

Statisch-konstruktive Regelplanung Lärmschutz Straße und Brücke

Abt. Landesstraßen und Radwege
Stand: März 2026

Änderungsverzeichnis

6	UPDATE NORMENSTAND	01.03.2026	Ebenbichler
5	REDAKTIONELLE ERGÄNZUNGEN	01.01.2015	Ebenbichler
4	ENTFALL LSW AUF BETONLEITWAND, ÄNDERUNG DÜBEL AUF BRÜCKE, BANKETT	31.10.2014	Ebenbichler
3	ANPASSUNGEN AN NORMENSTAND, QUALITÄT DÜBEL, PLANKÖPFE UND -LISTE	21.02.2014	Ebenbichler
2	ERGÄNZUNGEN SONDERSTEHER, LEITWAND, BETONSOCKEL	01.01.2010	Ebenbichler
1	STAHLSORTE DÜBEL GEÄNDERT	16.06.2009	Ebenbichler
PLANÄNDERUNG		DATUM	BEARBEITET

Inhaltsverzeichnis

Änderungsverzeichnis	2
Inhaltsverzeichnis	3
1. Einleitung, Grundlagen (Gesetze, Normen, Richtlinien)	4
1.1. Richtlinien.....	4
1.2. Normen	4
2. Einwirkungen.....	5
3. Lärmschutzsteher.....	9
3.1. Berechnung.....	9
3.2. Regelausführung.....	9
3.3. Abmessungen.....	10
3.4. Sondersteher	10
4. Pfahlfundierungen	12
4.1. Berechnung.....	12
4.2. Ortbetonbohrpfähle	13
4.3. Stahlrammpfähle	16
5. Flachfundierungen.....	17
5.1. Berechnung.....	17
5.2. Abmessungen.....	17
6. Brücken	19
6.1. Regelausführung.....	19
6.2. Berechnung, Abmessungen	21
7. Betonsockelelemente.....	24
7.1. Regelausführung.....	24
7.2. Statische Berechnung, Ergebnisse	25
8. Zugehörige Pläne, Anlagen.....	26
Anlage 1: Programm zur Berechnung der Pfahllänge nach Vogt (ZTV-LSW).....	27

1. Einleitung, Grundlagen (Gesetze, Normen, Richtlinien)

Die Regelplanung umfasst die statisch-konstruktive Planung der tragenden Elemente von Lärmschutzwänden und zwar der Lärmschutzsteher, Pfahl- und Flachfundierungen, Abschlusselemente, Befestigung auf Brücken und der Betonsockelelemente. Nicht eingegangen wird auf die Auslegung der Lärmschutzelemente und Sonderkonstruktionen.

Für in Tirol typische Gegebenheiten hinsichtlich Böden, Querschnittsausbildung und Windlasten wird für den Einsatz auf Landesstraßen eine Regelplanung erstellt.

Für folgende Grundbedingungen wird die Regelstatik erstellt:

- Wandhöhen von 1,50 bis 4,00 m über Fahrbahnrand
- Steherabstand 5,0 m im Freiland, 2,5 m auf Brücken
- Nahezu senkrechte Steher (keine gekrümmten oder geknickten Steher)

1.1. Richtlinien

- [1] RVS, Hrsg von FSV, Österreichische Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr.
- [2] RVS 15.02.33 Lastannahmen und Hinweise für Lärmschutzwände auf Brücken, November 2013.
- [3] RVS 15.04.81 Lärmschutzwände auf Kunstbauten, Ausbildung und Dimensionierung, September 2017.
- [4] ZTV-LSW 2022, Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Ausführung von Lärmschutzwänden an Straßen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln, 2022.
- [5] Entwurfs- und Berechnungsgrundlagen für Gründungen und Stahlpfosten von Lärmschutzwänden und Überflughilfen an Straßen, M EBGs-Lsw, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln, Ausgabe 2018.

1.2. Normen

- [6] ÖNORM EN 1794-1, Lärmschutzeinrichtungen an Straßen – Nichtakustische Eigenschaften, Teil 1: Verfahren zur Bestimmung mechanischer Eigenschaften der Standsicherheit.
- [7] ÖNORM EN 1794-2, Lärmschutzeinrichtungen an Straßen – Nichtakustische Eigenschaften, Teil 2: Methoden zur Bestimmung der allgemeinen Sicherheits- und Umweltmerkmale
- [8] ÖNORM EN 1991-1-4: 2011 05 15, Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten (konsolidierte Fassung)
- [9] ÖNORM B 1991-1-4: 2023 04 01, Eurocode 1, Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1991-1-4 und nationale Ergänzungen
- [10] ÖNORM B 1993-1-4: 2021 02 15, Eurocode 3, Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten, Teil 1-4: Ergänzende Regeln zur Anwendung von nichtrostenden Stählen

2. Einwirkungen

Eigengewicht

Ergänzend zur ÖNORM EN 1991-1-1 gilt: Beim Konstruktionseigengewicht ist das Nassgewicht der einzelnen Elemente anzusetzen. Für die Bemessung der Steher und Fundierungen wird das jeweils ungünstige Eigengewicht der Elemente angesetzt, meist ist dies ein leichtes Lärmschutzelement, wie Aluminium- oder Holzelemente.

Wind

Für den Ansatz der Windlasten ist die ÖNORM B 1991-1-4 heranzuziehen.

Die Berechnung für die Windlast gemäß ÖNORM B 1991-1-4 ergibt folgende Werte:

Windlasten nach ÖN B1991-1-4						
Standort	Innsbruck, Tirol ausgenommen Obergurgl					
Basiswindgeschwindigkeit	$v_{b,0} =$	27,1	m/s			
Basisgeschwindigkeitsdruck	$q_{b,0} =$	0,46	kN/m ²			
Höhe über Gelände	$z =$	5	m	mind. 5 m		
	$c_e(z) =$	1,78		für Geländeform II		
Rauigkeitsbeiwert	$c_r^2(z) =$	0,81				
Turbulenzintensität	$I_v(z) =$	0,20				
Spitzengeschwindigkeitsdruck	$q_p(z) =$	0,82	kN/m ²	für Geländeform II		
mittlerer Geschwindigkeitsdruck	$q_m(z) =$	0,37	kN/m ²	für Geländeform II		
Strukturbeiwert	$c_s c_d =$	1,00		für $H < 15$ m		
freistehende Wände und $l > 10$ h	Höhe	4	m			
	Länge	40	m			
Gesamtdruckbeiwerte für freistehende Wände gem. 7.4.1						
Bereich A	$c_{p,net} =$	3,40		$w =$	2,78	kN/m ²
Bereich B	$c_{p,net} =$	2,10		$w =$	1,72	kN/m ²
Bereich C	$c_{p,net} =$	1,70		$w =$	1,39	kN/m ²
Bereich D	$c_{p,net} =$	1,20		$w =$	0,98	kN/m ²
Wandbereiche						
	im Bereich von	bis	Höhe Faktor	gew. Höhe		
	0,00	1,20	0,59	0,5	a	
	1,20	8,00	0,76	0,7	b	
	8,00	16,00	0,84	0,8	c	
	16,00	Rest	1,00	1,0	d	

Tabelle 1: Windlasten nach ÖN B1991-1-4

Als charakteristische Windlast ist für den Regelbereich der Lärmschutzwand $1,0 \text{ kN/m}^2$ anzusetzen. Die Endbereiche werden so abgestuft, dass bei gleicher Querschnittswahl wie im Regelbereich dieselben Beanspruchungen für Steher und Pfahl herauskommen. In Bild 1 ist dazu die erste Möglichkeit dargestellt, bei der die Feldlängen mit 5 m beibehalten und die Wandhöhe verringert wird. Dies ist nur zulässig, wenn die Lärmschutzelemente auf die erhöhten Winddrücke im Endbereich dimensioniert sind. Ist dies nicht der Fall, müssen auch die Steherabstände im Endbereich reduziert werden (Var. 2).

