.11	3.07	2, 4
-1.35	0.37	-8.73	6.87	2, 5	0.05	-15.23	3.56	2, 4
-1.44	0.45	-9.33	8.26	2, 5	0.07	-16.36	4.10	2, 4
-1.53	0.54	-9.93	9.91	2, 5	0.09	-17.50	4.69	2, 4
-1.62	0.65	-10.55	11.82	2, 5	0.12	-18.66	5.34	2, 4
-1.71	0.78	-11.17	14.02	2, 5	0.14	-19.84	6.04	2, 4
-1.80	**0.92**	-11.80	16.50	2, 5	0.17	-21.03	6.81	2, 4

talseitige Bewehrung der Mauer:

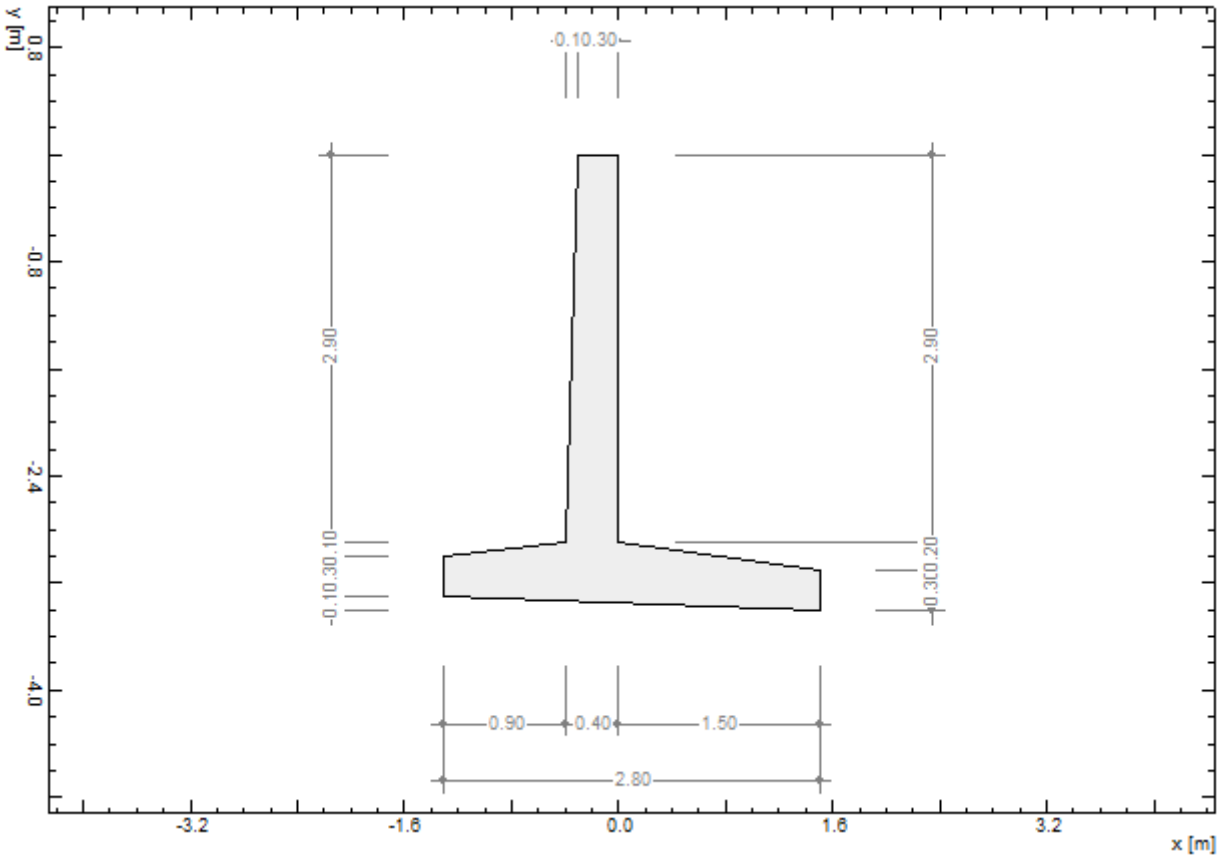
y	As Tal max				As Tal min			
	As Tal	Nd	Md	GWS,EWK	As Tal	Nd	Md	GWS,EWK
[m]	[cm²/m]	[kN/m]	[kNm/m]		[cm²/m]	[kN/m]	[kNm/m]	
0	**-0.00**	0	0	2, 1	**-0.00**	0	0	2, 1
-0.09	-0.00	-0.54	0.01	2, 7	-0.00	-0.54	0.01	2, 7
-0.18	-0.00	-1.07	0.11	2, 5	-0.00	-1.07	0.11	2, 5
-0.27	-0.00	-1.63	0.13	2, 7	-0.00	-1.63	0.13	2, 7
-0.36	-0.00	-2.17	0.45	2, 6	-0.00	-2.17	0.45	2, 6
-0.45	-0.00	-4.66	0.71	2, 2	-0.00	-4.66	0.71	2, 2
-0.54	-0.00	-3.35	0.54	2, 7	-0.00	-3.35	0.54	2, 7
-0.63	-0.00	-3.94	0.73	2, 8	-0.00	-3.94	0.73	2, 8
-0.72	-0.00	-7.71	0.98	2, 4	-0.00	-7.71	0.98	2, 4
-0.81	-0.00	-8.74	1.24	2, 4	-0.00	-8.74	1.24	2, 4
-0.90	-0.00	-5.76	1.49	2, 7	-0.00	-5.76	1.49	2, 7
-0.99	-0.00	-10.84	1.86	2, 4	-0.00	-10.84	1.86	2, 4
-1.08	-0.00	-11.92	2.22	2, 3	-0.00	-11.92	2.22	2, 3
-1.17	-0.00	-12.89	4.88	2, 2	-0.00	-12.89	4.88	2, 2
-1.26	-0.00	-8.13	5.72	2, 5	-0.00	-8.13	5.72	2, 5
-1.35	-0.00	-15.09	6.61	2, 2	-0.00	-15.09	6.61	2, 2
-1.44	-0.00	-9.48	4.77	2, 7	-0.00	-9.48	4.77	2, 7
-1.53	-0.00	-10.14	8.57	2, 6	-0.00	-10.14	8.57	2, 6
-1.62	-0.00	-10.55	11.82	2, 5	-0.00	-10.55	11.82	2, 5
-1.71	-0.00	-11.67	5.86	2, 8	-0.00	-11.67	5.86	2, 8
-1.80	-0.00	-11.80	16.50	2, 5	-0.00	-11.80	16.50	2, 5

