GRASSL BERATENDE INGENIEURE BAUWESEN | WTM ENGINEERS | IPW INGENIEURPLANUNG Wallenhorst

Bauherr:	DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH Zimmerstraße 54 10117 Berlin Im Auftrag der **Freien und Hansestadt Hamburg** Vertreten durch das Bezirksamt Eimsbüttel
Entwurf:	Ingenieurgemeinschaft "A7-Go" integrale Planung vor Ort GRASSL / WTM / IPW
Bauvorhaben:	**A7, 6-/8-streifige Erweiterung** **Planungsabschnitt Altona** **Planfall "Optimaler Städtebau - Langer Tunnel"**
Inhalt:	**Prüfung einzelner Entwurfselemente der Freianlagenplanung hinsichtlich der Tunnelstatik**
Verfasser:	WTM ENGINEERS GMBH Beratende Ingenieure im Bauwesen Johannisbollwerk 6-8 20459 Hamburg Bearbeiter: M. Sc. Sebastian Kutter Telefon: 040 / 35 00 9 - 158 Telefax: 040 / 35 00 9 - 358 Mail: s.kutter@wtm-hh.de

INHALTSVERZEICHNIS

1. Allgemeines 1

2. Standsicherheit der Böschung an der S-Bahn Unterführung 1

2.1 Berechnungsgrundlagen 1

2.2 Standsicherheit der Böschung 4

2.3 Konstruktive Randbedingungen 6

2.4 Stützbauwerk 7

3. Fundamentierung Lärmschutzwände 8

3.1 Berechnungsgrundlagen 8

3.2 Dimensionierung der Fundamente 9

3.3 Auswirkungen auf die Tunneldecke 10

4. Baumstandorte in Bereichen mit Leichtbaumaterial 11

4.1 Berechnungsgrundlagen 11

4.2 Ausgleichsmaßnahmen für erhöhte Lasten 12

5. Baumauswahl 15

5.1 Berechnungsgrundlage 15

5.2 Vergleich säulenartiger Baum mit Standardbaum 15

Anhang A: Ausgabeprotokoll der Software GGU STABILITY zur Böschungsberechnung

Anhang B: Nachweisführung zur Fundamentierung der Lärmschutzwände

Anhang C: Ausgleichsmaßnahmen für Baumstandorte

1. Allgemeines

Der Lärmschutztunnel Altona ist in dem Bereich der A7 zwischen dem km 153+300 und der AS Hamburg-Othmarschen geplant. Durch den Tunnel werden die erhöhten Lärmschutzanforderungen, die aus dem Ausbau der A7 resultieren erfüllt. Gleichzeitig wird die vor dem Autobahnbau bestehende Verbindung zwischen den östlichen und westlichen Bereichen der Stadtteile Othmarschen und Bahrenfeld wieder hergestellt.

Auf dem Tunnel ist eine spätere Kleingartennutzung bzw. die Anlage eines Erholungsparks geplant. Im Rahmen dieses Berichtes werden einzelne Entwurfselemente der Freianlagenplanung hinsichtlich der Tunnelstatik überprüft.

2. Standsicherheit der Böschung an der S-Bahn Unterführung

Um die Promenade durch die S-Bahn Unterführung führen zu können, muss die Böschung auf der Westseite der Promenade zum Teil abgetragen werden. Die bestehende Böschung hat eine Böschungsneigung von 1:1,6 bis 1:1,9. Die Planung der neuen Böschung sieht im Bereich nördlich und südlich des S-Bahn Widerlagers eine Böschungsneigung von 1:1,3 bis 1:1,5 vor. Die Böschungssituation ist bzgl. der Standsicherheit nachzuweisen.

2.1 Berechnungsgrundlagen

Baugrund

Im Rahmen der Planung des Altonatunnels wurde eine Vielzahl an Baugrunduntersuchungen durchgeführt. Die Beschreibung der Böschungen entlang des Tunnels ist im „Geotechnischen Untersuchungsbericht (G 46/16g) zum Bauvorhaben Ausbau BAB A7, Planungsabschnitt Altona - Verbauten und bauzeitliche Stützwände“ von GuD enthalten.

Im direkten Bereich des Widerlagers sind zwei Altaufschlüsse vorhanden, die vor der Herstellung des S-Bahn Widerlagers durchgeführt wurden (5836/D231, 2836/D252). Rückwertig vom Widerlager wurde zudem eine neuere Bohrlochrammsondierung durchgeführt (BDP3/16).

Im Ergebnis zeigt sich, dass im Bereich der Böschung ein stark inhomogener Baugrund vorliegt, bestehend aus Sand, Mergel, Geschiebelehm und verschiedenen Auffüllungen.

Die Lage der Baugrundaufschlüsse sowie die Aufschlussprofile sind in den Abbildungen 1 und 2 zu entnehmen.

Das für die Berechnung relevante Bemessungsprofil sowie die angesetzten Bodenkennwerte sind den Abbildungen 3 und 4 zu entnehmen.

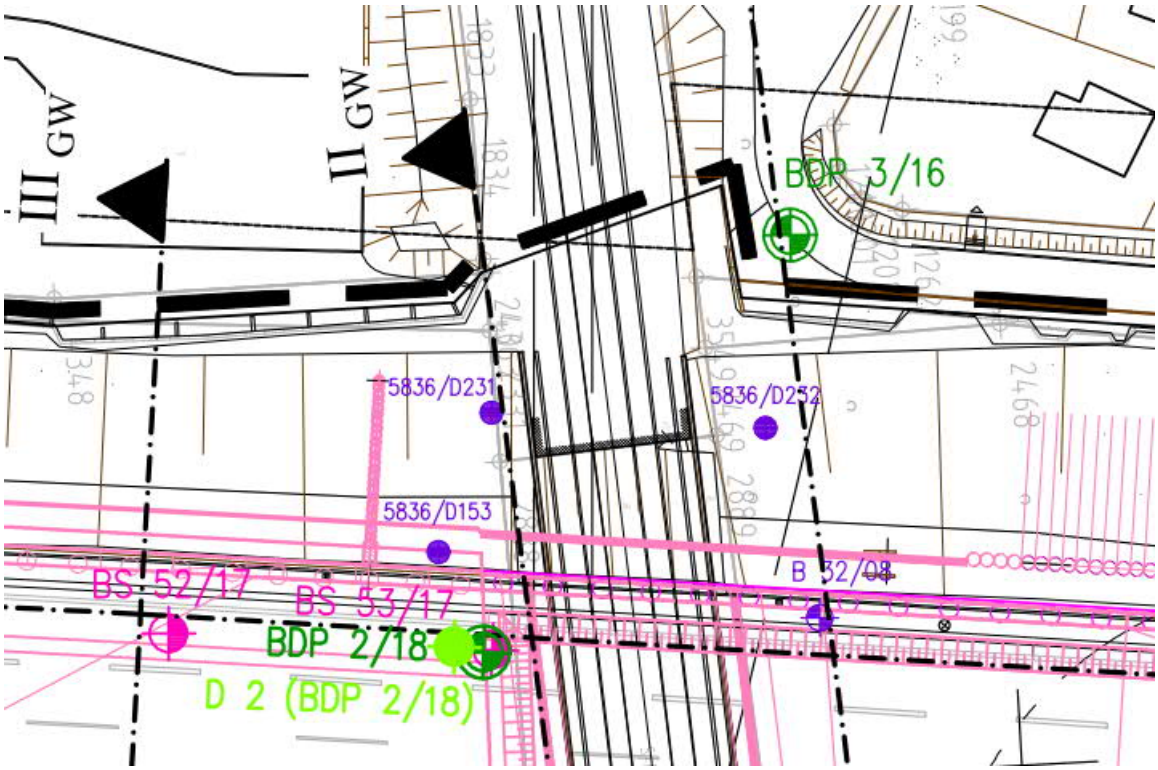


Abbildung 1: Lageplan der Bodenaufschlüsse (Teilausschnitt)

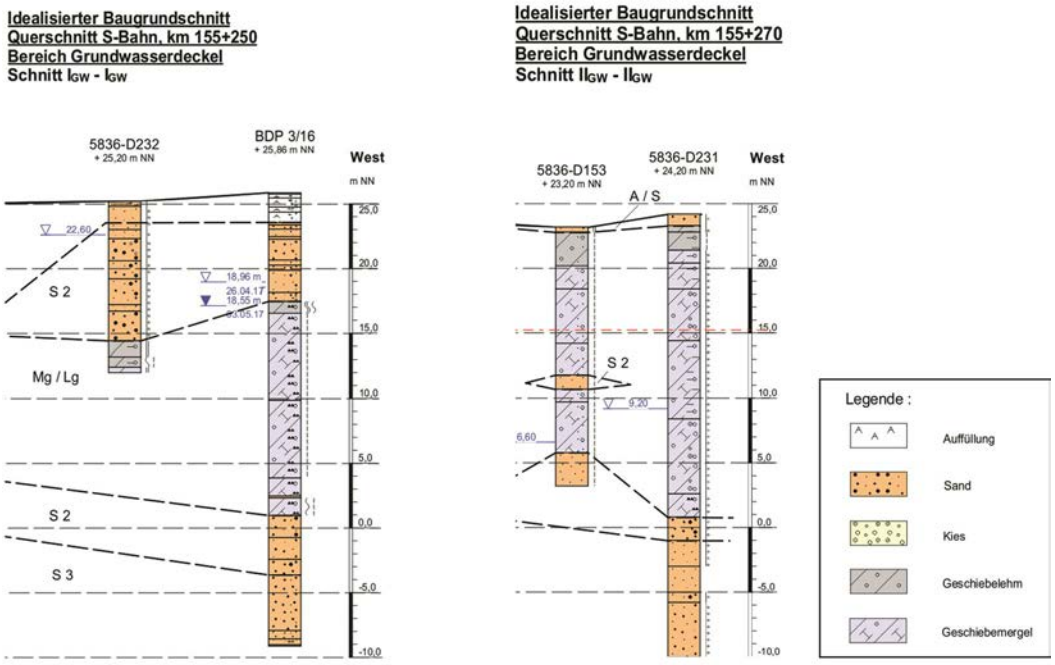


Abbildung 2: Baugrundaufschlüsse

VB 3 S		Bau km 155+350 bis 155+075
GOK	+15,0	Schicht A: sandig
+15,0	+8,0	Schicht Lg/Mg: steif
+8,0	+4,0	Schicht Mg: halbfest
+4,0	±0,0	Schicht S2: mitteldicht
±0,0	-8,0	Schicht S3: dicht
-8,0	*	Schicht Mg: mind. halbfest

Abbildung 3: Bemessungsprofil

Schicht	Wichte * erdfeucht γ_k [kN/m³]	Wichte * Auftrieb γ'_k [kN/m³]	Reibungswinkel φ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m²]	Kohäsion, undräniert $c_{u,k}$ [kN/m²]	Steifemodul E_s [MN/m²]
Auffüllung (Schicht A) ****						*****
Sandig (SE, SU)	18,0	11,0	30,0	--	--	--

**** Für inhomogene Auffüllungen darf für erdstatische Berechnungen φ'_k = 28,5° und c'_k = 2,5 kN/m² angesetzt werden.

Abbildung 4: Charakteristische Bodenkennwerte

Die Berechnung der Standsicherheit der Böschung erfolgte mit dem Programm *GGU-STABILITY*. Die Nachweisführung erfolgte für den Grenzzustand GEO-3 (Grenzzustand des Versagens durch Verlust der Gesamtstandsicherheit).

Verkehrslasten:

Verkehrslast ab OK Böschung q = 10,0 kN/m²

Verkehrslast auf Böschung q = 2,5 kN/m²

2.2 Standsicherheit der Böschung

Der folgende Ausdruck zeigt die Ergebnisse für den Nachweis des Böschungsbruchs für die geplante Böschungsneigung von 1 : 1,36. Die Ausnutzung liegt bei 114 %. Die Standsicherheit ist nicht gegeben.

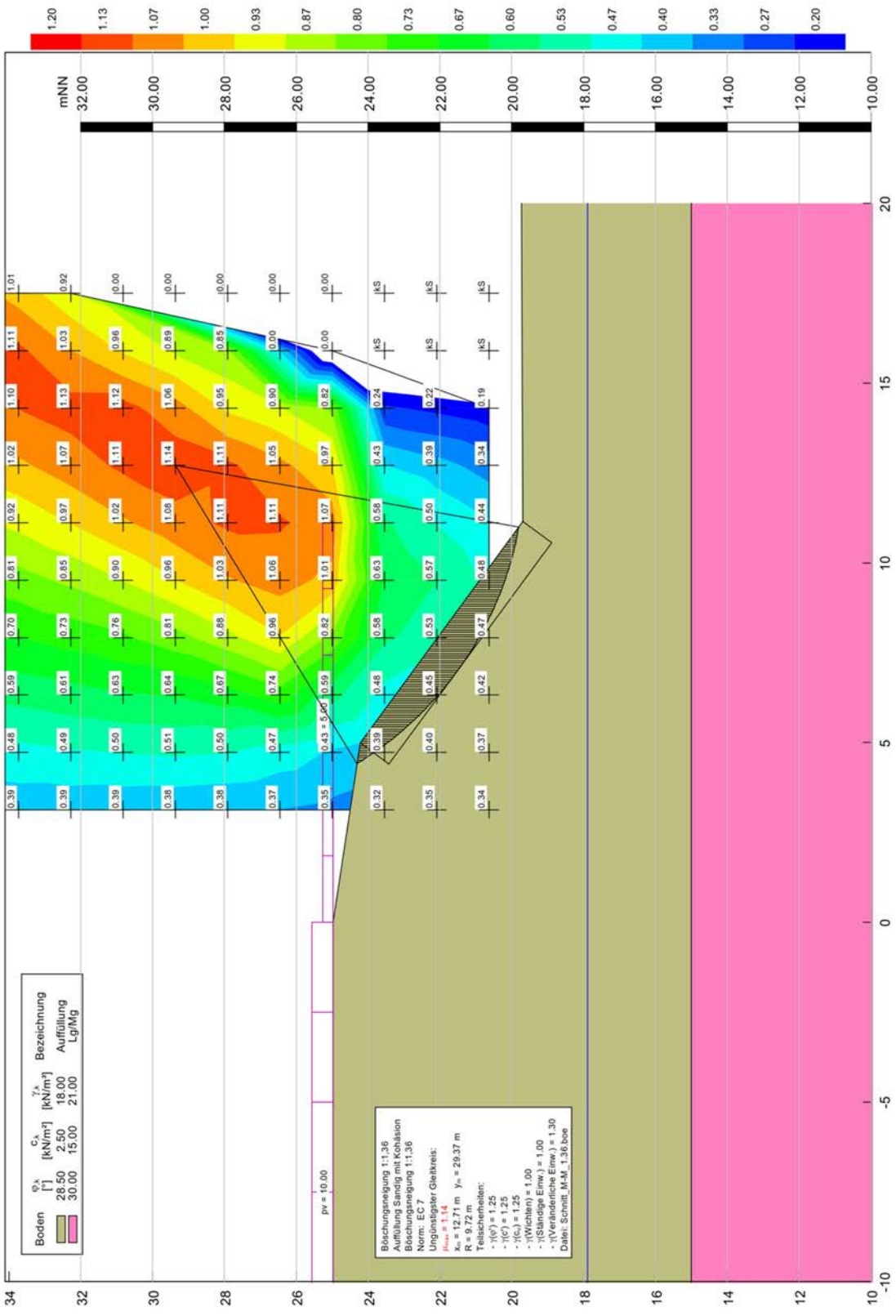


Abbildung 5: Berechnungsergebnisse für Böschungsneigung von 1 : 1,36

Im Folgenden wurde die Böschungsneigung soweit reduziert, bis die Standsicherheit gegeben ist. Bei einer Böschungsneigung von 1 : 1,66 ergibt sich eine Ausnutzung von 100 %. Das Ausdruckprotokoll zu der Berechnung ist in Anhang A enthalten.