Endbereiche Variante 1

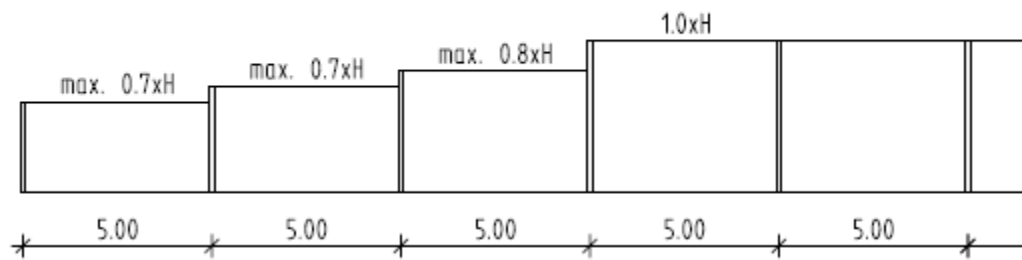


Bild 1: Abstufung der Wandhöhen in Endbereichen, Var 1

Endbereiche Variante 2

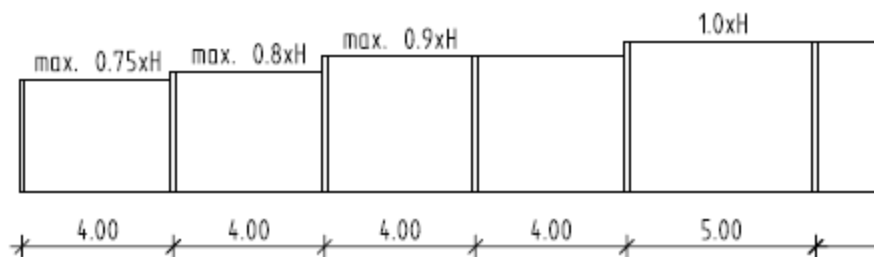


Bild 2: Abstufung der Wandhöhen und Steherabstände in Endbereichen, Var 2

Die oben angeführten Windeinwirkungen gelten unter folgenden Bedingungen:

- Standort Tirol, ausgenommen Obergurgl
- Höhe über Gelände maximal 5 m
- Wandlänge größer als die 10-fache Höhe
- Geländeform II, ist im Allgemeinen für Österreich anzusetzen, könnte im bebauten Raum abgemindert werden

Auf Brücken und Kunstbauten gilt die RVS 15.02.33, „Lastannahmen und Hinweise für Lärmschutzwände auf Brücken“, in der neben dem Normenvergleich auch Werte für Brücken in Analogie zu den Werten im Dammbereich angeführt werden.

Die Einwirkungen werden für den Bereich, der für Landesstraßen üblich ist, bestimmt.

Ein Wandende auf einer Brücke bringt Einwirkungen bis ca. $5,0 \text{ kN/m}^2$ mit sich. Daher wird empfohlen, Wandenden nicht auf Brücken anzuordnen, in der Regelplanung werden sie nicht erfasst.

Bei Brücken sind neben der Dimensionierung der Steher und Befestigung auch die Abtragung der Einwirkungen durch das Tragwerk, die Lager und den Unterbau zu überprüfen!

Windlasten nach RVS 15.02.33 für Brücken

Standort	Innsbruck, Tirol ausgenommen Obergurgl			
Basiswindgeschwindigkeit	$v_{b,0} =$	27,1	m/s	
Basisgeschwindigkeitsdruck	$q_{b,0} =$	0,46	kN/m ²	
Höhe über Gelände	$z =$	10	m	mind. 5 m
	$c_e(z) =$	2,10		für Geländeform II
Rauigkeitsbeiwert	$c_r^2(z) =$	1,00		
Turbulenzintensität	$I_v(z) =$	0,18		
Spitzengeschwindigkeitsdruck	$q_p(z) =$	0,97	kN/m ²	für Geländeform II
mittlerer Geschwindigkeitsdruck	$q_m(z) =$	0,46	kN/m ²	für Geländeform II
Strukturbeiwert	$C_s C_d =$	1,00		für $H < 10$ m
freistehende Wände und $l > 10 h$	Höhe	4	m	
	Länge	40	m	
Gesamtdruckbeiwerte für freistehende Wände gem. Tab. 2 der RVS				
aerodynamischer Beiwert	$C_{f,x} =$	1,30	für übliche Brücken [2]	
Bereich A	$C_{p,net} =$	2,80	$w =$	3,52 kN/m ²
Bereich B	$C_{p,net} =$	1,80	$w =$	2,26 kN/m ²
Bereich C	$C_{p,net} =$	1,40	$w =$	1,76 kN/m ²
Bereich D	$C_{p,net} =$	1,00	$w =$	1,26 kN/m ²

Tabelle 2: Windlasten nach ÖN B1991-1-4 bzw. RVS 15.02.33 für Brücken

Da in der Ermittlung des Winddrucks durch die Konstruktion der Brücke und die Höhe über dem Gelände beeinflusst wird, lässt sich keine generelle Regelung angeben.

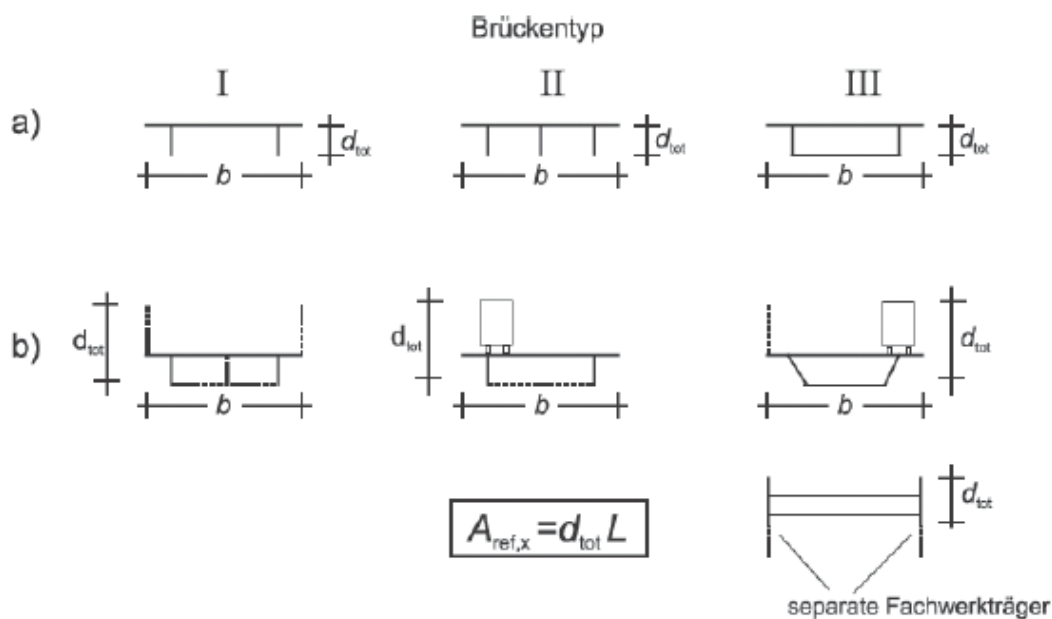


Bild 3: Brückentypen (aus [2]), a)...Bauzustand oder offenes Geländer, b)... mit Brüstung oder Lärmschutzwand oder Verkehr

Es wird daher in der nachfolgenden Tabelle für verschiedene Geometriewerte der Winddruck angegeben.

Der Faktor b/d_{tot} ist in Abhängigkeit vom Brückentyp nach Bild 3 zu ermitteln, für z ist der Abstand zwischen dem tiefsten Punkt des Geländes und der Mitte der Lärmschutzwandhöhe anzusetzen [2].

w [kN/m²]		b/d_{tot}						
		1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4 und größer
z	5,0	1,80	1,68	1,55	1,43	1,31	1,19	1,06
	7,5	1,98	1,85	1,71	1,58	1,44	1,31	1,17
	10,0	2,13	1,98	1,84	1,69	1,55	1,40	1,26
	12,5	2,24	2,09	1,93	1,78	1,63	1,48	1,32
	15,0	2,34	2,18	2,02	1,86	1,70	1,54	1,38
	20,0	2,51	2,34	2,17	2,00	1,83	1,65	1,48
	25,0	2,65	2,47	2,29	2,11	1,93	1,75	1,57
	30,0	2,77	2,58	2,39	2,20	2,01	1,83	1,64

Tabelle 3: Windlasten für Brücken in Abhängigkeit der Geometrie, Geländeform II

Der fettgedruckte Bereich, der einem Winddruck von $w < 2,0 \text{ kN/m}^2$ entspricht, wird von der Regelplanung abgedeckt. In den Plänen sind Steher und Befestigung für Werte des Winddrucks von 1,00, 1,25, 1,50, 1,75 und 2,00 kN/m^2 angegeben.

Erddruck

Der Erddruck aus der Hinterfüllung und den darauf wirkenden Nutzlasten wird mit dem Erdruchdruck berechnet. Der innere Reibungswinkel der Hinterfüllung wird mit 35° angesetzt (Straßendamm).