Fundamentbeanspruchung

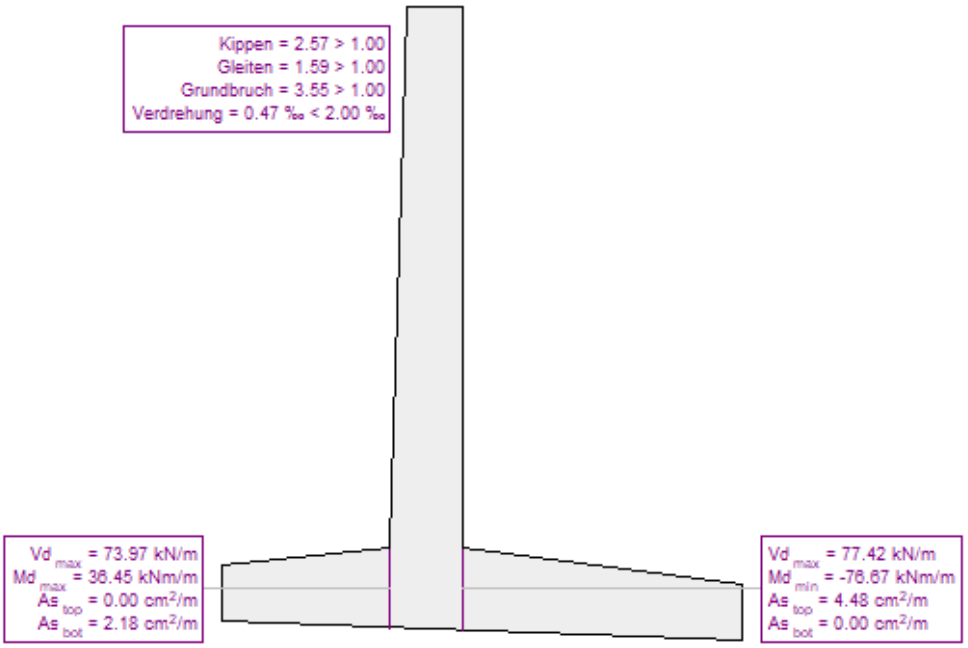
	Breite	Schnittkräfte				As	
		Vd max	Vd min	Md max	Md min	oben	unten
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[cm²/m]	[cm²/m]
Talseite	1.50	15.39	5.35	11.33	5.16	0.00	0.73
Bergseite	0.90	14.77	0.72	0.90	-13.33	0.86	0.06