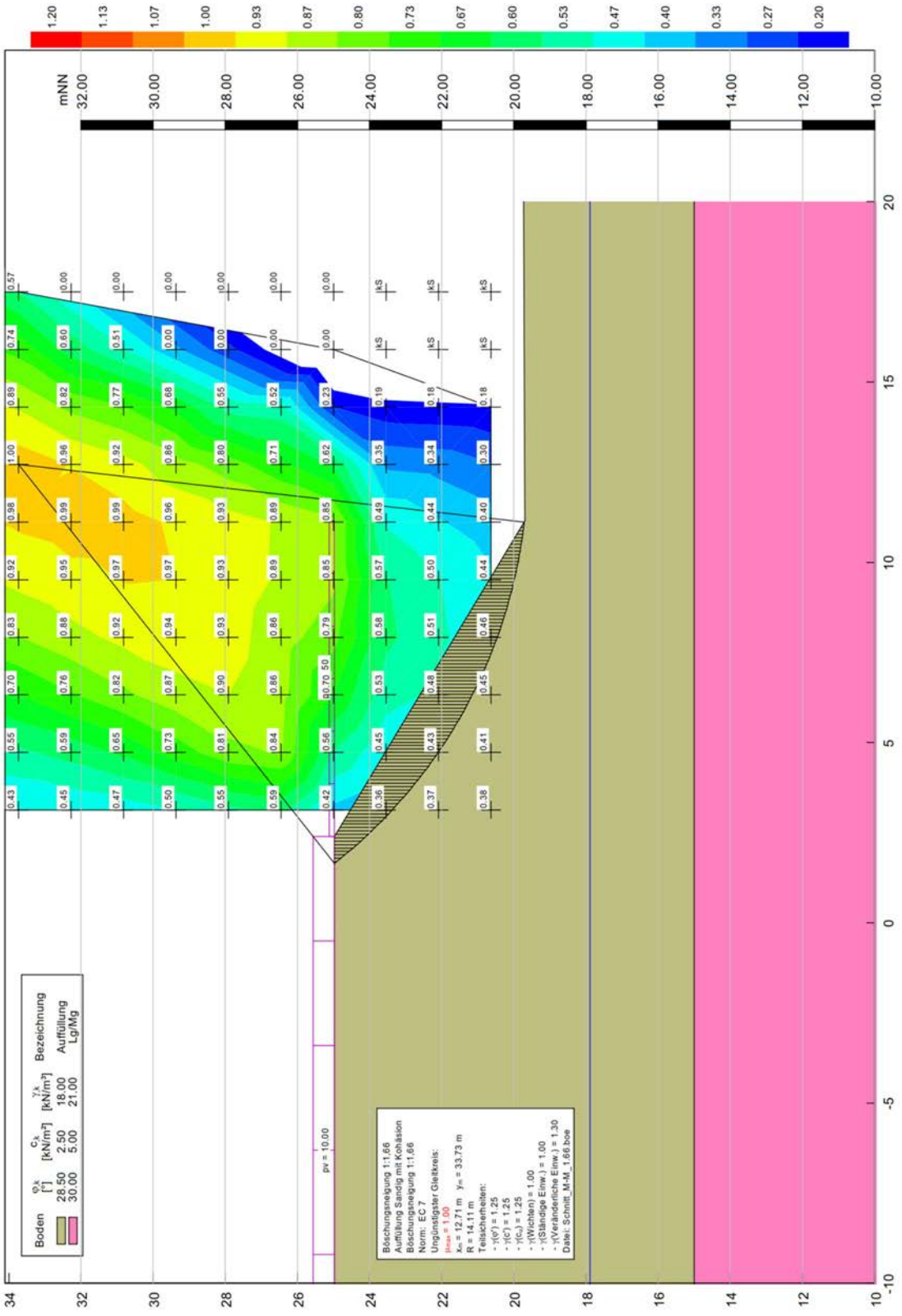


Abbildung 6: Berechnungsergebnisse für Böschungsneigung von 1 : 1,66

2.3 Konstruktive Randbedingungen

Neben den erdstatischen Nachweisen sind bei der Anpassung der Böschung auch konstruktive Randbedingungen zu beachten. Gemäß der Richtzeichnung RiZ Flü 1 sind die Widerlager von Straßenbrücken 1,00 m tief einzuschütten, um ein Herausdrücken des Bodens aus dem Straßendamm zu verhindern. Die Richtzeichnung gilt für Brücken der Bahn analog.

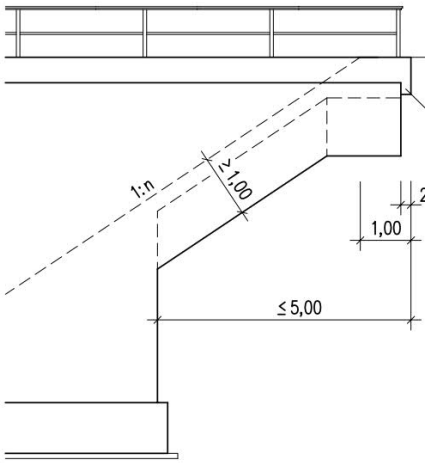


Abbildung 7: Auszug RiZ Flü 1

In den Bestandsplänen sind Spundwände neben dem Widerlager dargestellt. Wahrscheinlich handelt es sich hierbei um Verbauwände für die Herstellung der Widerlager. Die Darstellungen sind jedoch nicht konsistent. Über die Lage, Höhensituation und den genauen Zweck der Spundwände liegen keine Informationen vor.

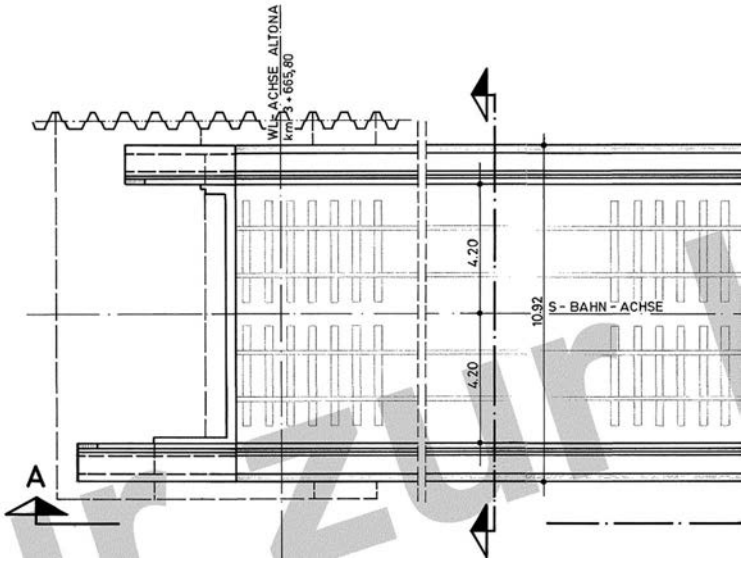


Abbildung 8: Spundwand neben Flügelwand aus Bestandsplan

2.4 Stützbauwerk

Um den geplanten Fußpunkt der Böschung in Lage und Höhe zu halten ist direkt am Widerlager ein Stützbauwerk erforderlich. Als Stützbauwerk kommen eine Winkelstützwand oder Schwergewichtswände, wie z.B. Gambionenwände in Frage.
Im Übergang zur Bestandsböschung kann die Böschung dann verzogen werden, wobei eine maximale Böschungsneigung von 1 : 1,66 nicht überschritten werden darf.

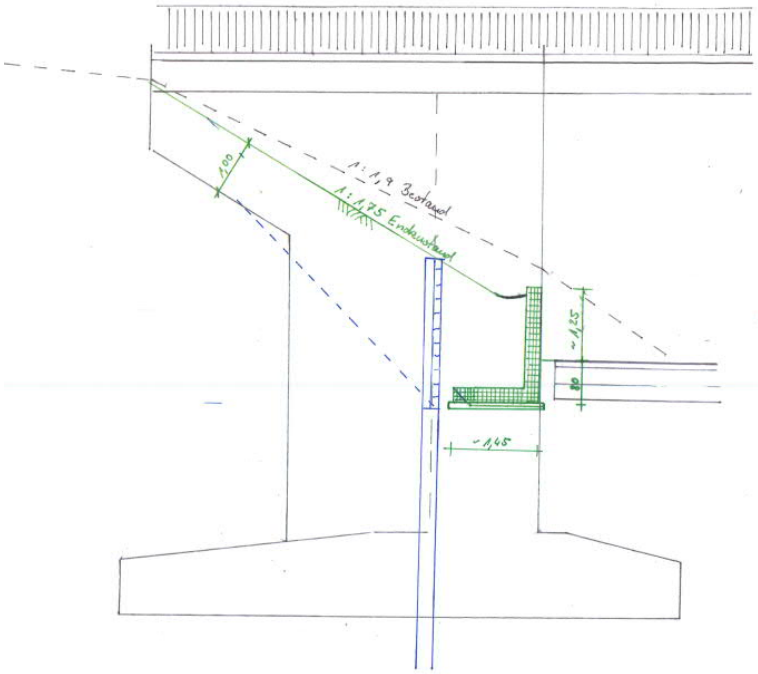


Abbildung 9: Beispiel - Geländesprung mittels Winkelstützwand

Für die Herstellung der Stützwand ist eine Freilegung der Flügelwände erforderlich. Dies ist nur im Rahmen von Sperrpausen der Bahn möglich. Alternativ ist ein Verbau vorzusehen, um die vorhandene Böschung zu sichern.

3. Fundamentierung Lärmschutzwände

An 3 Standorten auf dem Deckel werden seitens der Freiraumplanung Lärmschutzwände geplant. Die Pfosten der Lärmschutzwände sollen über Einzelfundamente in der Überschüttung des Tunnels gegründet werden.
Im Folgenden werden die Fundamentabmessungen sowie die Auswirkungen auf die Tunnelstatik ermittelt.

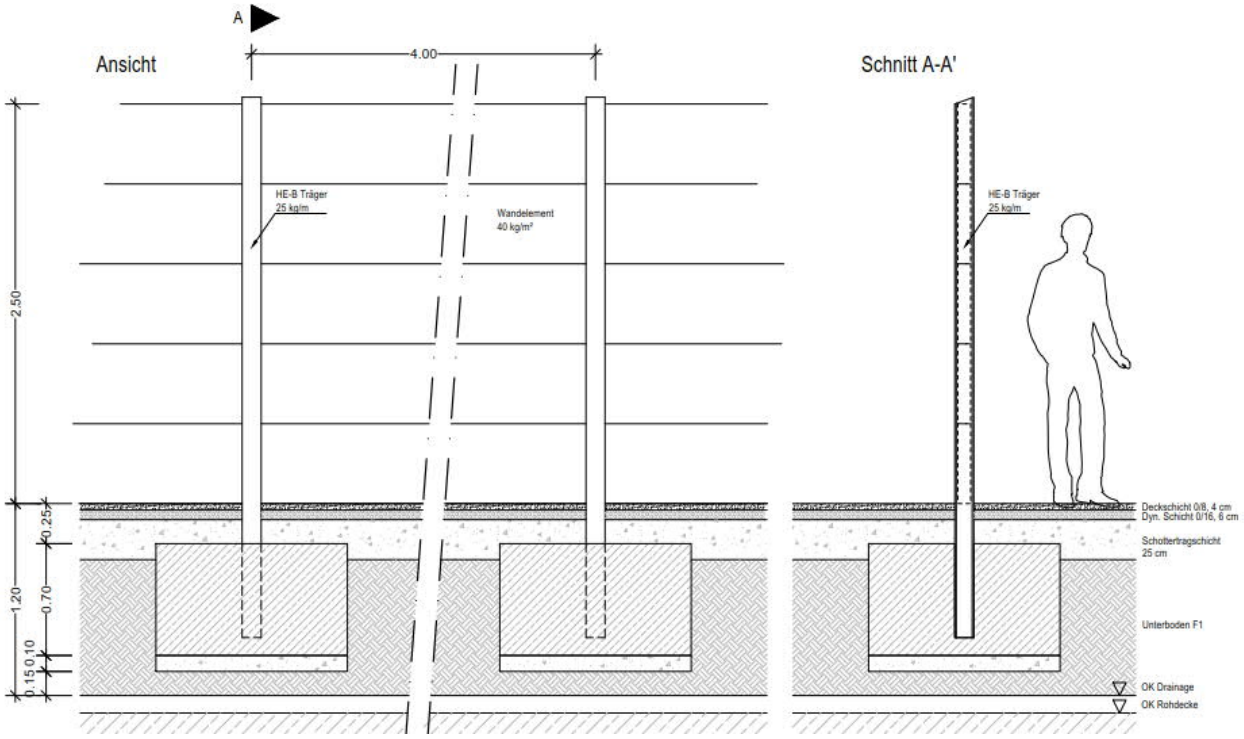


Abbildung 10: Schnitte LSW

3.1 Berechnungsgrundlagen

Geometrie

Pfostenabstand a = 4,00 m

Wandhöhe h_W = 2,50 m über GOK
= 2,75 m über OK Fundament

Fundamenthöhe h_F = 0,70 m

Boden unter Fund. h_B = 0,25 m

Das Eigengewicht des Bodens oberhalb des Fundamentes wird bei Kippnachweis rechnerisch nicht berücksichtigt.

Lastausbreitung

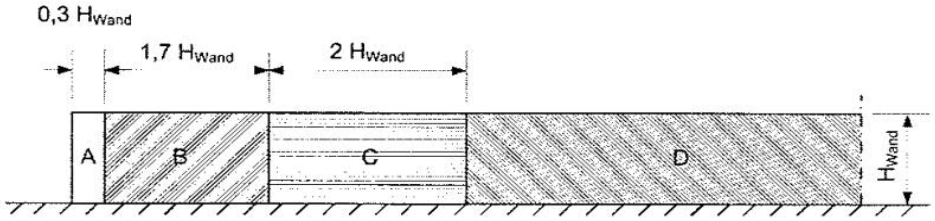
Im Boden a = 60 °

Im Beton a = 45 ° bis Deckenmitte

Windlast

Windlastzone 2 – Binnenland

Windeinwirkung auf LSW außerhalb von Brücken gem. ARS Nr. 05/2012



3.2 Dimensionierung der Fundamente

Da das Fundament auf der Tunneldecke steht und zwischen UK Fundament und OK Schutzbeton lediglich eine dünne Ausgleichsschicht aus Sand angeordnet ist, kann sich hier eine starre Kippkante ausbilden. Maßgebend für die Fundamentabmessungen ist daher der Nachweis gegen Kippen.