Verkehrslast

Die Verkehrslasten sind wie folgt anzusetzen:

Wenn sichergestellt ist, dass keine Verkehrslasten von der Straße auf die Hinterfüllung wirken können – starre Leiteinrichtung oder außerhalb des Verschiebe-/Verformungswegs (1 m) der Leiteinrichtung – sind 5 kN/m^2 anzusetzen (wurde in der Regelplanung berücksichtigt).

Wenn Verkehrslasten auf die Hinterfüllung der Betonsockel wirken können, sind sie nach Punkt 8.9 der ÖN EN 1991-2 für LM1 mit 25 kN/m^2 vertikale Flächenlast zu ermitteln (in Regelplanung NICHT berücksichtigt).

Dynamische Last in Folge Schneeräumung:

Für die dynamischen Lasten in Folge von Schneeräumung sind die Werte gemäß ÖNORM EN 1794-1, Anhang E heranzuziehen, wobei für die Bemessung der Elemente und Steher eine Pfluggeschwindigkeit von 50 km/h anzusetzen ist (Festlegung durch den Straßenerhalter). Bei Steherhöhen von $1,50 \text{ m}$ über der Fahrbahn wird 50% der o.a. Einwirkung angesetzt, bei $2,0 \text{ m}$ 75%, ab $2,5 \text{ m}$ 100%. Die Längsverteilung der Kräfte durch die Elemente wird mit einem Abminderungsfaktor von 0,90 bei 5 m Steherabstand und 0,80 bei $2,5 \text{ m}$ Steherabstand angesetzt.

Geländerfunktion

Beim Entfall des Geländers auf Brücken ist zusätzlich gem. RVS 15.04.82 folgendes anzusetzen: Es muss eine zugfeste Verbindung der LSW – Steher untereinander – min. Zugkraft 50 kN über die Dilatationen hinweg (1m über Fahrbahn) – gewährleistet werden.

Bei Übernahme der Geländerfunktion durch die Lärmschutzwand ist eine horizontale Einwirkung von 0,80 kN/lfm in 1 m Höhe über Fahrbahn gleichzeitig wirksam mit der Windlast anzusetzen.

Einwirkungskombinationen

Tragsicherheitsnachweis (ULS):

Für den Tragsicherheitsnachweis sind die Einwirkungen aus ständigen Lasten mit $\gamma_g = 1,35$ anzusetzen, veränderliche Einwirkung mit $\gamma_q = 1,50$. Für alle Überlagerungen gilt ein $\gamma_{ULS} = 1,00$.

Ausnahme: Einwirkungen aus Wind und dynamischer Last infolge von Schneeräumung sind nicht zu überlagern.

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (SLS):

Für die Verformungsnachweise sind die Einwirkungen aus Wind, Schneeräumung und Geländerdruck nicht zu überlagern ($\gamma_{SLS} = 0,00$).

Wind und Erddruck sind als gleichzeitig wirkend anzusetzen ($\gamma_{SLS} = 1,00$).

3. Lärmschutzsteher

3.1. Berechnung

Stahlbauteile sind nach ÖNORM EN 1993 bzw. ÖNORM B 1993 zu bemessen.

Die Bezugshöhe für die Steherauslenkung wird von der Fundament- oder Pfahloberkante aus gemessen.

Die elastische Auslenkung des Stehers am oberen Steherende wird unabhängig von der Fundierungsart mit $f_{1zul} = L_{Steh}/100$ begrenzt.

Als Stahlgüte ist für alle Steher und Laschen mindestens S235 JR erforderlich.

Die Steher werden auf das auftretende Biegemoment am Pfahlkopf mit einem Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_q = 1,50$ für alle Einwirkungen bemessen. Der Teilsicherheitsbeiwert auf Widerstandsseite wird mit $\gamma_m = 1,0$ gewählt (nach EN 1993-1-1).

Die Einwirkung durch Schneeräumung ist bei den Stehern im Dammbereich nicht maßgebend.

3.2. Regelausführung

In der Regel sind Profile HEA 160 und HEB 160 ausreichend, eine Verstärkung mit Laschen ist im Rahmen der Anwendung dieser Regelplanung nicht vorgesehen. Bei geringer beanspruchten Wänden werden auch Steher HEA-A 160 eingesetzt.

Am oberen Ende des Stehers ist eine Bohrung $d=20$ mm für die Hebevorgänge anzuordnen.

Der Korrosionsschutz ist nach System S6 (feuerverzinkt und beschichtet) gemäß RVS 15.05.11 herzustellen.

3.3. Abmessungen

Für die Stahlsteher ergeben sich damit im Dammbereich (maßgebend) folgende Beanspruchungen und Profile:

Wandhöhe [m]				Steher		
ü. FB	ab Pfahl-OK	Einschüttung einseitig [m]	MSd [kNm]	Profil	MRd [kNm]	$\beta=$
1,50	2,10	0,50	20,57	HEAA160	45,7	45%
2,00	2,60	0,50	29,38	HEAA160	45,7	64%
2,50	3,10	0,50	40,07	HEA160	58,8	68%
3,00	3,60	0,50	52,63	HEA160	58,8	90%
3,50	4,10	0,50	67,07	HEB160	85,0	79%
4,00	4,60	0,50	83,38	HEB160	85,0	98%

Tabelle 4: Steher im Dammbereich

Damit sind für alle Steher ausgenommen Brücken bei einer maximalen Einschüttung von 50 cm ab einer Wandhöhe von 3,50 m bis 4,00 m über der Fahrbahn HEB 160 Profile einzusetzen, bis 3,00 m können HEA 160 verwendet werden.

Für Brücken ergeben sich folgende Steherbeanspruchungen:

Wandhöhe [m]					Steher		
ü. FB	RB-Höhe	ab RB-OK	VSd [kN]	MSd [kNm]	Profil	MRd [kNm]	$\beta=$
1,50	0,15	1,35	10,13	8,10	HEAA160	45,7	18%
2,00	0,15	1,85	13,88	13,50	HEAA160	45,7	30%
2,50	0,15	2,35	17,63	20,71	HEAA160	45,7	45%
3,00	0,15	2,85	21,38	30,46	HEA160	58,8	52%
3,50	0,15	3,35	25,13	42,08	HEA160	58,8	72%
4,00	0,15	3,85	28,88	55,58	HEA160	58,8	95%

Tabelle 5: Steher auf Brücken, auf Randbalken montiert für Windlast $w=2,0 \text{ kN/m}^2$

Auf Brücken können bei Wandhöhen bis 4,00 m über der Fahrbahn Profile HEA 160 eingesetzt werden, wenn die Windlast maximal $w=2,0 \text{ kN/m}^2$ und der Steherabstand max. 2,50 m beträgt. Bis 2,50 m Höhe können auch Profile HEAA 160 verwendet werden.

3.4. Sondersteher

Die Sondersteher bei Abweichung der Flucht der Lärmschutzwand von mehr als 7° werden aus 2 U-Profilen zusammengeschweißt. Die Schweißung der Bleche hat mit durchgehenden Schweißnähten zu erfolgen.

Über dem Pfahlkopf muss für die Entwässerung des Hohlraums im Steher eine Entwässerungsbohrung angebracht werden.

Die Abstufung der Winkelsteher erfolgt in Schritten von 10° .

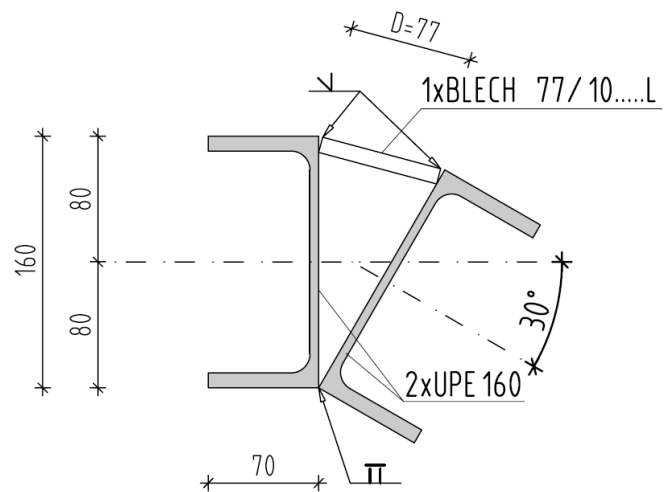


Bild 4: Sondersteher

4. Pfahlfundierungen

4.1. Berechnung

Der Bemessung der Pfahlfundierungen liegt das im Anhang 1 aufgelistete EDV-Programm zugrunde.