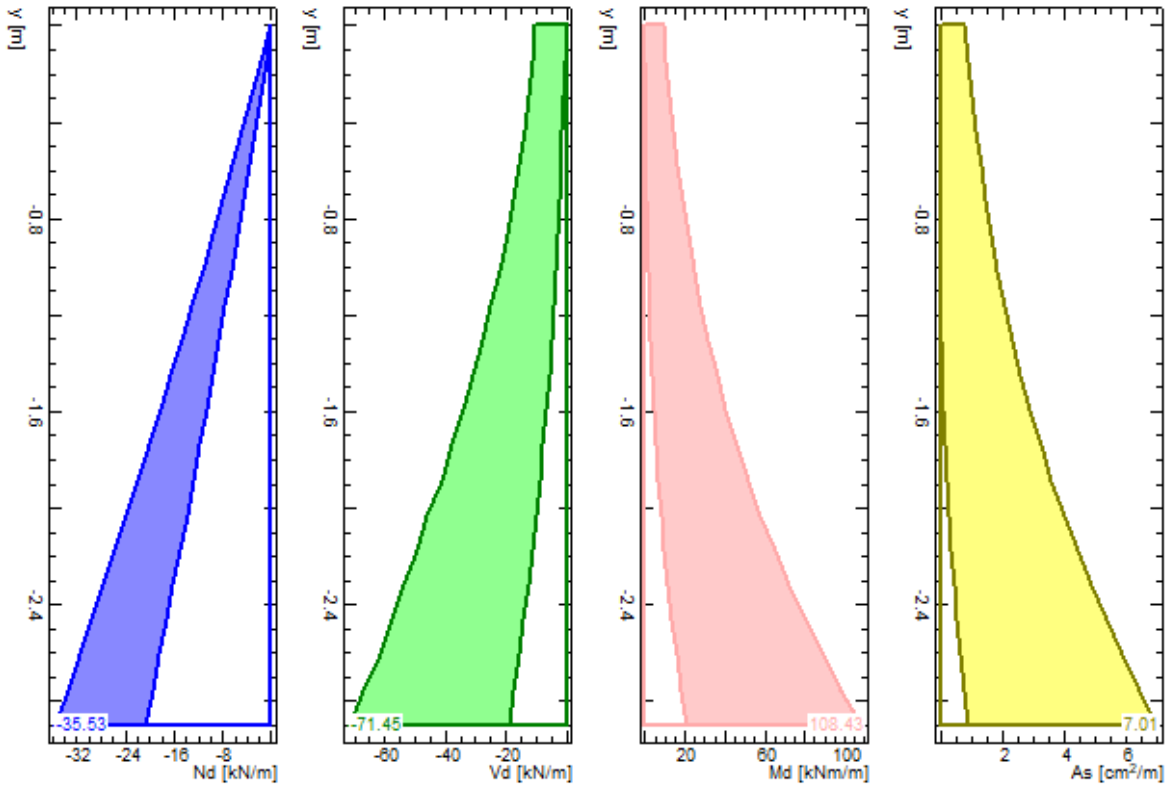
3.2.3 Stützmauer Endzustand

Abmessungen



Sicherheit gegen Kippen, Gleiten, Grundbruch





Minimalarmierung

Minimalarmierung Stützmauer Usine

für erhöhte Anforderungen

$h = 300 - 400$ m

Beton C 30/37

$\sigma_{sdu} = 435$ N/mm² (für $\phi_s = 14$ mm) SIA 262 C1 Fig 31

$$k_t = \frac{1}{1 + 0.5 \cdot h} = 0.83$$

$f_{ctm} = 2.9$ N/mm²

$f_{ctd} = k_t \cdot f_{ctm} = 0.83 \cdot 2.9 = 2.4$ N/mm²

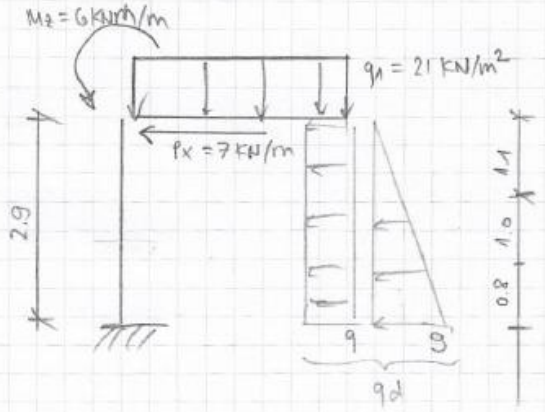
$N_r = b \cdot t \cdot f_{ctd} = 400 \cdot 1000 \cdot 2.4 = 967'000$ N

$$a_{smin} = \frac{N_r}{f_{sd}} = \frac{967'000}{435} = 2'222 \text{ mm}^2$$

1'111 mm²/Seite ⇒ Φ16/15

Bewehrungsnachweis aus Tragsicherheit

Bewehrungsnachweis Tragsicherheit



Auffüllung $\varphi = 34°$, $\gamma = 21$ kN/m², $c = 0$ kN/m² $\quad k_a = tg^2(45 - \frac{\varphi}{2}) = 0.28$

Schicht C $\varphi = 28°$, $\gamma = 19$ kN/m², $c = 4$ kN/m² $\quad k_a = tg^2(45 - \frac{\varphi}{2}) = 0.36$

Schicht D $\varphi = 33°$, $\gamma = 20$ kN/m², $c = 0$ kN/m² $\quad k_a = tg^2(45 - \frac{\varphi}{2}) = 0.29$

$$q = \gamma \cdot h \cdot k_a = 21 \cdot 1.1 \cdot 0.28 + 19 \cdot 1.0 \cdot 0.36 + 20 \cdot 0.8 \cdot 0.29 = 17.9 \text{ kN/m}^2$$

$$q = q_1 \cdot k_a = 21 \cdot 0.36 = 7.6 \text{ kN/m}^2$$

$$q_d = 1.5 \cdot 7.6 + 1.35 \cdot 17.9 = 35.6 \text{ kN/m}^2$$

$$M_d = \underbrace{\frac{35.6 \cdot 2.9^2}{6}}_{49.8} + 1.5 \cdot 6 + 1.5 \cdot 7 \cdot 2.9 = 89.3 \text{ kNm/m}$$

$$d = 350 \text{ mm} \Rightarrow a_s = 602 \text{ mm}^2/\text{m} \Rightarrow \phi 12/15$$

$$\Rightarrow \text{gew. } \phi 14/15$$

$$V_d = \frac{1.5 \cdot q + \overbrace{(1.5 \cdot q + 1.35 g)}^{35.6}}{2} \cdot h + 1.5 \cdot p_x = 78.6 \text{ kN/m}$$