Die Pfosten haben einen Abstand von jeweils 4,00 m. Die auf einen Pfosten wirkende Windlast ist abhängig von Abstand zur Wandaußenkante:

Pfosten 1: Randpfosten
Pfosten 2: Abstand 4,00 m zum Rand
Pfosten 3: Abstand 8,00 m zum Rand
Pfosten 4: alle weiteren Pfosten

In der folgenden Tabelle sind die Fundamentabmessungen und die Ausnutzungsgrade aufgeführt. Die genauen Nachweise sind in Anhang B enthalten.

Zusammenfassung			
Pfosten 1	η =	Fundament	[m]
NW Kernweite	0,83	Breite x	1,45
NW Kippen	0,93	Breite y	1,45
Lastausbreitung_d	0,98	Höhe	0,7
Pfosten 2	η =	Fundament	[m]
NW Kernweite	0,86	Breite x	1,65
NW Kippen	0,96	Breite y	1,65
Lastausbreitung_d	1,00	Höhe	0,7
Pfosten 3	η =	Fundament	[m]
NW Kernweite	0,87	Breite x	1,55
NW Kippen	0,96	Breite y	1,55
Lastausbreitung_d	1,00	Höhe	0,7
Pfosten 4	η =	Fundament	[m]
NW Kernweite	0,89	Breite x	1,35
NW Kippen	0,99	Breite y	1,35
Lastausbreitung_d	0,99	Höhe	0,7

Abbildung 11: Fundamentabmessungen

3.3 Auswirkungen auf die Tunneldecke

Die SOLL-Verkehrslast auf der Tunneldecke beträgt q = 10,0 kN/m². Da das Eigengewicht des Betonfundamentes höher ist, als das des umgebenden Bodens, ist die Verkehrslast in dem Bereich der Wand einzuschränken, um die zulässige Belastung der Tunneldecke nicht zu überschreiten.

Die Begrenzung der Verkehrslast ist auf unterschiedliche Weise möglich:
q = 0,0 kN/m² auf b = 0,40 m (jeweils 0,20 m von der Wandachse)
q = 3,0 kN/m² auf b = 0,70 m (jeweils 0,35 m von der Wandachse)
q = 5,0 kN/m² auf b = 0,90 m (jeweils 0,45 m von der Wandachse)

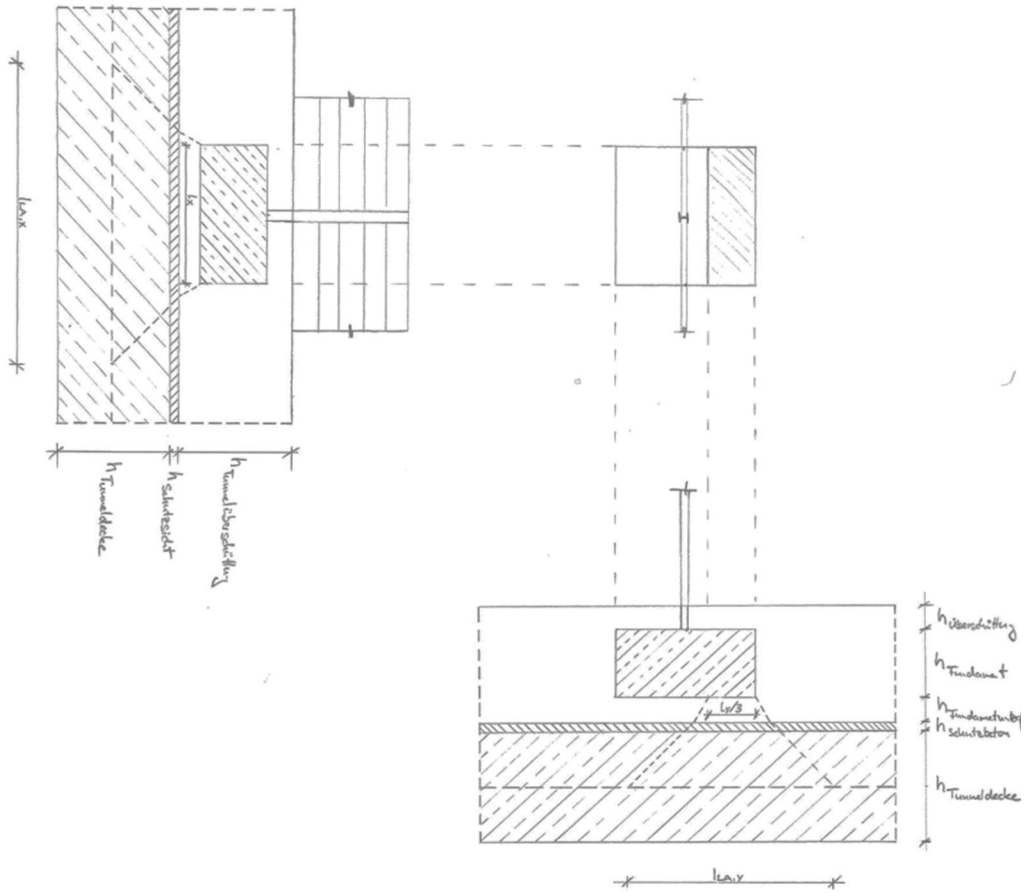


Abbildung 12: Lastausbreitung

4. Baumstandorte in Bereichen mit Leichtbaumaterial

Im Bereich Lutherpark verläuft das Tunnelbauwerk deutlich unter dem Niveau des umgebenden Geländes. Hier soll mehr Boden als die zulässigen 1,20 m Bodenauftrag eingebracht werden. In den betroffenen Bereichen ist der Einsatz von Leichtbaustoffen vorgesehen.

Zu prüfen ist, ob Baumstandorte in diesen Bereichen realisiert werden können. In Bereichen mit Baumstandorten soll auf Leichtbaustoff verzichtet werden. Pro Baum sind ca. 12 m³ Baumsubstrat erforderlich.

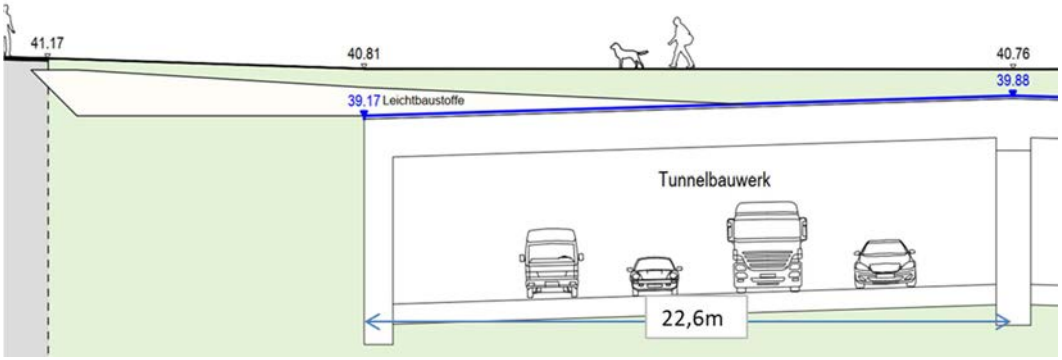


Abbildung 13: Geplante Tunnelüberschüttung Schnitt Lutherpark

4.1 Berechnungsgrundlagen

Eigengewicht:

Wichte Beton	g_{Bet}	=	25 kN/m³
Wichte Boden	g_{Bod}	=	20 kN/m³
Wichte Baumsubstrat	g_{BS}	=	20 kN/m³
Wichte Leichtbaustoff	g_{LBS}	=	7 kN/m³

Bäume

Die Lastansätze für die Bäume beruhen auf den Lastannahmen der Dachbegrünungsrichtlinie der FLL (2018). Für den Normalbereich mit einer Überschüttung von 1,20 m ohne Leichtbaustoffe ergibt sich:

max. Baumhöhe	h_B	=	13,00 m
max. Kronendurchmesser	D_{BK}	=	8,50 m
max. Bauraster	a	=	4,50 m x 4,50 m
max. Baumgewicht	g_B	=	1,20 kN/m²

Verkehrslasten

auf dem Deckel q = 10,0 kN/m²

unter Bäumen q = 5,0 kN/m² (Lastfall Menschenansammlung)

Überschüttung

auf dem Tunnel max $h_Ü$ = 1,75 m

neben dem Tunnel max $h_Ü$ = 2,00 m

1	2	
Vegetationsform	Lastannahme	
	in KN/ m²	in kg/ m²
Intensivbegrünungen		
Rasen	0,05	5
Niedrige Stauden und Gehölze	0,10	10
Stauden und Sträucher bis 150 cm Höhe	0,20	20
Sträucher bis 3 m Höhe	0,30	30
Große Sträucher [1] bis 6 m Höhe	0,40	40
Kleine Bäume [1] bis 10 m Höhe	0,60	60
Bäume [1] bis 15 m Höhe	1,50	150

[1] Angaben bezogen auf die Fläche der Kronentraufe

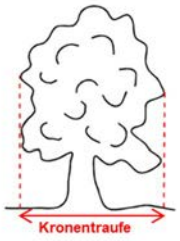


Abbildung 14: Auszug Dachbegrünungsrichtlinie

Lastausbreitung

Im Boden a = 45 °

Im Beton a = 45 ° bis Deckenmitte

Aufgrund der Durchwurzelung des Bodens wird im Bereich des Baumsubstrates eine Lastausbreitung unter 45 ° angesetzt. Eine Lastausbreitung vom Baumsubstrat in den umgebenden Leichtbaustoff wird nicht angesetzt.

4.2 Ausgleichsmaßnahmen für erhöhte Lasten

Zum Ausgleich der erhöhten Lasten infolge des dickeren Bodenaufbaus im Bereich des Baumsubstrates ist ein Lastausgleich erforderlich. Hierfür ist um das Baumsubstrat herum ein kreisringförmiger Bereich mit einer dickeren Schicht aus Leichtbaustoff auszubilden. Im Bereich der Baumkrone ist die Verkehrslast auf 5,0 kN/m² zu begrenzen.

Vorgaben für Baumstandorte **auf dem Tunnel**

- Durchmesser Baumsubstrat D = 3,60 m
- Kreisring um das Baumsubstrat (Außendurchmesser D = 5,60 m) mit 0,60 m Bodenüberschüttung, restlicher Aufbau aus Leichtbaumaterial
- Gültig bis 1,75 m Aufbau

Vorgaben für Baumstandorte **neben dem Tunnel**

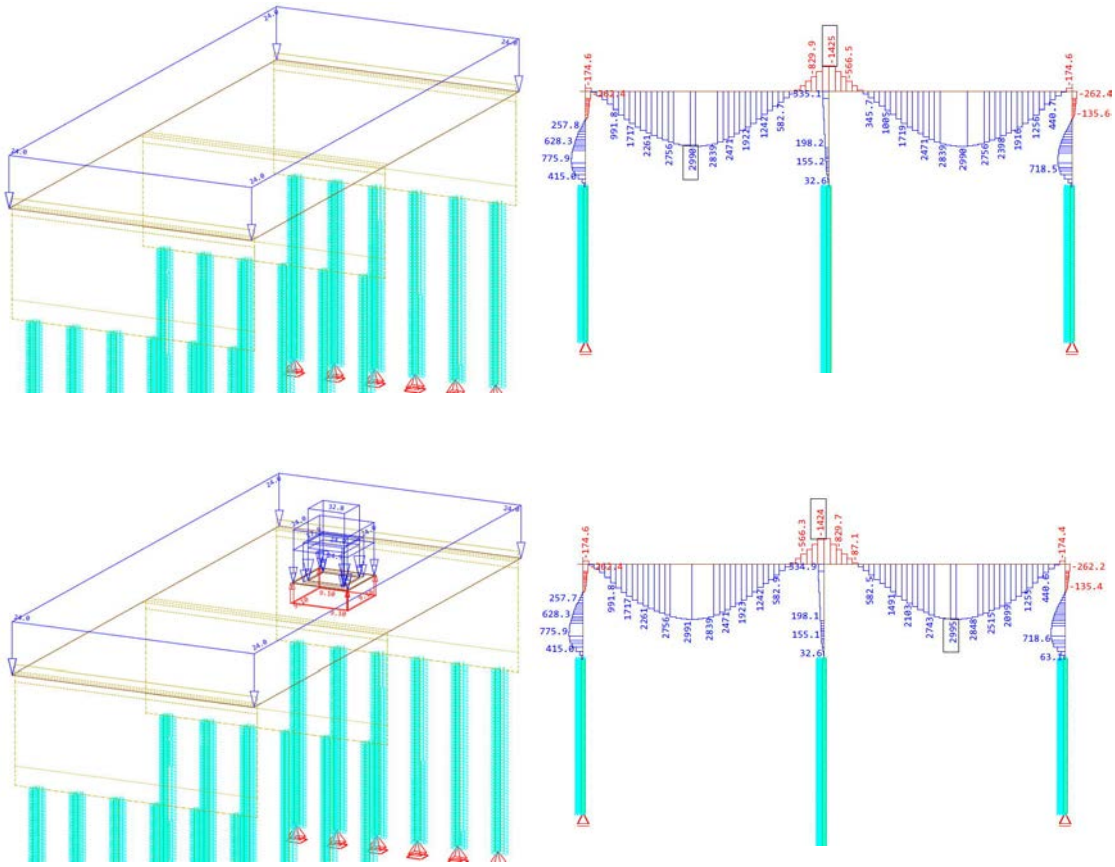
- Durchmesser Baumsubstrat D = 3,60 m
- Kreisring um das Baumsubstrat (Außendurchmesser D = 7,60 m) mit 0,70 m Bodenüberschüttung, restlicher Aufbau aus Leichtbaumaterial
- Gültig bis 2,00 m Aufbau

Die Nachweise der maßgebenden Schnitte sind in Anhang C enthalten.



Abbildung 15: Schnitte LSW

Die Ringförmige Erhöhung der Leichtbaustoffe führen dazu, dass die Gesamtlast mit Baum nicht höher ist, als die Gesamtlast ohne Baum. Die ringförmige Erhöhung liegt jedoch teilweise außerhalb der Lastausbreitungsfläche der Bäume. Hierdurch kommt es zu einer abweichenden Lastgeometrie die auf die Tunneldecke wirkt.
Anhand des nachfolgend dargestellten FE-Modells des Tunnelblocks wird exemplarisch gezeigt, dass die Auswirkungen der ungleichförmigen Belastung auf die Statik des Tunnels vernachlässigbar gering sind.