Die erdmechanische Theorie und die Formeln für die Berechnung sind in [5] angeführt.

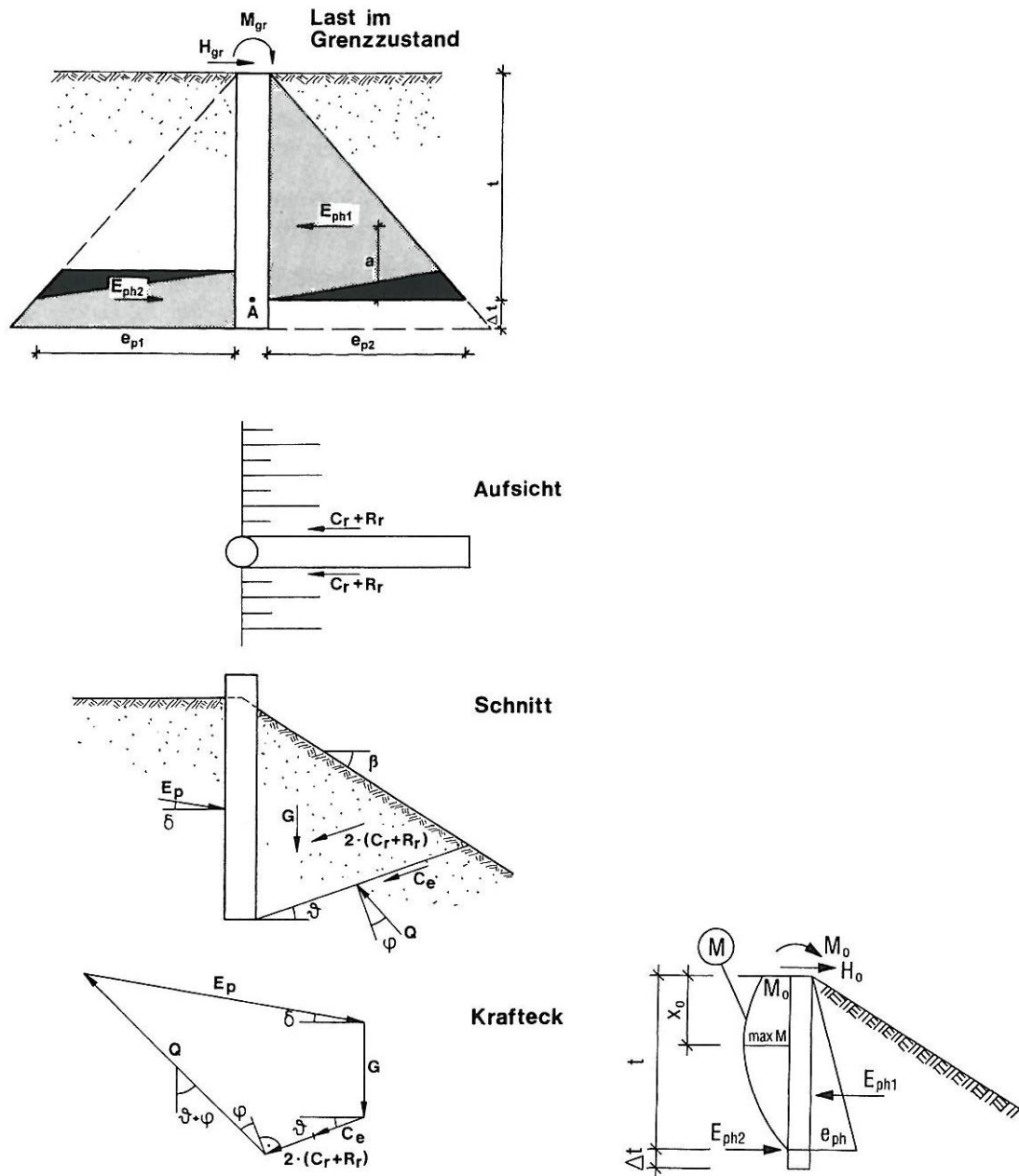


Bild 5: Ermittlung der Pfahllänge und Pfahlschnittgrößen für Pfähle in der Böschung [5]

4.2. Ortbetonbohrpfähle

Beton- und Stahlbetonteile sind nach ÖNORM EN 1992 bzw. ÖNORM B 1992 zu bemessen.

Regelausführung:

- Die Pfahlköpfe sind dachförmig mit ca. 5% Neigung abzuschrägen, damit das Niederschlagswasser von der Einspannstelle der Steher abfließen kann.
- Pfahlköpfe müssen für die Aufnahme der Beanspruchungen aus den Stehern die statisch erforderlichen Bewehrungen aufweisen. Die Steher sind nach dem flucht- und höhengerechten Ausrichten in Köcher, Pfahlköpfe oder Blockaussparungen einzubetonieren, wobei schwindarmer Beton (RS) oder Mörtel gleicher Güte zu verwenden ist.
- Die Ortbetonbohrpfähle sind bis zur Unterkante der Steher in der Betonsorte C25/30 BS TB 1 oder TB 2 auszuführen, darüber in der Betonsorte C25/30/B7.
- Die Bewehrung der Pfähle ist vor dem Betonieren in das verrohrte Bohrloch einzubringen.

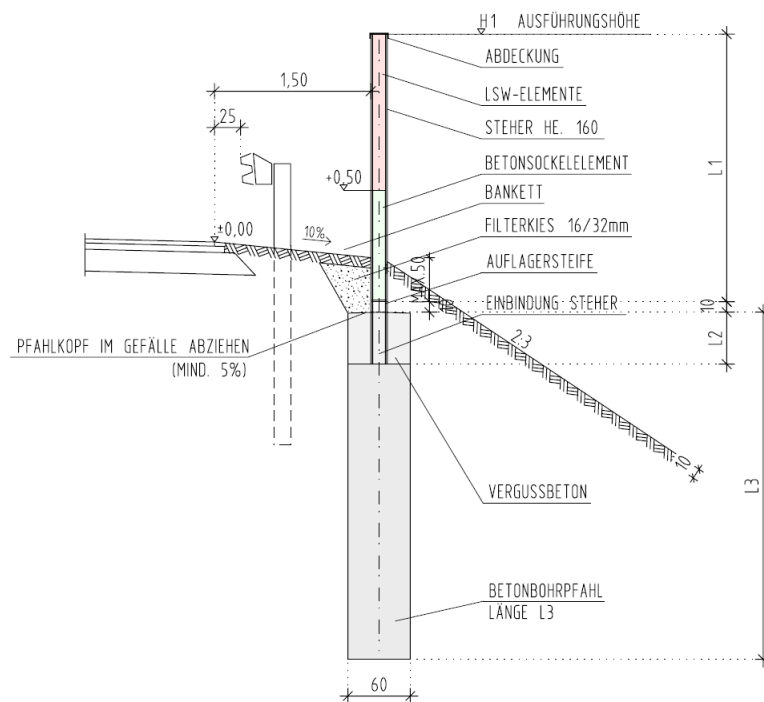


Bild 6: Regelausführung Bohrpfahl

Baustoffe

Ortbetonbohrpfähle:	C25/30 BS TB1 – im Wasser C25/30 BS TB2 – im Trockenen
Köcherbereich (Fundamentkopf):	C25/30/B7
Bewehrungsstahl:	B 550 B
Betondeckung:	7,0 cm

Die angeführte Berechnungsmethode ergibt folgende Pfahllängen:

Wandhöhe [m]		Einschüttung einseitig [m]	MSd [kNm]	Gelände 2:3		Pfahl
ü. FB	ab Pfahl-OK			Pfahllänge d=600 mm	gewählt	max MSd [kNm]
1,50	2,10	0,50	20,57	3,03	3,50	
2,00	2,60	0,50	29,38	3,25	3,50	
2,50	3,10	0,50	40,07	3,40	3,50	
3,00	3,60	0,50	52,63	3,65	4,00	
3,50	4,10	0,50	67,07	3,82	4,00	80,9
4,00	4,60	0,50	83,38	4,00	4,00	96,0