$$\bar{\tau}_{cd} = 1.1 \text{ N/mm}^2$$

$$k_d = 0.56$$

$$V_{Rd} = 224 \text{ kN/m} > 78.6 \text{ kN/m} = V_d$$

Querkraftwiderstand mit zunehmender Deckenstärke

Annahmen:	tcd	1.1	N/mm2		
	md/mrd=1 => Ev	0.002122			
	md/mrd=0.5 => Ev	0.001061			
md/mrd frei:	1.5	0.003183			
Deckenstärke [mm]	Dv	kd	vrd [kN/m']	vrd [kN/m']	vrd [kN/m']
150	110	0.81075	98.101	108.354004	89.6215337
160	120	0.79704	105.209	117.091864	95.5171197
170	130	0.78379	112.081	125.666781	101.147244
180	140	0.77096	118.728	134.083271	106.529442
190	150	0.75855	125.161	142.345684	111.679736
200	160	0.74654	131.390	150.458214	116.612799
210	170	0.73489	137.425	158.424901	121.342091
220	180	0.72361	143.275	166.249643	125.879981
230	190	0.71267	148.947	173.936201	130.23786
240	200	0.70205	154.451	181.488203	134.42623
250	210	0.69174	159.793	188.909152	138.454791
260	220	0.68174	164.981	196.202429	142.33252
270	230	0.67202	170.020	203.371301	146.067732
280	240	0.66257	174.918	210.418925	149.668142
290	250	0.65338	179.680	217.34835	153.140917
300	260	0.64445	184.312	224.162526	156.492727
310	270	0.63575	188.818	230.864303	159.729783
320	280	0.62729	193.205	237.456441	162.85788
330	290	0.61905	197.477	243.941607	165.882428
340	300	0.61102	201.638	250.322385	168.808484
350	310	0.60320	205.692	256.601275	171.640783
360	320	0.59558	209.644	262.780698	174.38376
370	330	0.58815	213.497	268.862998	177.041575
380	340	0.58090	217.255	274.850449	179.618133
390	350	0.57382	220.922	280.745251	182.117104
400	360	0.56692	224.500	286.549538	184.541941
410	370	0.56018	227.993	292.26538	186.895895

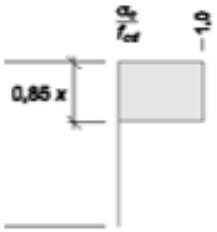
Objekt-Nr.	92-22.27	**Objekt**	Bhf Lattrigen
		Bauteil	Stützmauer Usine

Betonbemessung nach SIA 262

M_{d} =	90	kNm	
b =	1000	mm	(Druckzone)
d =	350	mm	(Statische Höhe)
f_{cd} =	20	N/mm²	(Betondruckfestigkeit, Art. 4.2.1)
f_{yd} =	435	N/mm²	(Stahlzugfestigkeit, Art. 4.2.2)

x =	15.4	mm
$A_{s,erf}$ =	602	mm²
Rechteck	31581	2. Lösung der quadratischen Gleichung

Z_d =	262	kN
D =	262	kN
M_{rd} =	90	kNm



$A_{s,erf} + A_{s,L}$ =	602	mm²	(inkl. Erhöhung infolge Querkraft)
$A_{s,gewählt}$ =			

Querkraftsbemessung

V_d =	0	kN	$A_{su,tot}$ =	0	mm²	
z =	315	mm	schnittig =	0	mm²	d12/20
α =	45	°	schnittig =	0	mm²	
s =	200	mm				