Belastung zugeh. Momentenverteilung

Abbildung 16: FE-Modell Tunnelblock

5. Baumauswahl

Entlang der Promenade sollen höhere Bäume gepflanzt werden, die von den Standardvorgaben für Bäume auf dem Deckel abweichen. Es handelt sich hierbei um säulenartige Bäume mit einer Höhe von bis zu 20 m.
Die Verwendung der Bäume ist hinsichtlich der Tunnelstatik zu bewerten.

5.1 Berechnungsgrundlage

Verkehrslasten

auf dem Deckel q = 10,0 kN/m²
unter Bäumen q = 5,0 kN/m² (Lastfall Menschenansammlung)

Überschüttung

auf dem Tunnel $h_{Ü}$ = 1,20 m

Lastausbreitung

Im Boden a = 45 ° (s.o)

Im Beton a = 45 ° bis Deckenmitte

5.2 Vergleich säulenartiger Baum mit Standardbaum

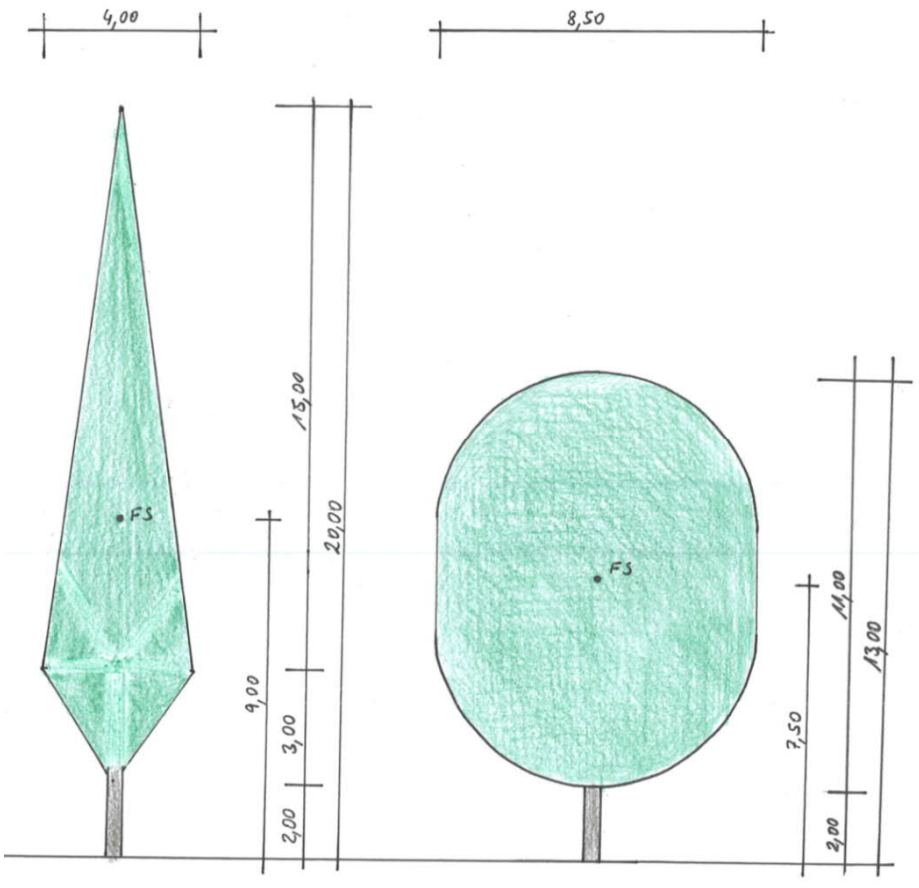


Abbildung 17: Vergleich Säulenbaum - Standardbaum

	Standardbaum	Säulenbau
Höhe	13,00 m	20,00 m
Kronendurchmesser	8,50 m	4,00 m
Stammhöhe	2,00 m	2,00 m
Kronenfläche Ansicht	78,00 m²	36,00 m²
Kronenfläche Grundriss	56,75 m²	12,57 m²
Kronenvolumen	463,42 m³	75,40 m³
Volumen / Grundrissfläche	8,17 -	6,00 -
Flächenschwerpunkt	7,50 m	9,00 m
Moment für Einheitslast	584,96 kNm	324,00 kNm

Lastausbreitungsfläche D = 0,20 + 2 x 1,20 + 2 x 0,70 = 4,00 m
Lastausbreitungsfläche entspricht Kronendurchmesser
Reduzierte Verkehrslast von 5,0 kN/m² unter dem Baum
(Menschenansammlung)
Aufnehmbares Gewicht des Baumes
=> G_{Baum} = A x Dq = 12,57 x 5,0 = 62,8 kN

Das maximal zulässige Gewicht darf das Gewicht des Standardbaumes nicht überschreiten.

Im Bereich der Baumkrone ist die zulässige Verkehrslast auf 5,0 kN/m² zu begrenzen.

WTM ENGINEERS

Bauvorhaben:	A7, 6-/8-streifige Erweiterung Planungsabschnitt Altona Planfall "Optimaler Städtebau" Hamburg
	Prüfung einzelner Entwurfselemente der Freianlagenplanung hinsichtlich der Tunnelstatik
Seiten:	1 bis 17
wurde aufgestellt von:	WTM ENGINEERS GMBH Beratende Ingenieure im Bauwesen Johannisbollwerk 6-8 20459 Hamburg
Bearbeiter:	M. Sc. Sebastian Kutter
Projektleiter:	Dr.-Ing. Konrad Schuster
	Geschäftsführer

Hamburgische Ingenieurkammer-Bau
Dres.- Ing.
A. Steffens Li-Nr. 417
S. Ehmann Li-Nr. 298
U. Jäppelt Li-Nr. 250
K. Morgen Li-Nr. 6
Beratende Ingenieure

Hamburg, den 02. Juni 2020

WTM ENGINEERS
Böschungsberechnung nach EC 7
mit Kreisgleitflächen

Böschungsneigung 1:1,66
Auffüllung Sandig mit Kohäsion
Datei: Schnitt_M-M_1.66.boe

Parameterliste
phi [°] = Reibungswinkel
c [kN/m²] = Kohäsion
gamma [kN/m³] = Wichte
μ [-] = Ausnutzungsgrad
xm,ym [m] = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes
rad [m] = Radius des Gleitkreises

Teilsicherheiten: (GEO-3)
- gam(phi)= 1.25
- gam(c') = 1.25
- gam(cu) = 1.25
- gam(Wichten) = 1.00
- gam(Ständige Einw.) = 1.00
- gam(Veränderliche Einw.) = 1.30

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach rechts

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	-15.000	24.970
2	0.000	24.970
3	2.400	24.970
4	11.150	19.690
5	20.000	19.730

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	phi,k	c,k	gamma,k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	
1	28.50	2.50	18.00	Auffüllung
2	30.00	5.00	21.00	Lg/Mg

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	phi,d	c,d	gamma,d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	
1	23.48	2.00	18.00	Auffüllung
2	24.79	4.00	21.00	Lg/Mg

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	-15.000	15.000	20.000	15.000	1
2	-15.000	8.000	20.000	8.000	2

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]
1	-15.000	17.890
2	20.000	17.890

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links)	Größe(rechts)	x(links)	x(rechts)	y
[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[m]	[m]	[m]
1	10.00	10.00	-15.00	2.40	24.97
2	2.50	2.50	2.40	11.15	24.97

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 0.00
Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 0.00

gamma Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Ergebnisse
Suchbereich
Art Suchradius
Horizontale Tangenten
x / y (Anfang): 15.8669 29.5959
x / y (Ende): 16.9197 17.4176
Anzahl Radien = 105

Kreis	xm	ym	Radius	Lamellen	μ
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]
1	3.1311	36.6430	16.5578	100	0.4132

Zähler = 3343.735 Nenner = 8092.257
M(Ti) = 8092.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 3343.7 / M(S) = 0.0

2	3.1311	35.1876	14.5225	100	0.4211

Zähler = 2342.543 Nenner = 5562.707
M(Ti) = 5562.7 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 2342.5 / M(S) = 0.0

3	3.1311	33.7323	12.8352	100	0.4315

Zähler = 1860.319 Nenner = 4311.048
M(Ti) = 4311.0 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 1860.3 / M(S) = 0.0

4	3.1311	32.2769	10.2200	100	0.4455

Zähler = 846.110 Nenner = 1899.338
M(Ti) = 1899.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 846.1 / M(S) = 0.0

5	3.1311	30.8216	8.4167	100	0.4655

Zähler = 559.611 Nenner = 1202.060
M(Ti) = 1202.1 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 559.6 / M(S) = 0.0

6	3.1311	29.3662	6.1450	100	0.4969

Zähler = 220.952 Nenner = 444.701
M(Ti) = 444.7 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 221.0 / M(S) = 0.0

7	3.1311	27.9109	4.1178	100	0.5504

Zähler = 79.879 Nenner = 145.125
M(Ti) = 145.1 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 79.9 / M(S) = 0.0

8	3.1311	26.4555	3.1404	100	0.5869

Zähler = 94.003 Nenner = 160.158
M(Ti) = 160.2 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 94.0 / M(S) = 0.0

9	3.1311	25.0002	4.5958	104	0.4173

Zähler = 502.403 Nenner = 1204.038
M(Ti) = 1204.0 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 502.4 / M(S) = 0.0

10	3.1311	23.5448	6.1272	109	0.3623

Zähler = 1334.439 Nenner = 3683.390
M(Ti) = 3683.4 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 1334.4 / M(S) = 0.0

11	3.1311	22.0895	6.8856	119	0.3700

Zähler = 2053.825 Nenner = 5550.311
M(Ti) = 5550.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 2053.8 / M(S) = 0.0