Tabelle 6: Bohrpfahllängen im Dammbereich, Dammneigung 2:3

Wandhöhe [m]		Einschüttung einseitig	MSd [kNm]	Gelände eben		Pfahl
ü. FB	ab Pfahl-OK			Pfahllänge d=600 mm	gewählt	max MSd [kNm]
1,50	1,90	0,30	14,99	1,62	2,00	
2,00	2,40	0,30	23,05	1,82	2,00	
2,50	2,90	0,30	32,99	1,97	2,00	
3,00	3,40	0,30	44,80	2,12	2,50	
3,50	3,90	0,30	58,49	2,28	2,50	
4,00	4,40	0,30	74,05	2,41	2,50	

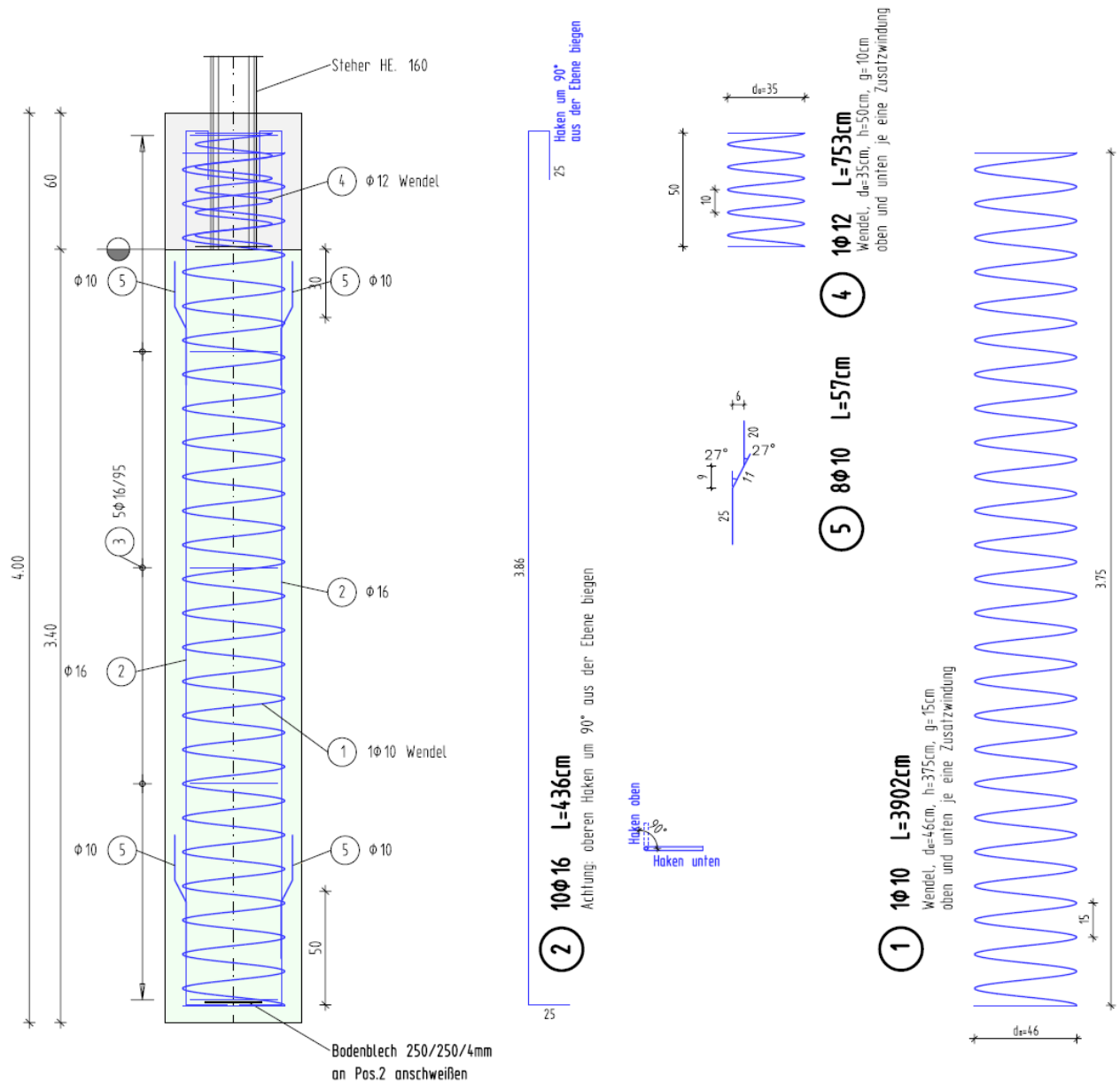
Tabelle 7: Bohrpfahllängen im ebenen Gelände und Einschnitt

Die Pfahllänge wird wie in [5] mit mindestens 2,50 m im Dammbereich und 2,00 m im ebenen Gelände gewählt und die Längen auf 0,5 m abgestuft.

Der Pfahl wird mit max. $M_{Sd} = 96$ kNm beansprucht. Der Widerstand für Ortbetonbohrpfähle beträgt bei einer gewählten Biegebewehrung von $10\varnothing 16$ $M_{Rd} = 195$ kNm. Dieser Bewehrungsgehalt wird für die Stabilität des Bewehrungskorbes für notwendig erachtet. Die Bügelbewehrung wird mit einer Wendel $\varnothing 10$ und einer Ganghöhe von 15 cm geplant. Im Einspannungsbereich des Stehers wird eine zusätzliche Wendel $\varnothing 12$ eingelegt. Zur Aussteifung sind Ringe vorgesehen, am Fuß ein Blech, welches das Versinken der Pfahlbewehrung beim Betonieren verhindert.

Bewehrungskörbe können geschweißt werden, wobei die Vorschriften zum Schweißen von Bewehrungsstählen einzuhalten sind, um den Stahl nicht zu entfestigen.

Abstandhalter sind werksseitig in mindestens 2 Ebenen mit max. 3 m Abstand, mind. 4 Stk. pro Ebene, vorzusehen, um die Betondeckung sicherzustellen. Dazu sind Bleche oder gekröpfte Bewehrungsstäbe sinnvoll, die an den Korb angeschweißt werden. Diese sind in den Plänen dargestellt.



GRUNDRISS M 1:20

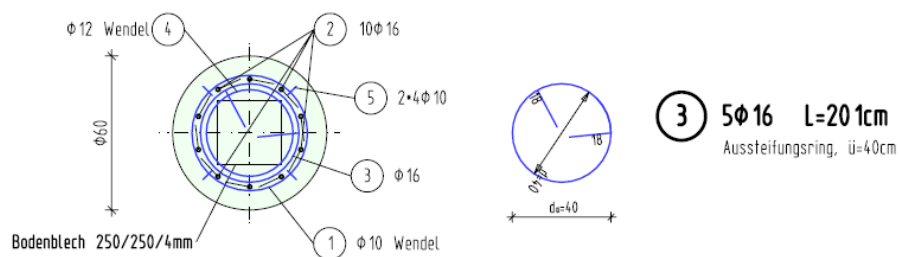


Bild 7: Regelbewehrung Ort betonbohrpfähle

4.3. Stahlrammpfähle

Stahlbauteile sind nach ÖNORM EN 1993 bzw. ÖNORM B 1993 zu bemessen.

Regelausführung

- Die Pfahlköpfe sind dachförmig mit ca. 5% Neigung abzuschrägen, damit das Niederschlagswasser von der Einspannstelle der Steher abfließen kann.
- Für die Aufnahme der Beanspruchungen bei der Einspannung wird das Stahlrohr herangezogen, eine Bewehrung wird in den Pfahlkopf nicht eingelegt. Die Steher sind nach dem flucht- und höhengerechten Ausrichten in Köcher, Pfahlköpfe oder Blockaussparungen einzubetonieren, wobei schwindarmer Beton (RS) oder Mörtel gleicher Güte zu verwenden ist.