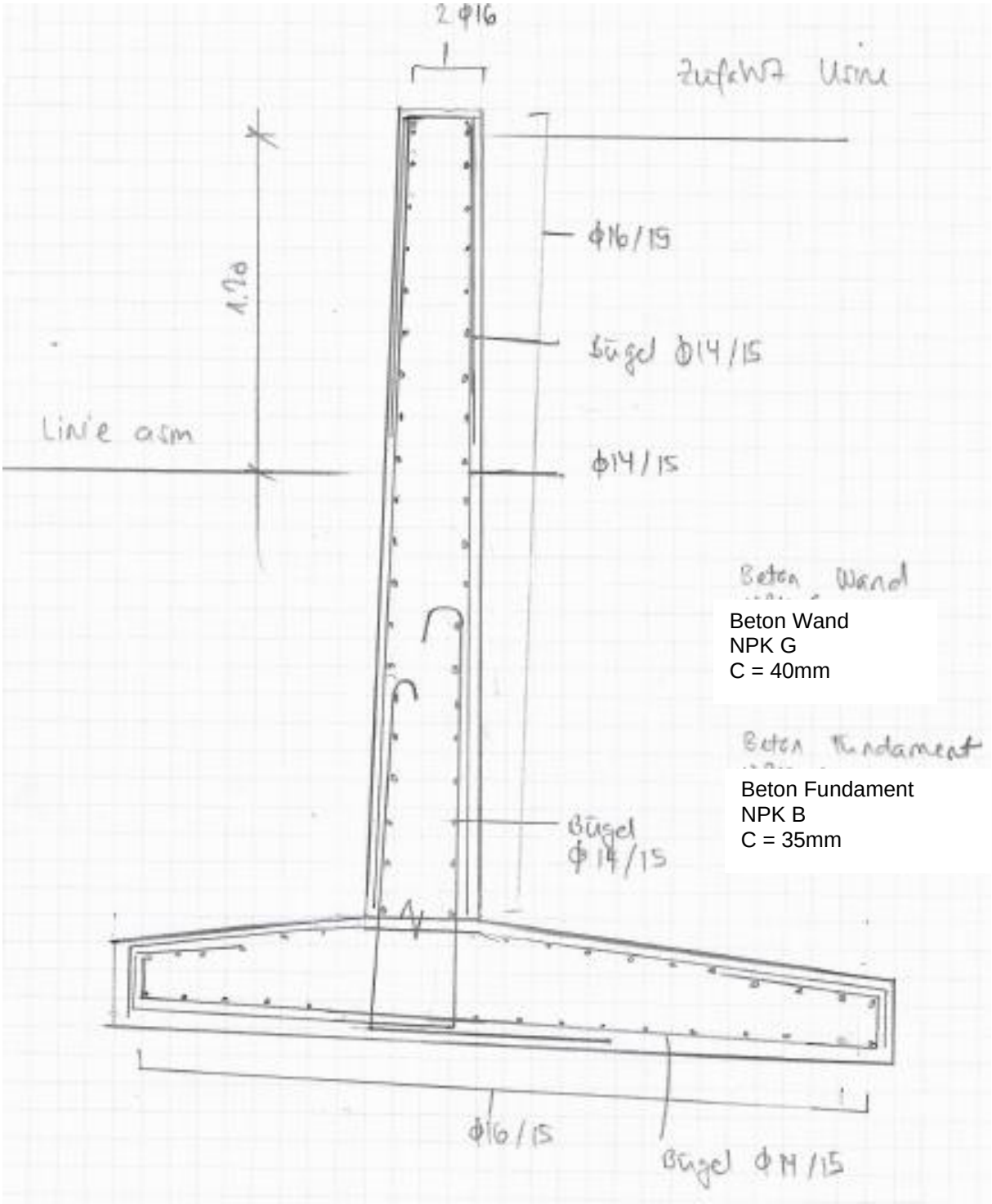
Vergrösserung der Biegebewehrung infolge Querkraft

F_{tVd} =	0	kN
$A_{s,L}$ =	0	mm²

Kontrolle der Stegbreite

bw =	1000	mm	>	0	mm
			Nachweis i.O.		

Bewehrungsschema



Beton Wand
NPK G
C = 40mm

Beton Fundament
NPK B
C = 35mm

Grenzwerte

Sicherheiten

Nachweis	F vorh [-]	F erf [-]	β_{vorh} [‰]	β_{erf} [‰]	Werte aus
Kippen	2.57	1.00			!Grenzzustand TS 1, EWK 7
Gleiten	1.59	1.00			!Grenzzustand TS 2, EWK 5
Grundbruch	3.55	1.00			!Grenzzustand TS 2, EWK 5
Verdrehung			0.47	2.00	!Grenzzustand G selten, EWK 1

Biegemomente mit zugehörigen Schnittkräften

y	Md max				Md min			
	Md	Nd	Vd	GWS,EWK	Md	Nd	Vd	GWS,EWK
[m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]		[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	
0	9.00	-0.18	-10.50	2, 1	**0**	0	0	2, 2
-0.14	10.59	-1.10	-11.44	2, 5	0.03	-1.51	-0.48	2, 4
-0.29	12.32	-2.02	-12.35	2, 5	0.13	-3.06	-0.96	2, 4
-0.43	14.21	-2.95	-13.81	2, 5	0.29	-4.67	-1.47	2, 4
-0.58	16.33	-3.91	-15.63	2, 5	0.54	-6.23	-1.94	2, 4
-0.72	18.73	-4.87	-17.59	2, 5	0.85	-7.81	-2.41	2, 4
-0.87	21.43	-5.86	-19.62	2, 5	1.24	-9.42	-2.88	2, 4
-1.01	24.45	-6.86	-21.81	2, 5	1.69	-11.06	-3.41	2, 4
-1.16	27.83	-7.90	-24.99	2, 5	2.24	-12.72	-4.04	2, 4
-1.30	31.63	-8.94	-27.87	2, 5	2.89	-14.41	-4.77	2, 4
-1.45	35.88	-10.00	-30.95	2, 5	3.65	-16.13	-5.79	2, 4
-1.59	40.61	-11.08	-34.23	2, 5	4.55	-17.87	-6.73	2, 4
-1.74	45.84	-12.18	-37.71	2, 5	5.59	-19.64	-7.76	2, 4
-1.89	51.62	-13.29	-41.39	2, 5	6.79	-21.43	-8.89	2, 4
-2.03	57.96	-14.43	-45.92	2, 5	8.17	-23.25	-10.09	2, 4
-2.17	64.87	-15.58	-49.66	2, 5	9.73	-25.10	-11.34	2, 4
-2.32	72.34	-16.74	-53.52	2, 5	11.49	-26.97	-12.66	2, 4
-2.46	80.41	-17.92	-57.54	2, 5	13.44	-28.87	-14.36	2, 4
-2.61	89.10	-19.11	-61.72	2, 5	15.62	-30.79	-15.87	2, 4
-2.75	98.43	-20.34	-66.94	2, 5	18.02	-32.74	-17.45	2, 4
-2.90	**108.43**	-21.57	-71.45	2, 5	20.66	-34.72	-19.12	2, 4