12	3.1311	20.6341	8.9618	143	0.3751

Zähler = 4402.698 Nenner = 11736.273

```
Zähler = 2053.825   Nenner = 5550.311
M(Ti) = 5550.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 2053.8 / M(S)  = 0.0
 12       3.1311     20.6341     8.9618     143      0.3751
Zähler = 4402.698   Nenner = 11736.273
M(Ti) = 11736.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 4402.7 / M(S)  = 0.0
 13       4.7276     36.6430    15.5139     100      0.5040
Zähler = 2209.913   Nenner = 4384.927
M(Ti) = 4384.9 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 2209.9 / M(S)  = 0.0
 14       4.7276     35.1876    13.3626     100      0.5261
Zähler = 1339.594   Nenner = 2546.434
M(Ti) = 2546.4 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 1339.6 / M(S)  = 0.0
 15       4.7276     33.7323    11.5593     100      0.5543
Zähler = 940.708   Nenner = 1696.991
M(Ti) = 1697.0 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 940.7 / M(S)  = 0.0
 16       4.7276     32.2769     9.5241     100      0.5937
Zähler = 512.516   Nenner = 863.220
M(Ti) = 863.2 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 512.5 / M(S)  = 0.0
 17       4.7276     30.8216     7.6048     100      0.6486
Zähler = 265.120   Nenner = 408.760
M(Ti) = 408.8 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 265.1 / M(S)  = 0.0
 18       4.7276     29.3662     5.8101     100      0.7304
Zähler = 131.947   Nenner = 180.650
M(Ti) = 180.7 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 131.9 / M(S)  = 0.0
 19       4.7276     27.9109     4.4534     100      0.8114
Zähler = 99.715   Nenner = 122.885
M(Ti) = 122.9 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 99.7 / M(S)  = 0.0
 20       4.7276     26.4555     3.2527     100      0.8399
Zähler = 77.059   Nenner = 91.745
M(Ti) = 91.7 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 77.1 / M(S)  = 0.0
 21       4.7276     25.0002     4.5958     101      0.5638
Zähler = 548.868   Nenner = 973.551
M(Ti) = 973.6 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 548.9 / M(S)  = 0.0
 22       4.7276     23.5448     6.1272     105      0.4466
Zähler = 1481.135   Nenner = 3316.140
M(Ti) = 3316.1 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 1481.1 / M(S)  = 0.0
 23       4.7276     22.0895     7.0745     112      0.4303
Zähler = 2344.622   Nenner = 5448.710
M(Ti) = 5448.7 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 2344.6 / M(S)  = 0.0
 24       4.7276     20.6341     8.9618     134      0.4088
Zähler = 4500.782   Nenner = 11009.158
M(Ti) = 11009.2 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 4500.8 / M(S)  = 0.0
 25       6.3241     36.6430    14.5860     100      0.6158
Zähler = 1210.187   Nenner = 1965.147
M(Ti) = 1965.1 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 1210.2 / M(S)  = 0.0
 26       6.3241     35.1876    12.8987     100      0.6539
Zähler = 900.248   Nenner = 1376.684
M(Ti) = 1376.7 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 900.2 / M(S)  = 0.0
 27       6.3241     33.7323    11.0954     100      0.7017
Zähler = 568.855   Nenner = 810.713
M(Ti) = 810.7 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 568.9 / M(S)  = 0.0
 28       6.3241     32.2769     9.5241     100      0.7613
Zähler = 423.744   Nenner = 556.570
M(Ti) = 556.6 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 423.7 / M(S)  = 0.0
 29       6.3241     30.8216     8.0687     100      0.8196
Zähler = 323.580   Nenner = 394.788
M(Ti) = 394.8 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 323.6 / M(S)  = 0.0
 30       6.3241     29.3662     6.7030     100      0.8738
Zähler = 254.499   Nenner = 291.242
M(Ti) = 291.2 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 254.5 / M(S)  = 0.0
 31       6.3241     27.9109     5.5439     100      0.8997
Zähler = 236.207   Nenner = 262.537
M(Ti) = 262.5 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 236.2 / M(S)  = 0.0
 32       6.3241     26.4555     4.6007     100      0.8560
Zähler = 241.951   Nenner = 282.638
M(Ti) = 282.6 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 242.0 / M(S)  = 0.0
 33       6.3241     25.0002     4.5958     100      0.6968
```

```
 32       6.3241     26.4555     4.6007     100      0.8560
Zähler = 241.951   Nenner = 282.638
M(Ti) = 282.6 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 242.0 / M(S)  = 0.0
 33       6.3241     25.0002     4.5958     100      0.6968
Zähler = 477.348   Nenner = 685.042
M(Ti) = 685.0 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 477.3 / M(S)  = 0.0
 34       6.3241     23.5448     6.0511     104      0.5304
Zähler = 1451.766   Nenner = 2737.262
M(Ti) = 2737.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 1451.8 / M(S)  = 0.0
 35       6.3241     22.0895     6.4806     108      0.4844
Zähler = 1918.064   Nenner = 3959.300
M(Ti) = 3959.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 1918.1 / M(S)  = 0.0
 36       6.3241     20.6341     5.6241     122      0.4456
Zähler = 1395.920   Nenner = 3132.465
M(Ti) = 3132.5 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 1395.9 / M(S)  = 0.0
 37       7.9206     36.6430    14.4700     100      0.7391
Zähler = 911.657   Nenner = 1233.507
M(Ti) = 1233.5 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 911.7 / M(S)  = 0.0
 38       7.9206     35.1876    13.0147     100      0.7842
Zähler = 777.204   Nenner = 991.099
M(Ti) = 991.1 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 777.2 / M(S)  = 0.0
 39       7.9206     33.7323    11.5593     100      0.8308
Zähler = 631.997   Nenner = 760.727
M(Ti) = 760.7 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 632.0 / M(S)  = 0.0
 40       7.9206     32.2769    10.2200     100      0.8772
Zähler = 558.854   Nenner = 637.092
M(Ti) = 637.1 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 558.9 / M(S)  = 0.0
 41       7.9206     30.8216     8.9966     100      0.9170
Zähler = 537.229   Nenner = 585.842
M(Ti) = 585.8 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 537.2 / M(S)  = 0.0
 42       7.9206     29.3662     7.8191     100      0.9390
Zähler = 507.285   Nenner = 540.213
M(Ti) = 540.2 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 507.3 / M(S)  = 0.0
 43       7.9206     27.9109     6.7183     100      0.9259
Zähler = 472.819   Nenner = 510.645
M(Ti) = 510.6 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 472.8 / M(S)  = 0.0
 44       7.9206     26.4555     5.3871     100      0.8645
Zähler = 293.009   Nenner = 338.937
M(Ti) = 338.9 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 293.0 / M(S)  = 0.0
 45       7.9206     25.0002     4.5958     100      0.7881
Zähler = 313.377   Nenner = 397.614
M(Ti) = 397.6 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 313.4 / M(S)  = 0.0
 46       7.9206     23.5448     6.0511     105      0.5825
Zähler = 1300.127   Nenner = 2231.943
M(Ti) = 2231.9 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 1300.1 / M(S)  = 0.0
 47       7.9206     22.0895     6.5076     110      0.5117
Zähler = 1773.039   Nenner = 3464.771
M(Ti) = 3464.8 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 1773.0 / M(S)  = 0.0
 48       7.9206     20.6341     5.6241     121      0.4590
Zähler = 1221.811   Nenner = 2661.883
M(Ti) = 2661.9 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 1221.8 / M(S)  = 0.0
 49       9.5171     36.6430    15.0500     100      0.8415
Zähler = 1065.480   Nenner = 1266.175
M(Ti) = 1266.2 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 1065.5 / M(S)  = 0.0
 50       9.5171     35.1876    13.7106     100      0.8812
Zähler = 977.978   Nenner = 1109.874
M(Ti) = 1109.9 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 978.0 / M(S)  = 0.0
 51       9.5171     33.7323    12.3712     100      0.9188
Zähler = 869.235   Nenner = 946.089
M(Ti) = 946.1 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 869.2 / M(S)  = 0.0
 52       9.5171     32.2769    11.1478     100      0.9502
Zähler = 839.940   Nenner = 883.936
M(Ti) = 883.9 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 839.9 / M(S)  = 0.0
 53       9.5171     30.8216    10.0404     100      0.9690
Zähler = 872.174   Nenner = 900.058
M(Ti) = 900.1 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 872.2 / M(S)  = 0.0
```

```
M(Ti) = 883.9 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 839.9 / M(S)  = 0.0
 53       9.5171     30.8216    10.0404     100      0.9690
Zähler = 872.174   Nenner = 900.058
M(Ti) = 900.1 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 872.2 / M(S)  = 0.0
 54       9.5171     29.3662     8.9352     100      0.9663
Zähler = 849.685   Nenner = 879.279
M(Ti) = 879.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 849.7 / M(S)  = 0.0
 55       9.5171     27.9109     7.9766     100      0.9334
Zähler = 876.336   Nenner = 938.853
M(Ti) = 938.9 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 876.3 / M(S)  = 0.0
 56       9.5171     26.4555     6.3419     100      0.8917
Zähler = 433.702   Nenner = 486.370
M(Ti) = 486.4 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 433.7 / M(S)  = 0.0
 57       9.5171     25.0002     4.9087     100      0.8481
Zähler = 236.645   Nenner = 279.044
M(Ti) = 279.0 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 236.6 / M(S)  = 0.0
 58       9.5171     23.5448     6.0511     105      0.5698
Zähler = 1014.775   Nenner = 1780.783
M(Ti) = 1780.8 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 1014.8 / M(S)  = 0.0
 59       9.5171     22.0895     4.6719     110      0.5035
Zähler = 561.564   Nenner = 1115.340
M(Ti) = 1115.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 561.6 / M(S)  = 0.0
 60       9.5171     20.6341     5.6241     122      0.4447
Zähler = 1006.666   Nenner = 2263.901
M(Ti) = 2263.9 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 1006.7 / M(S)  = 0.0
 61      11.1136     36.6430    15.8618     100      0.9199
Zähler = 1412.439   Nenner = 1535.354
M(Ti) = 1535.4 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 1412.4 / M(S)  = 0.0
 62      11.1136     35.1876    14.6385     100      0.9513
Zähler = 1412.571   Nenner = 1484.819
M(Ti) = 1484.8 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 1412.6 / M(S)  = 0.0
 63      11.1136     33.7323    13.4151     100      0.9771
Zähler = 1370.147   Nenner = 1402.268
M(Ti) = 1402.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 1370.1 / M(S)  = 0.0
 64      11.1136     32.2769    12.1917     100      0.9930
Zähler = 1282.323   Nenner = 1291.334
M(Ti) = 1291.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 1282.3 / M(S)  = 0.0
 65      11.1136     30.8216    11.0843     100      0.9943
Zähler = 1277.937   Nenner = 1285.294
M(Ti) = 1285.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 1277.9 / M(S)  = 0.0
 66      11.1136     29.3662     9.6048     100      0.9561
Zähler = 817.874   Nenner = 855.457
M(Ti) = 855.5 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 817.9 / M(S)  = 0.0
 67      11.1136     27.9109     8.1444     100      0.9264
Zähler = 502.596   Nenner = 542.547
M(Ti) = 542.5 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 502.6 / M(S)  = 0.0
 68      11.1136     26.4555     6.7351     100      0.8932
Zähler = 304.385   Nenner = 340.763
M(Ti) = 340.8 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 304.4 / M(S)  = 0.0
 69      11.1136     25.0002     5.3069     100      0.8491
Zähler = 160.383   Nenner = 188.889
M(Ti) = 188.9 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 160.4 / M(S)  = 0.0
 70      11.1136     23.5448     6.0511     105      0.4924
Zähler = 710.081   Nenner = 1442.081
M(Ti) = 1442.1 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 710.1 / M(S)  = 0.0
 71      11.1136     22.0895     6.8586     110      0.4388
Zähler = 1312.959   Nenner = 2992.475
M(Ti) = 2992.5 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 1313.0 / M(S)  = 0.0
 72      11.1136     20.6341     5.6241     122      0.3989
Zähler = 782.019   Nenner = 1960.576
M(Ti) = 1960.6 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 782.0 / M(S)  = 0.0
 73      12.7101     36.6430    16.7897     100      0.9778
Zähler = 1939.996   Nenner = 1984.087
M(Ti) = 1984.1 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 1940.0 / M(S)  = 0.0
 74      12.7101     35.1876    15.5663     100      0.9993
Zähler = 1887.959   Nenner = 1889.269
```

```
Zähler = 1939.996   Nenner = 1984.087
M(Ti) = 1984.1 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 1940.0 / M(S)  = 0.0
 74      12.7101     35.1876    15.5663     100      0.9993
Zähler = 1887.959   Nenner = 1889.269
M(Ti) = 1889.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 1888.0 / M(S)  = 0.0
 75      12.7101     33.7323    14.1110     100      1.0044
Zähler = 1421.487   Nenner = 1415.203
M(Ti) = 1415.2 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 1421.5 / M(S)  = 0.0
 76      12.7101     32.2769    12.6556     100      0.9636
Zähler = 956.976   Nenner = 993.166
M(Ti) = 993.2 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 957.0 / M(S)  = 0.0
 77      12.7101     30.8216    11.2003     100      0.9230
Zähler = 597.569   Nenner = 647.448
M(Ti) = 647.4 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 597.6 / M(S)  = 0.0
 78      12.7101     29.3662     9.7165     100      0.8605
Zähler = 320.595   Nenner = 372.569
M(Ti) = 372.6 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 320.6 / M(S)  = 0.0
 79      12.7101     27.9109     8.3122     100      0.7994
Zähler = 177.704   Nenner = 222.296
M(Ti) = 222.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 177.7 / M(S)  = 0.0
 80      12.7101     26.4555     6.9036     100      0.7128
Zähler = 82.568   Nenner = 115.830
M(Ti) = 115.8 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 82.6 / M(S)  = 0.0
 81      12.7101     25.0002     5.5345     100      0.6226
Zähler = 34.951   Nenner = 56.133
M(Ti) = 56.1 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 35.0 / M(S)  = 0.0
 82      12.7101     23.5448     6.1272     105      0.3533
Zähler = 436.470   Nenner = 1235.302
M(Ti) = 1235.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 436.5 / M(S)  = 0.0
 83      12.7101     22.0895     5.9947     110      0.3422
Zähler = 593.003   Nenner = 1732.780
M(Ti) = 1732.8 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 593.0 / M(S)  = 0.0
 84      12.7101     20.6341     4.7486     122      0.3029
Zähler = 327.721   Nenner = 1081.887
M(Ti) = 1081.9 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 327.7 / M(S)  = 0.0
 85      14.3066     36.6430    17.1377     100      0.9832
Zähler = 1372.270   Nenner = 1395.787
M(Ti) = 1395.8 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 1372.3 / M(S)  = 0.0
 86      14.3066     35.1876    15.7983     100      0.9560
Zähler = 1083.582   Nenner = 1133.504
M(Ti) = 1133.5 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 1083.6 / M(S)  = 0.0
 87      14.3066     33.7323    14.3430     100      0.8938
Zähler = 662.745   Nenner = 741.520
M(Ti) = 741.5 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 662.7 / M(S)  = 0.0
 88      14.3066     32.2769    12.8876     100      0.8170
Zähler = 362.380   Nenner = 443.562
M(Ti) = 443.6 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 362.4 / M(S)  = 0.0
 89      14.3066     30.8216    11.5482     100      0.7706
Zähler = 238.942   Nenner = 310.055
M(Ti) = 310.1 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 238.9 / M(S)  = 0.0
 90      14.3066     29.3662    10.1629     100      0.6847
Zähler = 122.214   Nenner = 178.495
M(Ti) = 178.5 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 122.2 / M(S)  = 0.0
 91      14.3066     27.9109     8.7316     100      0.5451
Zähler = 32.880   Nenner = 60.317
M(Ti) = 60.3 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 32.9 / M(S)  = 0.0
 92      14.3066     26.4555     7.4653     100      0.5227
Zähler = 19.880   Nenner = 38.032
M(Ti) = 38.0 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 19.9 / M(S)  = 0.0
 93      14.3066     25.0002     7.5257     100      0.2349
Zähler = 342.034   Nenner = 1456.213
M(Ti) = 1456.2 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 342.0 / M(S)  = 0.0
 94      14.3066     23.5448     6.1272     105      0.1898
Zähler = 192.450   Nenner = 1013.818
M(Ti) = 1013.8 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 192.4 / M(S)  = 0.0
 95      14.3066     22.0895     5.1038     111      0.1833
```

```
 94      14.3066     23.5448     6.1272     105      0.1898
Zähler = 192.450   Nenner = 1013.818
M(Ti) = 1013.8 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 192.4 / M(S)  = 0.0
 95      14.3066     22.0895     5.1038     111      0.1833
Zähler = 157.663   Nenner = 860.042
M(Ti) = 860.0 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 157.7 / M(S)  = 0.0
 96      14.3066     20.6341     3.8731     123      0.1751
Zähler = 93.315   Nenner = 532.893
M(Ti) = 532.9 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 93.3 / M(S)  = 0.0
 97      15.9031     36.6430    17.6016     100      0.8817
Zähler = 816.553   Nenner = 926.163
M(Ti) = 926.2 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 816.6 / M(S)  = 0.0
 98      15.9031     35.1876    16.1463     100      0.7953
Zähler = 444.298   Nenner = 558.638
M(Ti) = 558.6 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 444.3 / M(S)  = 0.0
 99      15.9031     33.7323    14.8069     100      0.7440
Zähler = 295.399   Nenner = 397.055
M(Ti) = 397.1 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 295.4 / M(S)  = 0.0
100      15.9031     32.2769    13.3515     100      0.6031
Zähler = 102.543   Nenner = 170.020
M(Ti) = 170.0 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 102.5 / M(S)  = 0.0
101      15.9031     30.8216    12.0122     100      0.5055
Zähler = 30.053   Nenner = 59.450
M(Ti) = 59.4 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 30.1 / M(S)  = 0.0
102      15.9031     29.3662    10.3861     100      0.0001
Zähler = -3.044   Nenner = 472.736
M(Ti) = 472.7 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = -3.0 / M(S)  = 0.0
103      15.9031     27.9109     9.0672     100      0.0001
Zähler = -3.146   Nenner = 472.109
M(Ti) = 472.1 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = -3.1 / M(S)  = 0.0
104      15.9031     26.4555     7.8584     100      0.0001
Zähler = -3.561   Nenner = 518.064
M(Ti) = 518.1 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = -3.6 / M(S)  = 0.0
105      15.9031     25.0002     6.6439     100      0.0009
Zähler = 0.457   Nenner = 517.555
M(Ti) = 517.6 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 0.5 / M(S)  = 0.0
106      15.9031     23.5448    nicht berechnet
107      15.9031     22.0895    nicht berechnet
108      15.9031     20.6341    nicht berechnet
109      17.4996     36.6430    18.0655     100      0.7124
Zähler = 330.477   Nenner = 463.877
M(Ti) = 463.9 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 330.5 / M(S)  = 0.0
110      17.4996     35.1876    16.7262     100      0.6488
Zähler = 199.293   Nenner = 307.170
M(Ti) = 307.2 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 199.3 / M(S)  = 0.0
111      17.4996     33.7323    15.3868     100      0.5696
Zähler = 95.741   Nenner = 168.081
M(Ti) = 168.1 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = 95.7 / M(S)  = 0.0
112      17.4996     32.2769    12.7716     100      0.0001
Zähler = -0.682   Nenner = 185.926
M(Ti) = 185.9 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = -0.7 / M(S)  = 0.0
113      17.4996     30.8216    11.3163     100      0.0001
Zähler = -0.568   Nenner = 155.084
M(Ti) = 155.1 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = -0.6 / M(S)  = 0.0
114      17.4996     29.3662     9.9397     100      0.0001
Zähler = -0.743   Nenner = 169.171
M(Ti) = 169.2 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = -0.7 / M(S)  = 0.0
115      17.4996     27.9109     8.4800     100      0.0001
Zähler = -0.570   Nenner = 131.498
M(Ti) = 131.5 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = -0.6 / M(S)  = 0.0
116      17.4996     26.4555     7.1283     100      0.0001
Zähler = -0.686   Nenner = 136.601
M(Ti) = 136.6 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = -0.7 / M(S)  = 0.0
117      17.4996     25.0002     5.8189     100      0.0001
Zähler = -0.791   Nenner = 140.612
M(Ti) = 140.6 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = -0.8 / M(S)  = 0.0
```

M(Ti) = 136.6 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = -0.7 / M(S) = 0.0