Baustoffe

Stahlrammrohre:

S235 JR bzw. S355 JO, Mindestwanddicke 8 mm, spiralgeschweißt

Köcherbereich (Fundamentkopf):

mindestens C25/30/B7

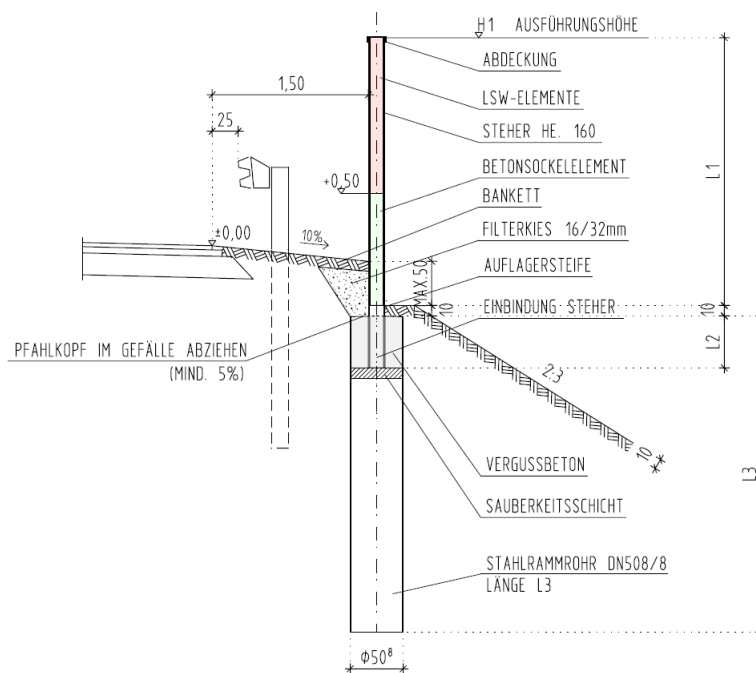


Bild 8: Regelausführung Ramppfahl

Die angeführte Berechnungsmethode ergibt folgende Pfahllängen:

Wandhöhe [m]				Gelände 2:3		Pfahl
ü. FB	ab Pfahl-OK	Einschüttung einseitig [m]	MSd [kNm]	Pfahllänge d=508 mm	gewählt	max MSd [kNm]
1,50	2,10	0,50	20,57	3,29	3,40	
2,00	2,60	0,50	29,38	3,50	3,50	
2,50	3,10	0,50	40,07	3,71	3,80	
3,00	3,60	0,50	52,63	3,92	4,00	74,00
3,50	4,10	0,50	67,07	4,11	4,20	88,00
4,00	4,60	0,50	83,38	4,31	4,40	105,00

Tabelle 8: Ramppfahllängen im Dammbereich, Dammneigung 2:3

Wandhöhe [m]				Gelände eben		Pfahl
ü. FB	ab Pfahl-OK	Einschüttung einseitig	MSd [kNm]	Pfahllänge d=508 mm	gewählt	max MSd [kNm]
1,50	1,90	0,30	14,99	2,01	2,10	
2,00	2,40	0,30	23,05	2,22	2,30	
2,50	2,90	0,30	32,99	2,41	2,50	
3,00	3,40	0,30	44,80	2,59	2,60	
3,50	3,90	0,30	58,49	2,76	2,80	
4,00	4,40	0,30	74,05	2,91	3,00	

Tabelle 9: RampoPfahllängen im ebenen Gelände und Einschnitt

Die Pfahllänge wird wie in [5] mit mindestens 2,50 m im Dammbereich und 2,00 m im ebenen Gelände gewählt.

Der Pfahl wird mit max. $M_{Sd} = 105 \text{ kNm}$ beansprucht. Der Widerstand beträgt $M_{Rd} = 475 \text{ kNm}$ für einen RampoPfahl DN 508 und Wandstärke 8 mm. Daher sind diese Rohre für alle Wandtypen ausreichend.

5. Flachfundierungen

5.1. Berechnung

Beton- und Stahlbetonteile sind nach ÖNORM EN 1992 bzw. ÖNORM B 1992 zu bemessen.

Die Kippsicherheit wird unter der Bedingung ermittelt, dass die Hälfte der Aufstandsfläche eine klaffende Fuge aufweist.

5.2. Abmessungen

Regelausführung

- Annähernd horizontale Flächen sind dachförmig mit ca. 5% Neigung abzuschrägen, damit das Niederschlagswasser von der Einspannstelle der Steher abfließen kann.
- Für die Aufnahme der Beanspruchungen im Einspannbereich wird eine Bewehrung eingelegt. Die Steher sind nach dem flucht- und höhengerechten Ausrichten in Aussparungen einzubetonieren, wobei schwindarmer Beton (RS) oder Mörtel gleicher Güte zu verwenden ist.

bewehrte Flachfundamente: mindestens C25/30/B5

Bewehrungsstahl: B 550 B

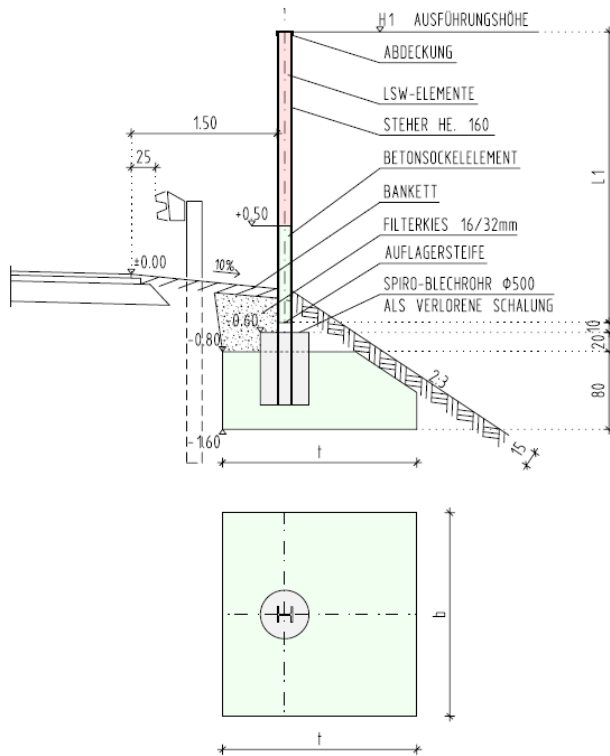


Bild 9: Regelausführung Flachfundierung im Dammbereich

Die Berechnung der Kippsicherheit unter der Bedingung „klaffende Fuge bis zur halben Fundamentbreite“ ergibt folgende Abmessungen für die Flachfundamente:

Wandhöhe [m]		Schnittgrößen			Steher			Gelände 2:3	
ü. FB	ab Pfahl-OK	Einschüttung einseitig	M Gesamt [kNm]	MSd [kNm]	Profil	MRd [kNm]	$\beta =$	Tiefe t [m]	Breite b [m]
1,50	2,10	0,50	13,71	20,57	HEA160	58,8	35%	1,50	1,50
2,00	2,60	0,50	19,59	29,38	HEA160	58,8	50%	1,50	1,80
2,50	3,10	0,50	26,71	40,07	HEA160	58,8	68%	1,80	1,60
3,00	3,60	0,50	35,09	52,63	HEA160	58,8	90%	1,80	2,00
3,50	4,10	0,50	44,71	67,07	HEB160	85,0	79%	2,00	2,10
4,00	4,60	0,50	55,59	83,38	HEB160	85,0	98%	2,00	2,60

Tabelle 10: Abmessungen Flachfundierung

6. Brücken

6.1. Regelausführung

Im Bereich von Brücken und Kunstbauten werden die Steher am Randbalken bzw. an der Flügelmauer befestigt.

Die Steher sind mit eingepressten NIRO-Klebeankern in HCR-Qualität – Werkstoff A8 oder zumindest in Werkstoff A4 (notwendig für CRC III) anzuschrauben.

Werkstoffauswahl nach ÖN EN 1993-1-4, Anhang A.2:

$$CRF = F_1 + F_2 + F_3 \quad \text{corrosion resistance factor}$$

$F_1 = -7$ nach Tab A.1 Hohes Expositionsrisiko $S \leq 0,01$ km (Abstand zur Straße), kein Meer

$F_2 = 0$ nach Tab A.1 Niedriges Expositionsrisiko gegenüber Schwefeldioxid
< 10 mg/m³ lt. Luftgütebericht des Landes Tirol

$F_3 = -7$ nach Tab A.1 kein Abwaschen durch Regen unter der Fußplatte (auf der sicheren Seite)

$$CRF = -7 + 0 - 7 = -14$$

Da CRF zwischen -7 und -15 liegt, ist nach Tab A.2 die CRC (corrosion resistance class) mit III zu wählen.

Die Korrosionsbeständigkeitsklasse CRC V würde bei -20 beginnen.

Somit sind Dübel in der Stahlgüte HCR – A8 wünschenswert, aber nach EC ist die CRC III notwendig und die Stahlgüte A4 auch zulässig. Das gilt für alle Steherbefestigungen auf Randbalken.