Querkräfte mit zugehörigen Schnittkräften

y	Vd max				Vd min			
	Vd	Nd	Md	GWS,EWK	Vd	Nd	Md	GWS,EWK
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]		[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	
0	**0**	0	0	2, 2	-10.50	-0.18	9.00	2, 1
-0.14	-0.48	-1.51	0.03	2, 4	-11.44	-1.10	10.59	2, 5
-0.29	-0.96	-3.06	0.13	2, 4	-12.35	-2.02	12.32	2, 5
-0.43	-1.47	-4.67	0.29	2, 4	-13.81	-2.95	14.21	2, 5
-0.58	-1.94	-6.23	0.54	2, 4	-15.63	-3.91	16.33	2, 5
-0.72	-2.41	-7.81	0.85	2, 4	-17.59	-4.87	18.73	2, 5
-0.87	-2.88	-9.42	1.24	2, 4	-19.62	-5.86	21.43	2, 5
-1.01	-3.41	-11.06	1.69	2, 4	-21.81	-6.86	24.45	2, 5
-1.16	-4.04	-12.72	2.24	2, 4	-24.99	-7.90	27.83	2, 5
-1.30	-4.77	-14.41	2.89	2, 4	-27.87	-8.94	31.63	2, 5
-1.45	-5.79	-16.13	3.65	2, 4	-30.95	-10.00	35.88	2, 5
-1.59	-6.73	-17.87	4.55	2, 4	-34.23	-11.08	40.61	2, 5
-1.74	-7.76	-19.64	5.59	2, 4	-37.71	-12.18	45.84	2, 5
-1.89	-8.89	-21.43	6.79	2, 4	-41.39	-13.29	51.62	2, 5
-2.03	-10.09	-23.25	8.17	2, 4	-45.92	-14.43	57.96	2, 5
-2.17	-11.34	-25.10	9.73	2, 4	-49.66	-15.58	64.87	2, 5
-2.32	-12.66	-26.97	11.49	2, 4	-53.52	-16.74	72.34	2, 5
-2.46	-14.36	-28.87	13.44	2, 4	-57.54	-17.92	80.41	2, 5
-2.61	-15.87	-30.79	15.62	2, 4	-61.72	-19.11	89.10	2, 5
-2.75	-17.45	-32.74	18.02	2, 4	-66.94	-20.34	98.43	2, 5
-2.90	-19.12	-34.72	20.66	2, 4	**-71.45**	-21.57	108.43	2, 5

Normalkräfte mit zugehörigen Schnittkräften

y	Nd max				Nd min			
	Nd	Vd	Md	GWS,EWK	Nd	Vd	Md	GWS,EWK
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]		[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	
0	**0**	0	0	2, 2	-0.18	-10.50	9.00	2, 1
-0.14	-0.90	-0.49	0.03	2, 8	-1.71	-11.43	10.59	2, 1
-0.29	-1.85	-0.99	0.13	2, 8	-3.24	-12.33	12.31	2, 1
-0.43	-2.83	-1.50	0.30	2, 8	-4.81	-2.91	0.58	2, 2
-0.58	-3.76	-1.98	0.55	2, 8	-6.38	-15.59	16.31	2, 1
-0.72	-4.70	-2.46	0.87	2, 8	-7.99	-17.54	18.71	2, 1
-0.87	-5.66	-2.95	1.26	2, 8	-9.63	-19.56	21.40	2, 1
-1.01	-6.63	-3.49	1.73	2, 8	-11.29	-21.73	24.41	2, 1
-1.16	-7.62	-4.13	2.29	2, 8	-13.00	-24.90	27.78	2, 1
-1.30	-8.63	-4.87	2.95	2, 8	-14.72	-27.77	31.57	2, 1
-1.45	-9.65	-5.90	3.73	2, 8	-16.48	-30.84	35.80	2, 1
-1.59	-10.69	-6.85	4.64	2, 8	-18.26	-34.11	40.51	2, 1
-1.74	-11.75	-7.90	5.71	2, 8	-20.07	-37.58	45.73	2, 1
-1.89	-12.82	-9.04	6.93	2, 8	-21.91	-41.24	51.48	2, 1
-2.03	-13.90	-10.26	8.33	2, 8	-23.78	-45.76	57.80	2, 1
-2.17	-15.01	-11.52	9.92	2, 8	-25.67	-49.48	64.68	2, 1
-2.32	-16.12	-12.85	11.69	2, 8	-27.58	-53.34	72.13	2, 1
-2.46	-17.26	-14.57	13.68	2, 8	-29.53	-57.34	80.18	2, 1
-2.61	-18.41	-16.08	15.88	2, 8	-31.49	-61.50	88.83	2, 1
-2.75	-19.58	-17.68	18.32	2, 8	-33.51	-66.71	98.13	2, 1
-2.90	-20.76	-19.36	20.99	2, 8	**-35.53**	-71.21	108.10	2, 1