117	17.4996	25.0002	5.8189	100	0.0001

Zähler = -0.791 Nenner = 140.612

M(Ti) = 140.6 / M(R) = 0.0 / M(Gi) = -0.8 / M(S) = 0.0

118	17.4996	23.5448	nicht berechnet
119	17.4996	22.0895	nicht berechnet
120	17.4996	20.6341	nicht berechnet

Ungünstigster Gleitkreis

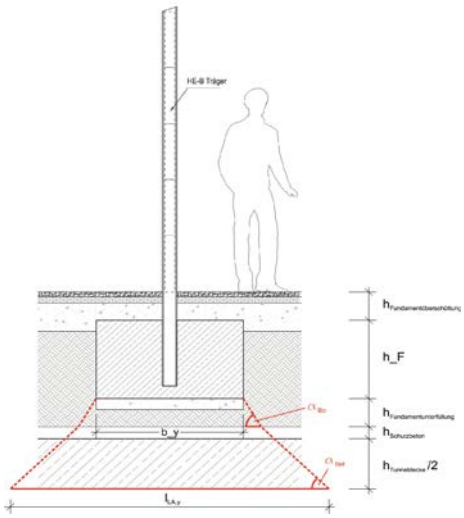
Kreis	xm [m]	ym [m]	Radius [m]	Lamellen [-]	μ [-]
75	12.7101	33.7323	14.1110	100	1.0044

Zähler = 1421.487 Nenner = 1415.203

Einzelfundamente der Lärmschutzwand (Pfosten 1)

Wandgeometrie			
Pfostenabstand	a =	2,00	m
Wandhöhe	h_W =	2,50	m
Streifen (red. Nutzlast)	d_W =	0,90	m
red. Nutzlast	$q_{Nutzlast, red.}$ =	5,00	kN/m²
Fundamentgeometrie			
Breite in Lastrichtung	b_x =	1,45	m
Breite quer	b_y =	1,45	m
Fundamenthöhe	h_F =	0,70	m
Einbindetiefe	h_E =	0,95	m
Tunnelüberschüttung	h_B =	1,20	m
Wichten / Gewichte			
Wichte Beton	g_{Bet} =	25,00	kN/m³
Wichte Boden	g_{Bo} =	20,00	kN/m³
Gewicht Pfosten HEA160	g_T =	0,30	kN/m
Gewicht Wandelemente	g_W =	0,40	kN/m²
Eigengewicht Konstruktion			
Fundamentgew.	G_F =	36,8	kN
Bodengew.	G_B =	0,0	kN
Pfostengew.	G_P =	2,6	kN
Wandgew.	G_W =	2,0	kN
Summe	**S**G =	41,4	kN
Windlasten			
Differenzhöhe	z_e ≤	7,00	m
Windlastzone		II Binnenland	
Wandabschnitt A	w =	1,99	kN/m²
	H_k =	4,98	kN/m²
	b_A =	0,75	m
Wandabschnitt B	w =	1,23	kN/m²
	H_k =	3,08	kN/m²
	b_B =	4,25	m
Wandabschnitt C	w =	0,99	kN/m²
	H_k =	2,48	kN/m²
	b_C =	5,00	m
Wandabschnitt D	w =	0,70	kN/m²
	H_k =	1,75	kN/m²

Schnitt A-A'



Windeinwirkung nach ARS 05/2012

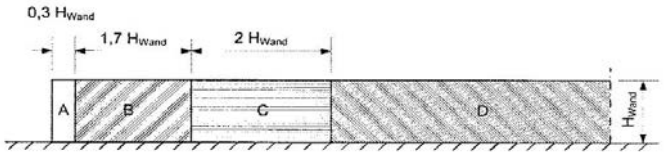


Tabelle 2.1: Windeinwirkungen w in kN/m² für Lärmschutzwände außerhalb von Brücken

Windzone		Zone A mit $c_{p,net}$ = 3,4			Zone B mit $c_{p,net}$ = 2,1		
		$z_e \le 7m$	$7m < z_e \le 20m$	$20m < z_e \le 50m$	$z_e \le 7m$	$7m < z_e \le 20m$	$20m < z_e \le 50m$
1	Binnenland	1,63	2,39	3,36	1,01	1,48	2,07
2		1,99	2,91	4,09	1,23	1,80	2,53
3		2,40	3,51	4,93	1,48	2,17	3,04
4		2,86	4,18	5,87	1,76	2,58	3,63
		$z_e \le 4m$	$4m < z_e \le 20m$	$20m < z_e \le 50m$	$z_e \le 4m$	$4m < z_e \le 20m$	$20m < z_e \le 50m$
2	in küstennahen Gebieten	2,39	3,68	4,71	1,47	2,27	2,91
3		2,88	4,43	5,68	1,78	2,74	3,51
4		3,43	5,28	6,76	2,12	3,26	4,18
Windzone		Zone C mit $c_{p,net}$ = 1,7			Zone D mit $c_{p,net}$ = 1,2		
		$z_e \le 7m$	$7m < z_e \le 20m$	$20m < z_e \le 50m$	$z_e \le 7m$	$7m < z_e \le 20m$	$20m < z_e \le 50m$
1	Binnenland	0,82	1,20	1,68	0,58	0,84	1,18
2		0,99	1,46	2,04	0,70	1,03	1,44
3		1,20	1,76	2,46	0,85	1,24	1,74
4		1,43	2,09	2,94	1,01	1,48	2,07
		$z_e \le 4m$	$4m < z_e \le 20m$	$20m < z_e \le 50m$	$z_e \le 4m$	$4m < z_e \le 20m$	$20m < z_e \le 50m$
2	in küstennahen Gebieten	1,19	1,84	2,35	0,84	1,30	1,66
3		1,44	2,22	2,84	1,02	1,56	2,00
4		1,71	2,64	3,38	1,21	1,86	2,39

Anmerkung: Die Differenzhöhe z_e bezieht sich auf die Oberkante der Lärmschutzwand und die jeweilige Bezugsunterkante. Bei Zwischenwerten kann geradlinig interpoliert werden.

Pfosten		1					
Einzugsbreite A	b_A =	0,75	m	$H_{A,k}$ =	3,73	kN	$M_{A,k}$ = 8,21 kNm
Einzugsbreite B	b_B =	1,25	m	$H_{B,k}$ =	3,84	kN	$M_{B,k}$ = 8,46 kNm
Einzugsbreite C	b_C =	0,00	m	$H_{C,k}$ =	0,00	kN	$M_{C,k}$ = 0,00 kNm
Einzugsbreite D	b_D =	0,00	m	$H_{D,k}$ =	0,00	kN	$M_{D,k}$ = 0,00 kNm
	Sb =	2,00	m	**S**H_k =	7,58	kN	**S**M_k = 16,67 kNm

Nachweis der Kerweite			
M_k / G_k	e =	0,40	m
b/3	e_{max} =	0,48	m
e/e_{max}	**h** =	0,83	-

Kippen um Außenkante (EQU)					
g G,stab =	0,9		M_{stab} =	27,0	
g Q =	1,5		M_{dest} =	25,0	
M_{dstb} / M_{stab}	**h** =	0,93	-		

Lastausbreitung

Lastausbreitung Boden	a_{Bo} =	60,0	°
Lastausbreitung Beton	a_{Bet} =	45,0	°
Höhe Schutzbeton	$h_{Schutzbet.}$ =	0,10	m
Höhe Tunneldecke	$h_{Tunneldecke}$ =	1,20	m
Lastausbreitung in Lastrich	$l_{LA,x}$ =	2,17	m
Lastausbreitung quer	$l_{LA,y}$ =	3,14	m
Lastausbreitungsfläche	A_{LA} =	6,82	m^2

Lasten im Lastausbreitungsbereich

Ständig: SOLL	G_{SOLL} =	163,6	kN
Ständig: IST	G_{IST} =	175,5	kN
Veränderlich: SOLL	Q_{SOLL} =	68,2	kN
Veränderlich: IST	Q_{IST} =	54,0	kN
charakterist.: SOLL	$(G+W)_{SOLL,k}$=	231,8	kN
charakterist.: IST	$(G+W)_{IST,k}$=	229,6	kN
Ausnutzung	h_k =	0,99	
design: SOLL	$(G+W)_{SOLL,d}$=	323,1	kN
design: IST	$(G+W)_{IST,d}$=	318,1	kN
Ausnutzung	h_d =	0,98	

Einzelfundamente der Lärmschutzwand (Pfosten 2)

Wandgeometrie

Pfostenabstand	a =	4,00	m
Wandhöhe	h_W =	2,50	m
Streifen mit red. Nutzlast	d_W =	0,90	m

Fundamentgeometrie

Breite in Lastrichtung	b_x =	1,65	m
Breite quer	b_y =	1,65	m
Fundamenthöhe	h_F =	0,70	m
Einbindetiefe	h_E =	0,95	m
Tunnelüberschüttung	h_B =	1,20	m

Wichten / Gewichte

Wichte Beton	g_{Bet} =	25,00	kN/m³
Wichte Boden	g_{Bo} =	20,00	kN/m³
Gewicht Pfosten HEA160	g_T =	0,30	kN/m
Gewicht Wandelemente	g_W =	0,40	kN/m²

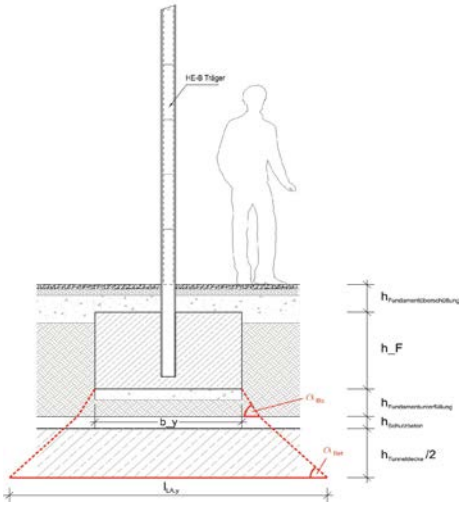
Eigengewicht Konstruktion

Fundamentgew.	G_F =	47,6	kN
Bodengew.	G_B =	0,0	kN
Pfostengew.	G_P =	2,6	kN
Wandgew.	G_W =	4,0	kN
Summe	**S**G =	54,2	kN

Windlasten

Differenzhöhe	$z_e \leq$	7,00	m
Windlastzone		II Binnenland	
Wandabschnitt A	w =	2,0	kN/m²
	H_k =	5,0	kN/m²
	b_A =	0,8	m
Wandabschnitt B	w =	1,2	kN/m²
	H_k =	3,1	kN/m²
	b_B =	4,3	m
Wandabschnitt C	w =	1,0	kN/m²
	H_k =	2,5	kN/m²
	b_C =	5,0	m
Wandabschnitt D	w =	0,7	kN/m²
	H_k =	1,8	kN/m²

Schnitt A-A'



Windeinwirkung nach ARS 05/2012

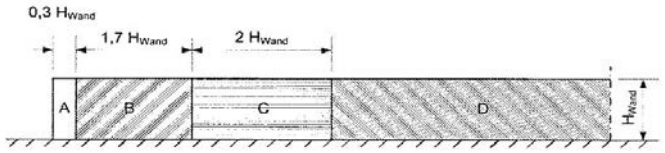


Tabelle 2.1: Windeinwirkungen w in kN/m² für Lärmschutzwände außerhalb von Brücken

Windeinwirkungen w in kN/m²							
Windzone		Zone A mit $c_{p,net}$ = 3,4			Zone B mit $c_{p,net}$ = 2,1		
		$z_e \leq 7m$	$7m < z_e \leq 20m$	$20m < z_e \leq 50m$	$z_e \leq 7m$	$7m < z_e \leq 20m$	$20m < z_e \leq 50m$
1	Binnenland	1,63	2,39	3,36	1,01	1,48	2,07
2		1,99	2,91	4,09	1,23	1,80	2,53
3		2,40	3,51	4,93	1,48	2,17	3,04
4		2,86	4,18	5,87	1,76	2,58	3,63
		$z_e \leq 4m$	$4m < z_e \leq 20m$	$20m < z_e \leq 50m$	$z_e \leq 4m$	$4m < z_e \leq 20m$	$20m < z_e \leq 50m$
2	in küstennahen Gebieten	2,39	3,68	4,71	1,47	2,27	2,91
3		2,88	4,43	5,68	1,78	2,74	3,51
4		3,43	5,28	6,76	2,12	3,26	4,18
Windzone		Zone C mit $c_{p,net}$ = 1,7			Zone D mit $c_{p,net}$ = 1,2		
		$z_e \leq 7m$	$7m < z_e \leq 20m$	$20m < z_e \leq 50m$	$z_e \leq 7m$	$7m < z_e \leq 20m$	$20m < z_e \leq 50m$
1	Binnenland	0,82	1,20	1,68	0,58	0,84	1,18
2		0,99	1,46	2,04	0,70	1,03	1,44
3		1,20	1,76	2,46	0,85	1,24	1,74
4		1,43	2,09	2,94	1,01	1,48	2,07
		$z_e \leq 4m$	$4m < z_e \leq 20m$	$20m < z_e \leq 50m$	$z_e \leq 4m$	$4m < z_e \leq 20m$	$20m < z_e \leq 50m$
2	in küstennahen Gebieten	1,19	1,84	2,35	0,84	1,30	1,66
3		1,44	2,22	2,84	1,02	1,56	2,00
4		1,71	2,64	3,38	1,21	1,86	2,39

Anmerkung: Die Differenzhöhe z_e bezieht sich auf die Oberkante der Lärmschutzwand und die jeweilige Bezugsunterkante. Bei Zwischenwerten kann geradlinig interpoliert werden.