Die Fußplatten der Steher sind in ein Mörtelbett aus Reaktionsharzmörtel zu versetzen. Vorwiegend auf Zug beanspruchte Verbindungsmittel, die nicht dauernd bis zur Höhe der Gebrauchslast vorgespannt sind, müssen einen um 25% gegenüber dem statischen Erfordernis vergrößerten Querschnitt aufweisen. Die Dübel sind stets mit 2 Muttern oder einer gesicherten Mutter zu befestigen. Um Kontaktkorrosion zu vermeiden, sind zwischen Fußplatte und Beilagscheiben Gummischeiben einzulegen. Die Befestigungsdübel sind im Bereich der Fußplatte gegen Kontaktkorrosion mit Abdekhülsen zu schützen. Die Schrauben sind mit Schutzkappen aus Kunststoff abzudecken. Der Spalt zwischen Fußplatte und Randbalken ist mit einem schwindarmen Reaktionsharzmörtel oder einem schnell abbindenden Vergussmörtel kraftschlüssig auszugießen. Ein Ausfüttern mit Gummieinlagen oder Futterplatten ist nicht zulässig.

Die Randbalkendicke beträgt bei der Regelausführung (Montage oben auf Randbalken) 25 cm, diese schränkt die Anwendung von Dübeln auf einen maximalen Durchmesser von M20 ein.

Für die Regelplanung werden 2 Fälle herangezogen:

- Fall 1: Befestigung auf der Oberseite des Randbalkens (sollte im Regelfall angewendet werden)
- Fall 2: Befestigung an der Stirnfläche des Randbalkens (Ausnahmefall, bei schmalen Randbalken, um eine größere Gehwegbreite zu erhalten)