bergseitige Bewehrung der Mauer

y	As Berg max				As Berg min			
	As Berg	Nd	Md	GWS,EWK	As Berg	Nd	Md	GWS,EWK
[m]	[cm²/m]	[kN/m]	[kNm/m]		[cm²/m]	[kN/m]	[kNm/m]	
0	0.81	-0.18	9.00	2, 1	**0.00**	0	0	2, 2
-0.14	0.92	-1.10	10.59	2, 5	0.00	-1.53	0.06	2, 2
-0.29	1.04	-2.02	12.32	2, 5	0.00	-3.14	0.26	2, 2
-0.43	1.17	-2.95	14.21	2, 5	0.00	-4.81	0.58	2, 2
-0.58	1.32	-3.91	16.33	2, 5	0.00	-6.23	0.54	2, 4
-0.72	1.48	-4.87	18.73	2, 5	0.00	-7.81	0.85	2, 4
-0.87	1.66	-5.86	21.43	2, 5	0.00	-9.42	1.24	2, 4
-1.01	1.86	-6.86	24.45	2, 5	0.00	-11.06	1.69	2, 4
-1.16	2.09	-7.90	27.83	2, 5	0.01	-12.72	2.24	2, 4
-1.30	2.34	-8.94	31.63	2, 5	0.03	-14.41	2.89	2, 4
-1.45	2.61	-10.00	35.88	2, 5	0.07	-16.13	3.65	2, 4
-1.59	2.92	-11.08	40.61	2, 5	0.11	-17.87	4.55	2, 4
-1.74	3.25	-12.18	45.84	2, 5	0.15	-19.64	5.59	2, 4
-1.89	3.61	-13.29	51.62	2, 5	0.21	-21.43	6.79	2, 4
-2.03	4.01	-14.43	57.96	2, 5	0.28	-23.25	8.17	2, 4
-2.17	4.43	-15.58	64.87	2, 5	0.36	-25.10	9.73	2, 4
-2.32	4.89	-16.74	72.34	2, 5	0.45	-26.97	11.49	2, 4
-2.46	5.37	-17.92	80.41	2, 5	0.54	-28.87	13.44	2, 4
-2.61	5.89	-19.11	89.10	2, 5	0.65	-30.79	15.62	2, 4
-2.75	6.43	-20.34	98.43	2, 5	0.78	-32.74	18.02	2, 4
-2.90	**7.01**	-21.57	108.43	2, 5	0.91	-34.72	20.66	2, 4