Pfosten		2					
Einzugsbreite A	b_A =	0,00	m	$H_{A,k}$ =	0,00 kN	$M_{A,k}$ =	0,00 kNm
Einzugsbreite B	b_B =	3,00	m	$H_{B,k}$ =	9,23 kN	$M_{B,k}$ =	20,30 kNm
Einzugsbreite C	b_C =	1,00	m	$H_{C,k}$ =	2,48 kN	$M_{C,k}$ =	5,45 kNm
Einzugsbreite D	b_D =	0,00	m	$H_{D,k}$ =	0,00 kN	$M_{D,k}$ =	0,00 kNm
	Sb =	4,00	m	**S**H_k =	11,70 kN	**S**M_k =	25,74 kNm

Nachweis der Kerweite

M_k / G_k	e =	0,47	m
b/3	e_{max} =	0,55	m
e/e_{max}	**h** =	0,86	-

Kippen um Außenkante (EQU)

g G,stab =	0,9	M_{stab} =	40,3	
g Q =	1,5	M_{dest} =	38,6	
M_{dstb} / M_{stab}	**h** =	0,96	-	

Lastausbreitung

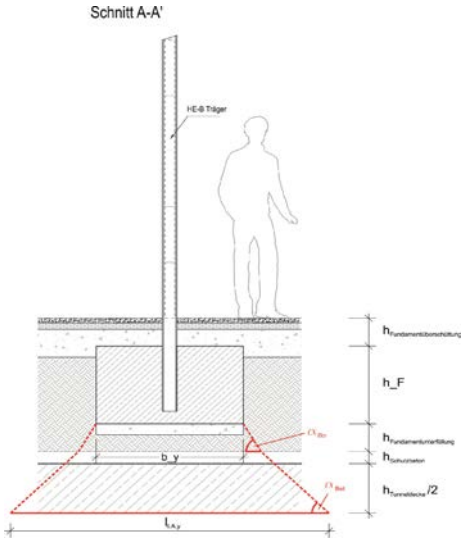
Lastausbreitung Boden	a_{Bo} =	60,0	°
Lastausbreitung Beton	a_{Bet} =	45,0	°
Höhe Schutzbeton	$h_{Schutzbet.}$ =	0,10	m
Höhe Tunneldecke	$h_{Tunneldecke}$ =	1,20	m
Lastausbreitung in Lastricht	$l_{LA,x}$ =	2,24	m
Lastausbreitung quer	$l_{LA,y}$ =	3,34	m
Lastausbreitungsfläche	A_{LA} =	7,47	m^2

Lasten im Lastausbreitungsbereich

Ständig: SOLL	G_{SOLL} =	179,4	kN
Ständig: IST	G_{IST} =	195,5	kN
Veränderlich: SOLL	Q_{SOLL} =	74,7	kN
Veränderlich: IST	Q_{IST} =	59,7	kN
charakterist.: SOLL	$(G+W)_{SOLL,k}$=	254,1	kN
charakterist.: IST	$(G+W)_{IST,k}$=	255,2	kN
Ausnutzung	h_k =	1,00	
design: SOLL	$(G+W)_{SOLL,d}$=	354,3	kN
design: IST	$(G+W)_{IST,d}$=	353,5	kN
Ausnutzung	h_d =	1,00	

Einzelfundamente der Lärmschutzwand (Pfosten 3)

Wandgeometrie			
Pfostenabstand	a =	4,00	m
Wandhöhe	h_W =	2,50	m
Streifen mit red. Nutzlast	d_W =	0,90	m
Fundamentgeometrie			
Breite in Lastrichtung	b_x =	1,55	m
Breite quer	b_y =	1,55	m
Fundamenthöhe	h_F =	0,70	m
Einbindetiefe	h_E =	0,95	m
Tunnelüberschüttung	h_B =	1,20	m
Wichten / Gewichte			
Wichte Beton	g_{Bet} =	25,00	kN/m³
Wichte Boden	g_{Bo} =	20,00	kN/m³
Gewicht Pfosten HEA160	g_T =	0,30	kN/m
Gewicht Wandelemente	g_W =	0,40	kN/m²
Eigengewicht Konstruktion			
Fundamentgew.	G_F =	42,0	kN
Bodengew.	G_B =	0,0	kN
Pfostengew.	G_P =	2,6	kN
Wandgew.	G_W =	4,0	kN
Summe	**S**G =	48,6	kN
Windlasten			
Differenzhöhe	$z_e \leq$	7,00	m
Windlastzone		II Binnenland	
Wandabschnitt A	w =	1,99	kN/m²
	H_k =	5,0	kN/m²
	b_A =	0,75	m
Wandabschnitt B	w =	1,23	kN/m²
	H_k =	3,1	kN/m²
	b_B =	4,25	m
Wandabschnitt C	w =	0,99	kN/m²
	H_k =	2,5	kN/m²
	b_C =	5,0	m
Wandabschnitt D	w =	0,70	kN/m²
	H_k =	1,8	kN/m²



Windeinwirkung nach ARS 05/2012

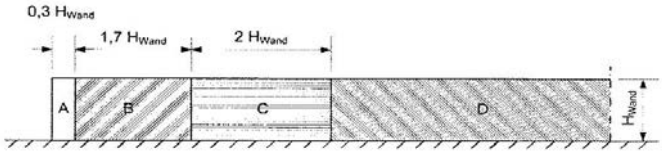


Tabelle 2.1: Windeinwirkungen w in kN/m² für Lärmschutzwände außerhalb von Brücken

Windeinwirkungen w in kN/m²							
Windzone		Zone A mit $c_{p,net}$ = 3,4			Zone B mit $c_{p,net}$ = 2,1		
		$z_e \leq$ 7m	7m < $z_e \leq$ 20m	20m < $z_e \leq$ 50m	$z_e \leq$ 7m	7m < $z_e \leq$ 20m	20m < $z_e \leq$ 50m
1	Binnenland	1,63	2,39	3,36	1,01	1,48	2,07
2		1,99	2,91	4,09	1,23	1,80	2,53
3		2,40	3,51	4,93	1,48	2,17	3,04
4		2,86	4,18	5,87	1,76	2,58	3,63
		$z_e \leq$ 4m	4m < $z_e \leq$ 20m	20m < $z_e \leq$ 50m	$z_e \leq$ 4m	4m < $z_e \leq$ 20m	20m < $z_e \leq$ 50m
2	in küstennahen Gebieten	2,39	3,68	4,71	1,47	2,27	2,91
3		2,88	4,43	5,68	1,78	2,74	3,51
4		3,43	5,28	6,76	2,12	3,26	4,18
Windzone		Zone C mit $c_{p,net}$ = 1,7			Zone D mit $c_{p,net}$ = 1,2		
		$z_e \leq$ 7m	7m < $z_e \leq$ 20m	20m < $z_e \leq$ 50m	$z_e \leq$ 7m	7m < $z_e \leq$ 20m	20m < $z_e \leq$ 50m
1	Binnenland	0,62	1,20	1,68	0,58	0,84	1,18
2		0,99	1,46	2,04	0,70	1,03	1,44
3		1,20	1,76	2,46	0,85	1,24	1,74
4		1,43	2,09	2,94	1,01	1,48	2,07
		$z_e \leq$ 4m	4m < $z_e \leq$ 20m	20m < $z_e \leq$ 50m	$z_e \leq$ 4m	4m < $z_e \leq$ 20m	20m < $z_e \leq$ 50m
2	in küstennahen Gebieten	1,19	1,84	2,35	0,84	1,30	1,66
3		1,44	2,22	2,84	1,02	1,56	2,00
4		1,71	2,64	3,38	1,21	1,86	2,39

Anmerkung: Die Differenzhöhe z_e bezieht sich auf die Oberkante der Lärmschutzwand und die jeweilige Bezugsunterkante. Bei Zwischenwerten kann geradlinig interpoliert werden.

Pfosten		3					
Einzugsbreite A	b_A =	0,00	m	$H_{A,k}$ =	0,00	kN	$M_{A,k}$ = 0,00 kNm
Einzugsbreite B	b_B =	0,00	m	$H_{B,k}$ =	0,00	kN	$M_{B,k}$ = 0,00 kNm
Einzugsbreite C	b_C =	4,00	m	$H_{C,k}$ =	9,90	kN	$M_{C,k}$ = 21,78 kNm
Einzugsbreite D	b_D =	0,00	m	$H_{D,k}$ =	0,00	kN	$M_{D,k}$ = 0,00 kNm
	Sb =	4,00	m	**S**H_k =	9,90	kN	**S**M_k = 21,78 kNm

Nachweis der Kerweite			
M_k / G_k	e =	0,44798	m
b/3	e_{max} =	0,51667	m
e/e_{max}	**h** =	0,86705	-

Kippen um Außenkante (EQU)			
g G,stab =	0,9	M_{stab} =	33,9
g Q =	1,5	M_{dest} =	32,7
M_{dstb} / M_{stab}	**h** =	0,96	-

Lastausbreitung

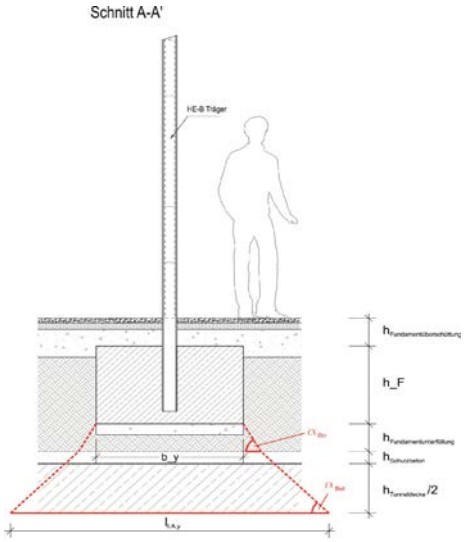
Lastausbreitung Boden	a_{Bo} =	60,0	°
Lastausbreitung Beton	a_{Bet} =	45,0	°
Höhe Schutzbeton	$h_{Schutzbet.}$ =	0,10	m
Höhe Tunneldecke	$h_{Tunneldecke}$ =	1,20	m
Lastausbreitung in Lastrich	$l_{LA,x}$ =	2,21	m
Lastausbreitung quer	$l_{LA,y}$ =	3,24	m
Lastausbreitungsfläche	A_{LA} =	7,14	m^2

Lasten im Lastausbreitungsbereich

Ständig: SOLL	G_{SOLL} =	171,4	kN
Ständig: IST	G_{IST} =	186,4	kN
Veränderlich: SOLL	Q_{SOLL} =	71,4	kN
Veränderlich: IST	Q_{IST} =	56,8	kN
charakterist.: SOLL	$(G+W)_{SOLL,k}$=	242,8	kN
charakterist.: IST	$(G+W)_{IST,k}$=	243,3	kN
Ausnutzung	h_k =	1,00	
design: SOLL	$(G+W)_{SOLL,d}$=	338,5	kN
design: IST	$(G+W)_{IST,d}$=	336,9	kN
Ausnutzung	h_d =	1,00	

Einzelfundamente der Lärmschutzwand (Pfosten 4)

Wandgeometrie			
Pfostenabstand	a =	4,00	m
Wandhöhe	h_W =	2,50	m
Streifen mit red. Nutzlast	d_W =	0,90	m
Fundamentgeometrie			
Breite in Lastrichtung	b_x =	1,35	m
Breite quer	b_y =	1,35	m
Fundamenthöhe	h_F =	0,70	m
Einbindetiefe	h_E =	0,95	m
Tunnelüberschüttung	h_B =	1,20	m
Wichten / Gewichte			
Wichte Beton	g_{Bet} =	25,00	kN/m³
Wichte Boden	g_{Bo} =	20,00	kN/m³
Gewicht Pfosten HEA160	g_T =	0,30	kN/m
Gewicht Wandelemente	g_W =	0,40	kN/m²
Eigengewicht Konstruktion			
Fundamentgew.	G_F =	31,9	kN
Bodengew.	G_B =	0,0	kN
Pfostengew.	G_P =	2,6	kN
Wandgew.	G_W =	4,0	kN
Summe	**S**G =	38,5	kN
Windlasten			
Differenzhöhe	$z_e \leq$	7,00	m
Windlastzone		II Binnenland	
Wandabschnitt A	w =	1,99	kN/m²
	H_k =	5,0	kN/m²
	b_A =	0,75	m
Wandabschnitt B	w =	1,23	kN/m²
	H_k =	3,1	kN/m²
	b_B =	4,25	m
Wandabschnitt C	w =	0,99	kN/m²
	H_k =	2,5	kN/m²
	b_C =	5,0	m
Wandabschnitt D	w =	0,70	kN/m²
	H_k =	1,8	kN/m²



Windeinwirkung nach ARS 05/2012

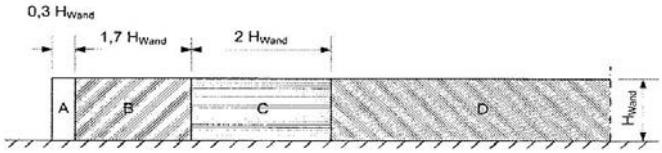


Tabelle 2.1: Windeinwirkungen w in kN/m² für Lärmschutzwände außerhalb von Brücken

Windzone		Zone A mit $c_{p,net}$ = 3,4			Zone B mit $c_{p,net}$ = 2,1		
		$z_e \leq 7m$	$7m < z_e \leq 20m$	$20m < z_e \leq 50m$	$z_e \leq 7m$	$7m < z_e \leq 20m$	$20m < z_e \leq 50m$
1	Binnenland	1,63	2,39	3,36	1,01	1,48	2,07
2		1,99	2,91	4,09	1,23	1,80	2,53
3		2,40	3,51	4,93	1,48	2,17	3,04
4		2,86	4,18	5,87	1,76	2,58	3,63
		$z_e \leq 4m$	$4m < z_e \leq 20m$	$20m < z_e \leq 50m$	$z_e \leq 4m$	$4m < z_e \leq 20m$	$20m < z_e \leq 50m$
2	in küstennahen Gebieten	2,39	3,68	4,71	1,47	2,27	2,91
3		2,88	4,43	5,68	1,78	2,74	3,51
4		3,43	5,28	6,76	2,12	3,26	4,18
Windzone		Zone C mit $c_{p,net}$ = 1,7			Zone D mit $c_{p,net}$ = 1,2		
		$z_e \leq 7m$	$7m < z_e \leq 20m$	$20m < z_e \leq 50m$	$z_e \leq 7m$	$7m < z_e \leq 20m$	$20m < z_e \leq 50m$
1	Binnenland	0,62	1,20	1,68	0,58	0,84	1,18
2		0,99	1,46	2,04	0,70	1,03	1,44
3		1,20	1,76	2,46	0,85	1,24	1,74
4		1,43	2,09	2,94	1,01	1,48	2,07
		$z_e \leq 4m$	$4m < z_e \leq 20m$	$20m < z_e \leq 50m$	$z_e \leq 4m$	$4m < z_e \leq 20m$	$20m < z_e \leq 50m$
2	in küstennahen Gebieten	1,19	1,84	2,35	0,84	1,30	1,66
3		1,44	2,22	2,84	1,02	1,56	2,00
4		1,71	2,64	3,38	1,21	1,86	2,39

Anmerkung: Die Differenzhöhe z_e bezieht sich auf die Oberkante der Lärmschutzwand und die jeweilige Bezugsunterkante. Bei Zwischenwerten kann geradlinig interpoliert werden.

Pfosten		4					
Einzugsbreite A	b_A =	0,00	m	$H_{A,k}$ =	0,00 kN	$M_{A,k}$ =	0,00 kNm
Einzugsbreite B	b_B =	0,00	m	$H_{B,k}$ =	0,00 kN	$M_{B,k}$ =	0,00 kNm
Einzugsbreite C	b_C =	0,00	m	$H_{C,k}$ =	0,00 kN	$M_{C,k}$ =	0,00 kNm
Einzugsbreite D	b_D =	4,00	m	$H_{D,k}$ =	7,00 kN	$M_{D,k}$ =	15,40 kNm
	Sb =	4,00	m	**S**H_k =	7,00 kN	**S**M_k =	15,40 kNm

Nachweis der Kerweite			
M_k / G_k	e =	0,400	m
b/3	e_{max} =	0,450	m
e/e_{max}	**h** =	0,89	-

Kippen um Außenkante (EQU)			
g G,stab =	0,9		
g Q =	1,5		
M_{dstb} / M_{stab}	**h** =	0,99	-

M_{stab} =	23,4		
M_{dest} =	23,1		

Lastausbreitung

Lastausbreitung Boden	a_{Bo} =	60,0	°
Lastausbreitung Beton	a_{Bet} =	45,0	°
Höhe Schutzbeton	$h_{Schutzbet.}$ =	0,10	m
Höhe Tunneldecke	$h_{Tunneldecke}$ =	1,20	m
Lastausbreitung in Lastrich	$l_{LA,x}$ =	2,14	m
Lastausbreitung quer	$l_{LA,y}$ =	3,04	m
Lastausbreitungsfläche	A_{LA} =	6,50	m^2

Lasten im Lastausbreitungsbereich

Ständig: SOLL	G_{SOLL} =	156,0	kN
Ständig: IST	G_{IST} =	168,9	kN
Veränderlich: SOLL	Q_{SOLL} =	65,0	kN
Veränderlich: IST	Q_{IST} =	51,3	kN
charakterist.: SOLL	$(G+W)_{SOLL,k}$=	221,0	kN
charakterist.: IST	$(G+W)_{IST,k}$=	220,2	kN
Ausnutzung	h_k =	1,00	
design: SOLL	$(G+W)_{SOLL,d}$=	308,0	kN
design: IST	$(G+W)_{IST,d}$=	305,0	kN
Ausnutzung	h_d =	0,99	

Zusammenfassung			
Pfosten 1	h =	Fundament	[m]
NW Kernweite	0,83	Breite x	1,45
NW Kippen	0,93	Breite y	1,45
Lastausbreitung_d	0,98	Höhe	0,7
Pfosten 2	h =	Fundament	[m]
NW Kernweite	0,86	Breite x	1,65
NW Kippen	0,96	Breite y	1,65
Lastausbreitung_d	1,00	Höhe	0,7
Pfosten 3	h =	Fundament	[m]
NW Kernweite	0,87	Breite x	1,55
NW Kippen	0,96	Breite y	1,55
Lastausbreitung_d	1,00	Höhe	0,7
Pfosten 4	h =	Fundament	[m]
NW Kernweite	0,89	Breite x	1,35
NW Kippen	0,99	Breite y	1,35
Lastausbreitung_d	0,99	Höhe	0,7

Um die erhöhten Lasten aus dem Eigengewicht des Fundaments gegenüber dem Gewicht des Bodens auszugleichen ist eine Reduzierung der angesetzten Flächenlast erforderlich:

1) Reduzierte Flächenlast von q = 0,0 kN/m² auf einem Streifen von 0,40 m Gesamtbreite (jeweils 0,20 m je Wandseite) oder
2) Reduzierte Flächenlast von q = 3,0 kN/m² auf einem Streifen von 0,70 m Gesamtbreite (jeweils 0,35 m je Wandseite) oder
3) Reduzierte Flächenlast von q = 5,0 kN/m² auf einem Streifen von 0,90 m Gesamtbreite (jeweils 0,45 m je Wandseite) oder

Aufbau

Höhe SOLL	h_{SOLL} =	1,20	m
Höhe vorh.	h_{vorh} =	1,20	m
max Höhe Boden	$h_{Bod,max}$ =	1,20	m
gew. Höhe Boden	h_{Bod} =	1,20	m
min Höhe LBS	$h_{LBS,min}$ =	0,00	m
gew. Höhe LBS	h_{LBS} =	0,00	m
Wichte Boden	g_{Bod} =	20,00	kN/m³
Wichte LBS	g_{LBS} =	7,00	kN/m³
Wichte Substrat	g_{Sub} =	20,00	kN/m³
Wichte Wasser	g_{W} =	10,00	kN/m³
Bodengew.: SOLL	g_{SOLL} =	24,0	kN/m²
Bodengew.: IST	g_{IST} =	24,0	kN/m²
Ausnutzung	h_{g} =	1,00	

Auftrieb

Aufstau	h_W =	1,20	m
Gewicht unter Auftrieb	$G_{stab,d}$ =	22,80	kN/m²
Auftrieb	$G_{dstb,d}$ =	12,60	kN/m²
Ausnutzung	$h_{A,d}$ =	0,55	

Baum

Volumen Substrat	V_{Sub} =	12,21	m³
Durchmesser Baum	d_{B} =	0,40	m³
Durchmesser Substrat	d_{Sub} =	3,60	m
Fläche Substrat	A_{Sub} =	10,18	m²
Durchmesser Krone	d_{BK} =	8,50	m
Fläche Krone	A_{BK} =	56,75	m²
Gewicht	g_{Baum} =	1,20	kN/m²
	G_{Baum} =	68,1	kN
Gewicht Substrat	G_{Subst} =	244,3	kN

Lastausbreitung

im Beton	$d_{LA,1}$ =	1,40	m
im Substrat	$d_{LA,2}$ =	2,80	m
Zusatzbreite	$d_{LA,3}$ =	0,00	m
Gesamt	d_{LA} =	4,20	m
Lastausbreitungsfläche	A_{LA} =	13,85	m²
abzgl. Substratfläche	A_{LA} =	3,68	m²

Lasten im Lasrausbreitungsbereich

Ständig:SOLL	G_{SOLL} =	332,5	kN
Ständig:IST	G_{IST} =	400,6	kN
Veränderlich: SOLL	Q_{SOLL} =	138,5	kN
Veränderlich: IST	Q_{IST} =	69,3	kN
charakterist.: SOLL	$(G+W)_{SOLL,k}$=	471,1	kN
charakterist.: IST	$(G+W)_{IST,k}$=	469,9	kN
Ausnutzung	h_{k} =	1,00	
design: SOLL	$(G+W)_{SOLL,d}$=	656,7	kN
design: IST	$(G+W)_{IST,d}$=	644,7	kN
Ausnutzung	h_{d} =	0,98	

Aufbau

Höhe SOLL	h_{SOLL} =	1,20	m
Höhe vorh.	h_{vorh} =	1,50	m
max Höhe Boden	$h_{Bod,max}$ =	1,04	m
gew. Höhe Boden	h_{Bod} =	0,60	m
min Höhe LBS	$h_{LBS,min}$ =	0,46	m
gew. Höhe LBS	h_{LBS} =	0,90	m
Wichte Boden	g_{Bod} =	20,00	kN/m³
Wichte LBS	g_{LBS} =	7,00	kN/m³
Wichte Substrat	g_{Sub} =	20,00	kN/m³
Wichte Wasser	g_{W} =	10,00	kN/m³
Bodengew.: SOLL	g_{SOLL} =	24,0	kN/m²
Bodengew.: IST	g_{IST} =	18,3	kN/m²
Ausnutzung	h_{g} =	0,76	

Auftrieb

Aufstau	h_W =	1,50	m
Gewicht unter Auftrieb	$G_{stab,d}$ =	17,39	kN/m²
Auftrieb	$G_{dstb,d}$ =	15,75	kN/m²
Ausnutzung	$h_{A,d}$ =	0,91	

Baum

Volumen Substrat	V_{Sub} =	15,27	m³
Durchmesser Baum	d_{B} =	0,40	m³
Durchmesser Substrat	d_{Sub} =	3,60	m
Fläche Substrat	A_{Sub} =	10,18	m²
Durchmesser Krone	d_{BK} =	8,50	m
Fläche Krone	A_{BK} =	56,75	m²
Gewicht	g_{Baum} =	1,20	kN/m²
	G_{Baum} =	68,1	kN
Gewicht Substrat	G_{Subst} =	305,4	kN

Lastausbreitung

im Beton	$d_{LA,1}$ =	1,40	m
im Substrat	$d_{LA,2}$ =	3,40	m
Zusatzbreite	$d_{LA,3}$ =	0,80	m
Gesamt	d_{LA} =	5,60	m
Lastausbreitungsfläche	A_{LA} =	24,63	m²
abzgl. Substratfläche	A_{LA} =	14,45	m²

Lasten im Lasrausbreitungsbereich

Ständig:SOLL	G_{SOLL} =	591,1	kN
Ständig:IST	G_{IST} =	637,9	kN
Veränderlich: SOLL	Q_{SOLL} =	246,3	kN
Veränderlich: IST	Q_{IST} =	123,2	kN
charakterist.: SOLL	$(G+W)_{SOLL,k}$=	837,4	kN
charakterist.: IST	$(G+W)_{IST,k}$=	761,1	kN
Ausnutzung	h_{k} =	0,91	
design: SOLL	$(G+W)_{SOLL,d}$=	1167,5	kN
design: IST	$(G+W)_{IST,d}$=	1045,9	kN
Ausnutzung	h_{d} =	0,90	

Aufbau

Höhe SOLL	h_{SOLL} =	1,20	m
Höhe vorh.	h_{vorh} =	1,75	m
max Höhe Boden	$h_{Bod,max}$ =	0,90	m
gew. Höhe Boden	h_{Bod} =	0,60	m
min Höhe LBS	$h_{LBS,min}$ =	0,85	m
gew. Höhe LBS	h_{LBS} =	1,15	m
Wichte Boden	g_{Bod} =	20,00	kN/m³
Wichte LBS	g_{LBS} =	7,00	kN/m³
Wichte Substrat	g_{Sub} =	20,00	kN/m³
Wichte Wasser	g_{W} =	10,00	kN/m³
Bodengew.: SOLL	g_{SOLL} =	24,0	kN/m²
Bodengew.: IST	g_{IST} =	20,1	kN/m²
Ausnutzung	h_{g} =	0,84	

Auftrieb

Aufstau	h_W =	1,75	m
Gewicht unter Auftrieb	$G_{stab,d}$ =	19,05	kN/m²
Auftrieb	$G_{dstb,d}$ =	18,38	kN/m²
Ausnutzung	$h_{A,d}$ =	0,96	

Baum

Volumen Substrat	V_{Sub} =	17,81	m³
Durchmesser Baum	d_{B} =	0,40	m³
Durchmesser Substrat	d_{Sub} =	3,60	m
Fläche Substrat	A_{Sub} =	10,18	m²
Durchmesser Krone	d_{BK} =	8,50	m
Fläche Krone	A_{BK} =	56,75	m²
Gewicht	g_{Baum} =	1,20	kN/m²
	G_{Baum} =	68,1	kN
Gewicht Substrat	G_{Subst} =	356,257	kN

Lastausbreitung

im Beton	$d_{LA,1}$ =	1,40	m
im Substrat	$d_{LA,2}$ =	3,60	m
Zusatzbreite	$d_{LA,3}$ =	0,60	m
Gesamt	d_{LA} =	5,60	m
Lastausbreitungsfläche	A_{LA} =	24,63	m²
abzgl. Substratfläche	A_{LA} =	14,45	m²

Lasten im Lasrausbreitungsbereich

Ständig:SOLL	G_{SOLL} =	591,1	kN
Ständig:IST	G_{IST} =	714,1	kN
Veränderlich: SOLL	Q_{SOLL} =	246,3	kN
Veränderlich: IST	Q_{IST} =	123,2	kN
charakterist.: SOLL	$(G+W)_{SOLL,k}$=	837,4	kN
charakterist.: IST	$(G+W)_{IST,k}$=	837,3	kN
Ausnutzung	h_{k} =	1,00	
design: SOLL	$(G+W)_{SOLL,d}$=	1167,5	kN
design: IST	$(G+W)_{IST,d}$=	1148,8	kN
Ausnutzung	h_{d} =	0,98	

Aufbau

Höhe SOLL	h_{SOLL} =	1,20	m
Höhe vorh.	h_{vorh} =	2,00	m
max Höhe Boden	$h_{Bod,max}$ =	0,77	m
gew. Höhe Boden	h_{Bod} =	0,70	m
min Höhe LBS	$h_{LBS,min}$ =	1,23	m
gew. Höhe LBS	h_{LBS} =	1,30	m
Wichte Boden	g_{Bod} =	20,00	kN/m³
Wichte LBS	g_{LBS} =	7,00	kN/m³
Wichte Substrat	g_{Sub} =	20,00	kN/m³
Wichte Wasser	g_{W} =	10,00	kN/m³
Bodengew.: SOLL	g_{SOLL} =	24,0	kN/m²
Bodengew.: IST	g_{IST} =	23,1	kN/m²
Ausnutzung	h_{g} =	0,96	

Auftrieb

Aufstau	h_W =	2,00	m
Gewicht unter Auftrieb	$G_{stab,d}$ =	21,95	kN/m²
Auftrieb	$G_{dstb,d}$ =	21,00	kN/m²
Ausnutzung	$h_{A,d}$ =	0,96	

Baum

Volumen Substrat	V_{Sub} =	20,36	m³
Durchmesser Baum	d_{B} =	0,40	m³
Durchmesser Substrat	d_{Sub} =	3,60	m
Fläche Substrat	A_{Sub} =	10,18	m²
Durchmesser Krone	d_{BK} =	8,50	m
Fläche Krone	A_{BK} =	56,75	m²
Gewicht	g_{Baum} =	1,20	kN/m²
	G_{Baum} =	68,1	kN
Gewicht Substrat	G_{Subst} =	407,15	kN

Lastausbreitung

im Beton	$d_{LA,1}$ =	1,40	m
im Substrat	$d_{LA,2}$ =	3,60	m
Zusatzbreite	$d_{LA,3}$ =	2,60	m
Gesamt	d_{LA} =	7,60	m
Lastausbreitungsfläche	A_{LA} =	45,36	m²
abzgl. Substratfläche	A_{LA} =	35,19	m²

Lasten im Lasrausbreitungsbereich

Ständig:SOLL	G_{SOLL} =	1088,8	kN
Ständig:IST	G_{IST} =	1288,0	kN
Veränderlich: SOLL	Q_{SOLL} =	453,6	kN
Veränderlich: IST	Q_{IST} =	226,8	kN
charakterist.: SOLL	$(G+W)_{SOLL,k}$=	1542,4	kN
charakterist.: IST	$(G+W)_{IST,k}$=	1514,9	kN
Ausnutzung	h_{k} =	0,98	
design: SOLL	$(G+W)_{SOLL,d}$=	2150,3	kN
design: IST	$(G+W)_{IST,d}$=	2079,1	kN
Ausnutzung	h_{d} =	0,97	

Bodenaufbau					
Höhe Gesamtaufbau	[m]	1,20	1,50	1,75	2,00
Höhe Boden	[m]	1,20	1,04	0,90	0,77
Höhe Leichtbaustoffe	[m]	0,00	0,46	0,85	1,23
Baumsubstrat					
Durchmesser	[m]	3,60	3,60	3,60	3,60
Volumen	[m³]	12,21	15,27	17,81	20,36
Lastausbreitungsfläche					
Durchmesser	[m]	4,20	5,60	5,60	7,60
Höhe Boden	[m]	1,20	0,60	0,60	0,70
Höhe Leichtbaustoffe	[m]	0,00	0,90	1,15	1,30
Zusatzbreite	[m]	0,00	0,80	0,60	2,60
Ausnutzung					
Auftrieb	[-]	0,55	0,91	0,96	0,96
Lastvergleich	[-]	1,00	0,91	1,00	0,98