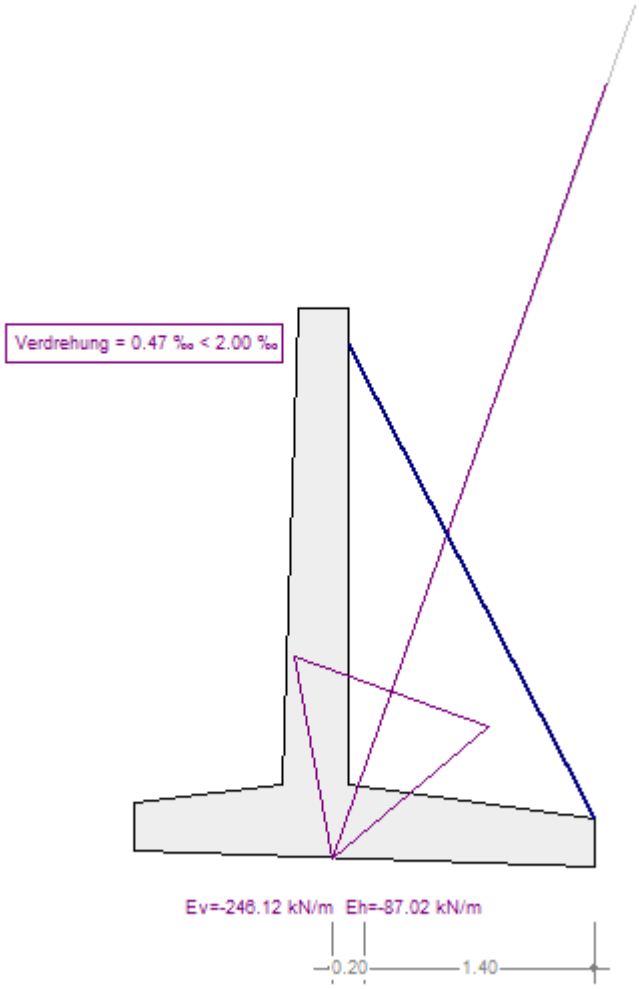
talseitige Bewehrung der Mauer

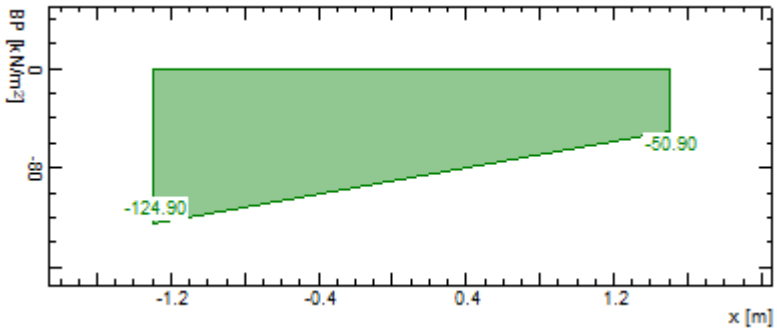
y	As Tal max				As Tal min			
	As Tal	Nd	Md	GWS,EWK	As Tal	Nd	Md	GWS,EWK
[m]	[cm²/m]	[kN/m]	[kNm/m]		[cm²/m]	[kN/m]	[kNm/m]	
0	**-0.00**	-0.18	9.00	2, 1	**-0.00**	-0.18	9.00	2, 1
-0.14	-0.00	-1.08	10.56	2, 7	-0.00	-1.08	10.56	2, 7
-0.29	-0.00	-2.02	12.32	2, 5	-0.00	-2.02	12.32	2, 5
-0.43	-0.00	-2.91	13.90	2, 7	-0.00	-2.91	13.90	2, 7
-0.58	-0.00	-3.90	1.08	2, 6	-0.00	-3.90	1.08	2, 6
-0.72	-0.00	-7.97	1.69	2, 2	-0.00	-7.97	1.69	2, 2
-0.87	-0.00	-5.79	20.20	2, 7	-0.00	-5.79	20.20	2, 7
-1.01	-0.00	-6.63	1.73	2, 8	-0.00	-6.63	1.73	2, 8
-1.16	-0.00	-12.72	2.24	2, 4	-0.00	-12.72	2.24	2, 4
-1.30	-0.00	-14.41	2.89	2, 4	-0.00	-14.41	2.89	2, 4
-1.45	-0.00	-9.88	32.30	2, 7	-0.00	-9.88	32.30	2, 7
-1.59	-0.00	-17.87	4.55	2, 4	-0.00	-17.87	4.55	2, 4
-1.74	-0.00	-19.92	40.27	2, 3	-0.00	-19.92	40.27	2, 3
-1.89	-0.00	-21.70	13.41	2, 2	-0.00	-21.70	13.41	2, 2
-2.03	-0.00	-14.43	57.96	2, 5	-0.00	-14.43	57.96	2, 5
-2.17	-0.00	-25.40	19.19	2, 2	-0.00	-25.40	19.19	2, 2
-2.32	-0.00	-16.51	61.21	2, 7	-0.00	-16.51	61.21	2, 7
-2.46	-0.00	-17.62	26.70	2, 6	-0.00	-17.62	26.70	2, 6
-2.61	-0.00	-19.11	89.10	2, 5	-0.00	-19.11	89.10	2, 5
-2.75	-0.00	-19.58	18.32	2, 8	-0.00	-19.58	18.32	2, 8
-2.90	-0.00	-21.57	108.43	2, 5	-0.00	-21.57	108.43	2, 5

Fundamentbeanspruchung

	Breite	Schnittkräfte				As	
		Vd max	Vd min	Md max	Md min	oben	unten
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[cm²/m]	[cm²/m]
Talseite	0.90	73.97	18.83	36.45	9.65	0.00	2.18
Bergseite	1.50	77.42	10.79	-8.77	-76.67	4.48	0.00

Bodenpressung





Gemäss Baugrunduntersuchung [13] ist die Stützmauer in der Schicht D fundiert.
Die zulässige Bodenpressung beträgt gem. Geologe 180 – 250 kN/m² somit haben wir:

σ_{Ed} = 125 kN/m² < 180 kN/m² = σ_{Rd}

4 Grundlagen

4.1 Gesetzliche Grundlagen

[1]	AB-EBV	Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung in der zum Vertragsabschluss gültigen Fassung
[2]	EBG	Eisenbahngesetz
[3]	Kantonale Richtlinien und Weisungen	

4.2 Normen

[4]	SIA 260 (2013)	Grundlagen der Projektierung von Tragwerken
[5]	SIA 261 (2014)	Einwirkungen auf Tragwerke
[6]	SIA 261/1 (2003)	Ergänzende Festlegungen
[7]	SIA 262 (2013)	Betonbau
[8]	SIA 262/1 (2019)	Ergänzende Festlegungen
[9]	SIA 267 (2013)	Geotechnik
[10]	SIA 267/1 (2013)	Ergänzende Festlegungen

4.3 Reglemente, Weisungen und Merkblätter

[11] RTE Regelungen

4.4 Projektspezifische Grundlagen

[12] Dossier Vernehmlassung Auflageprojekt 2020
- Plan Situation 1:200, Nr. 05.2, Beilage Nr. 05.2 von EBB, vom Entwurf 11.05.2020
- Plan Situation 1:200, Nr. 05.3, Beilage Nr. 05.3 von EBB, vom Entwurf 27.05.2020
- Plan Querprofile Blatt 1, 1:100, Nr. 08.1, Beilage Nr. 08.1, von EBB, vom Entwurf 11.05.2020
- Plan Querprofile Blatt 2, 1:100, Nr. 08.2, Beilage Nr. 08.2, von EBB, vom Entwurf 11.05.2020
- Plan Normalprofile, 1:50, Nr. 09, Beilage Nr. 09, von EBB, vom Entwurf 11.05.2020

[13] Baugrunduntersuchung, Bericht Nr. 318167-4 von Wanner AG vom 12.02.2020.
[14] Schreiben BAV vom 21.04.2017
[15] Fundamentlasten, Furrer + Frey, 27.02.2019
[16] Nutzungsvereinbarung
[17] Projektbasis

5 Unterschriften

Bauherrschaft	**Aare Seeland mobil AG** Grubenstrasse 12 4900 Langenthal	Langenthal, 16. Juli 2020 Ort, Datum Unterschrift
Ingenieur	**Schmid & Pletscher AG** Ingenieure ETH/SIA/USIC Hauptstrasse 66 2560 Nidau	Nidau, 16. Juli 2020 Ort, Datum Unterschrift