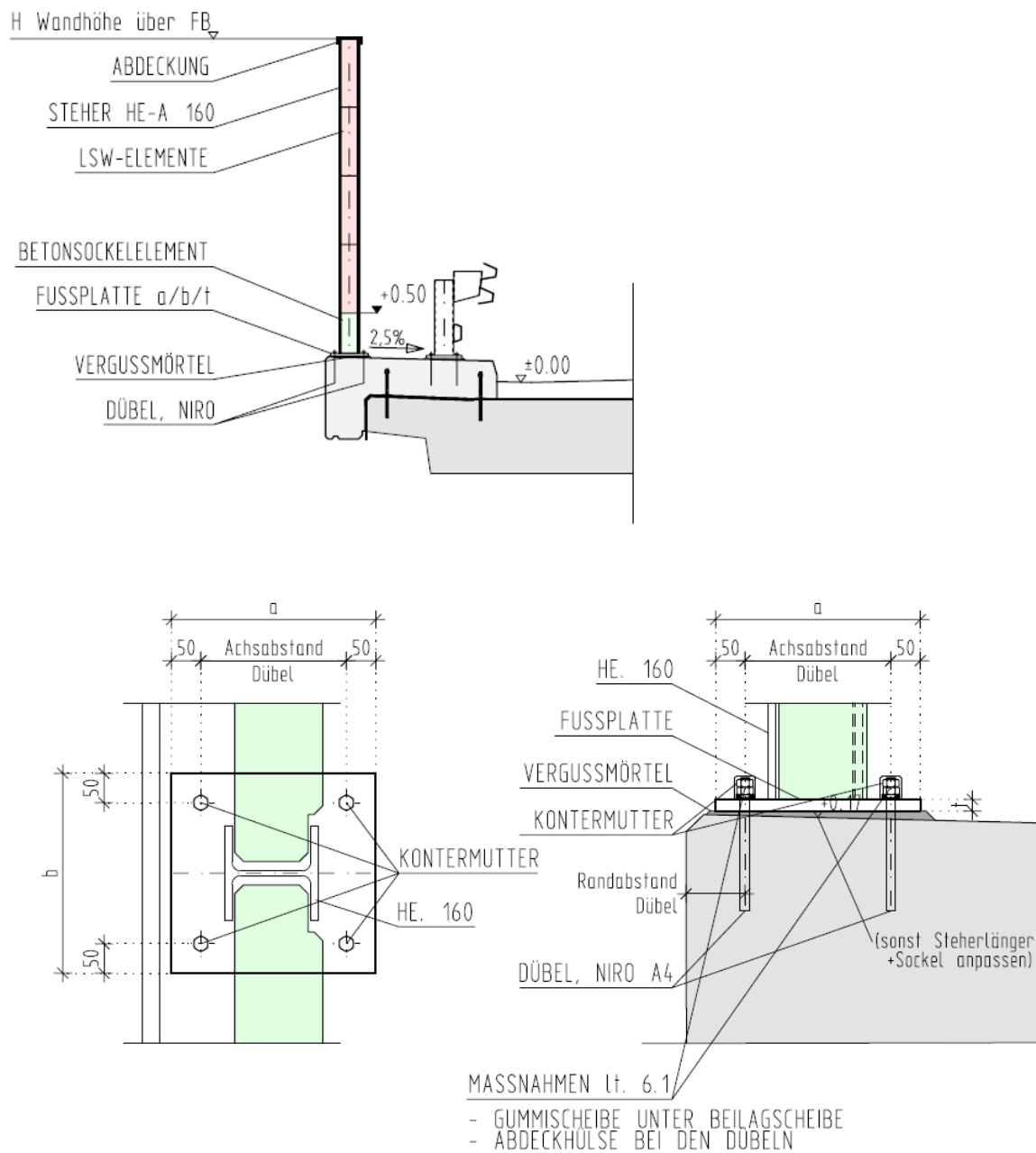


Bild 10: Regelausführung Fall 1, Befestigung an der Oberseite des Randbalkens

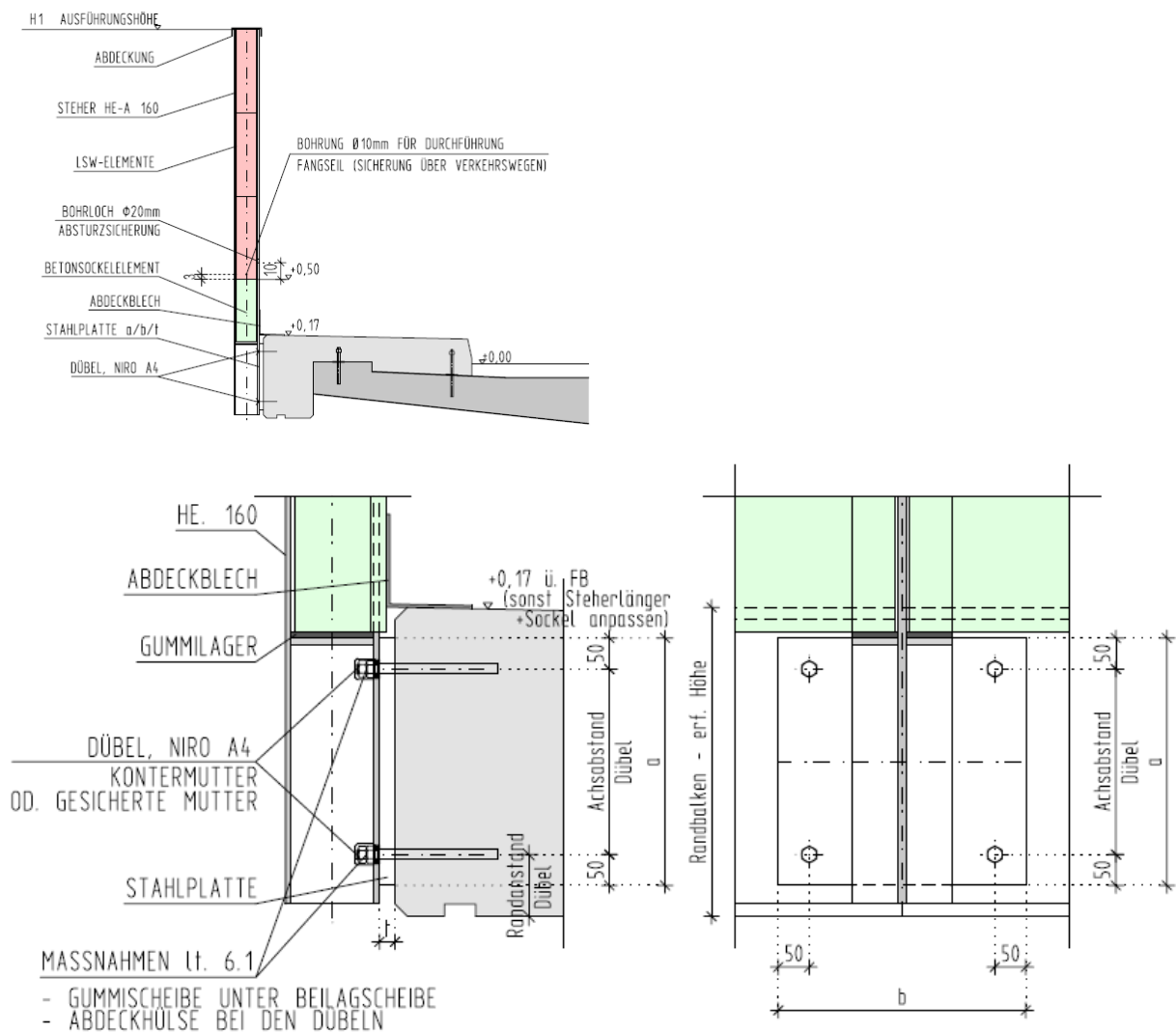


Bild 11: Regelausführung Fall 2, Befestigung an der Stirnseite des Randbalkens

6.2. Berechnung, Abmessungen

Für die Berechnung der Befestigung wird das Bemessungsprogramm eines Herstellers herangezogen. Der Vergleich mit den Produkten anderer Hersteller ist meist schwierig, da in Abhängigkeit von Rand- und Achsabständen die aufnehmbaren Kräfte bei den Produkten bei gleicher Dübellänge, Durchmesser und Stahlgüte unterschiedlich sind. Für ein gängiges Produkt werden die einzusetzenden Durchmesser der Dübel ermittelt.

Die Fußplattendicke wird unter der Bedingung ermittelt, dass der gesamte Querschnitt der Platte plastifizieren darf.

Zuerst muss die Windeinwirkung für die Brücke nach Kapitel 2 ermittelt werden, dann können für diese Windlast in der nachfolgenden Tabelle die Geometrie der Befestigung und die erforderlichen Dübel herausgesucht werden.

Lärmschutzsteher auf Brücken für Windeinwirkungen von 1,0 bis 2,0 kN/m²						
<i>kursiv gedruckte Abmessungen werden nicht empfohlen</i>						
für w= 1,00 kN/m²						
Wandhöhe über Fahrbahn	Steherprofil	Platte a/b	Platte t	Dübel HAS-U (A4-70) o. glw.	Achsbstand Dübel	Randabstand Dübel
1,50	HEAA160	350/350	12	M12	250	100
2,00	HEAA160	350/350	15	M16	250	100
2,50	HEAA160	350/350	15	M16	250	125
3,00	HEA160	350/350	15	M16	250	125
3,50	HEA160	350/350	20	M20	250	120
4,00	HEA160	400/350	20	M20	300	150
für w= 1,25 kN/m²						
Wandhöhe über Fahrbahn	Steherprofil	Platte a/b	Platte t	Dübel HAS-U (A4-70) o. glw.	Achsbstand Dübel	Randabstand Dübel
1,50	HEAA160	350/350	12	M12	250	100
2,00	HEAA160	350/350	15	M16	250	100
2,50	HEAA160	350/350	15	M16	250	125
3,00	HEA160	350/350	20	M20	250	120
3,50	HEA160	400/350	20	M20	300	140
4,00	HEA160	500/350	25	M20	400	150
für w= 1,50 kN/m²						
Wandhöhe über Fahrbahn	Steherprofil	Platte a/b	Platte t	Dübel HAS-U (A4-70) o. glw.	Achsbstand Dübel	Randabstand Dübel
1,50	HEAA160	350/350	12	M12	250	100
2,00	HEAA160	350/350	15	M16	250	100
2,50	HEAA160	350/350	15	M16	250	130
3,00	HEA160	350/350	20	M20	250	150
3,50	HEA160	500/350	25	M20	400	150
4,00	HEA160					
für w= 1,75 kN/m²						
Wandhöhe über Fahrbahn	Steherprofil	Platte a/b	Platte t	Dübel HAS-U (A4-70) o. glw.	Achsbstand Dübel	Randabstand Dübel
1,50	HEAA160	350/350	12	M12	250	100
2,00	HEAA160	350/350	15	M16	250	100
2,50	HEAA160	350/350	20	M20	250	120
3,00	HEA160	450/350	20	M20	350	150
3,50	HEA160					
4,00	HEA160					
für w= 2,00 kN/m²						
Wandhöhe über Fahrbahn	Steherprofil	Platte a/b	Platte t	Dübel HAS-U (A4-70) o. glw.	Achsbstand Dübel	Randabstand Dübel
1,50	HEAA160	350/350	12	M12	250	100
2,00	HEAA160	350/350	15	M16	250	100
2,50	HEAA160	350/350	20	M20	250	130
3,00	HEA160	500/350	25	M20	400	150
3,50	HEA160					
4,00	HEA160					

Tabelle 11: Fall 1, Steher auf Oberseite Randbalken, Abmessungen, Befestigung

Lärmschutzsteher auf Brücken für Windeinwirkungen von 1,0 bis 2,0 kN/m²						
<i>kursiv gedruckte Abmessungen werden nicht empfohlen</i>						
für w= 1,00 kN/m²						
Wandhöhe über Fahrbahn	Steherprofil	Platte a/b	Platte t	Dübel HAS-U (A4-70) o.glw.	Achsbstand Dübel	Randabstand Dübel
1,50	HEAA160	400/350	12	M12	300	100
2,00	HEAA160	400/350	15	M16	300	100
2,50	HEAA160	400/350	15	M16	300	125
3,00	HEA160	400/350	15	M16	300	125
3,50	HEA160	400/350	20	M20	300	150
4,00	HEA160	500/350	20	M20	400	150
für w= 1,25 kN/m²						
Wandhöhe über Fahrbahn	Steherprofil	Platte a/b	Platte t	Dübel HAS-U (A4-70) o.glw.	Achsbstand Dübel	Randabstand Dübel
1,50	HEAA160	400/350	12	M12	300	100
2,00	HEAA160	400/350	15	M16	300	100
2,50	HEAA160	400/350	15	M16	300	125
3,00	HEA160	400/350	20	M16	300	125
3,50	HEA160	500/350	20	M16	400	125
4,00	HEA160					
für w= 1,50 kN/m²						
Wandhöhe über Fahrbahn	Steherprofil	Platte a/b	Platte t	Dübel HAS-U (A4-70) o.glw.	Achsbstand Dübel	Randabstand Dübel
1,50	HEAA160	400/350	12	M12	300	100
2,00	HEAA160	400/350	15	M16	300	100
2,50	HEAA160	400/350	20	M16	300	110
3,00	HEA160	450/350	20	M16	350	125
3,50	HEA160					
4,00	HEA160					
für w= 1,75 kN/m²						
Wandhöhe über Fahrbahn	Steherprofil	Platte a/b	Platte t	Dübel HAS-U (A4-70) o.glw.	Achsbstand Dübel	Randabstand Dübel
1,50	HEAA160	400/350	12	M12	300	100
2,00	HEAA160	400/350	15	M16	300	100
2,50	HEAA160	400/350	20	M16	300	125
3,00	HEA160					
3,50	HEA160					
4,00	HEA160					
für w= 2,00 kN/m²						
Wandhöhe über Fahrbahn	Steherprofil	Platte a/b	Platte t	Dübel HAS-U (A4-70) o.glw.	Achsbstand Dübel	Randabstand Dübel
1,50	HEAA160	400/350	12	M12	300	100
2,00	HEAA160	400/350	15	M16	300	100
2,50	HEAA160	400/350	20	M20	300	125
3,00	HEA160					
3,50	HEA160					
4,00	HEA160					

Tabelle 12: Fall 2, Steher an Stirnseite Randbalken, Abmessungen, Befestigung

7. Betonsockelelemente

7.1. Regelausführung

Als unterer Wandabschluss werden Betonsockel im Regelfall mit einer Stärke von 15 cm angeordnet. Diese Sockel müssen schalldicht an den Boden und an die Pfosten angeschlossen werden, wobei eine ausreichende Entwässerung gewährleistet sein muss. Auch die Bodensetzungen sind zu berücksichtigen. Diese Betonsockel werden nicht schallabsorbierend verkleidet.

Für die Auflagerung der Lärmschutzelemente auf den Betonsockelelementen sind durchgehende Dichtbänder und der Auflagerung der Sockelelemente auf den Stehern sind Elastomerlager oder Hartgummiplättchen zu verwenden. Die Kosten dafür sind mit den Positionen für die Betonsockelelemente abgegolten.

Die Betonsockelelemente sind so einzubauen, dass die als "Oberseite" bei der Herstellung entstandene raue Oberfläche (Besenstrich) nicht zur Fahrbahn zeigt.

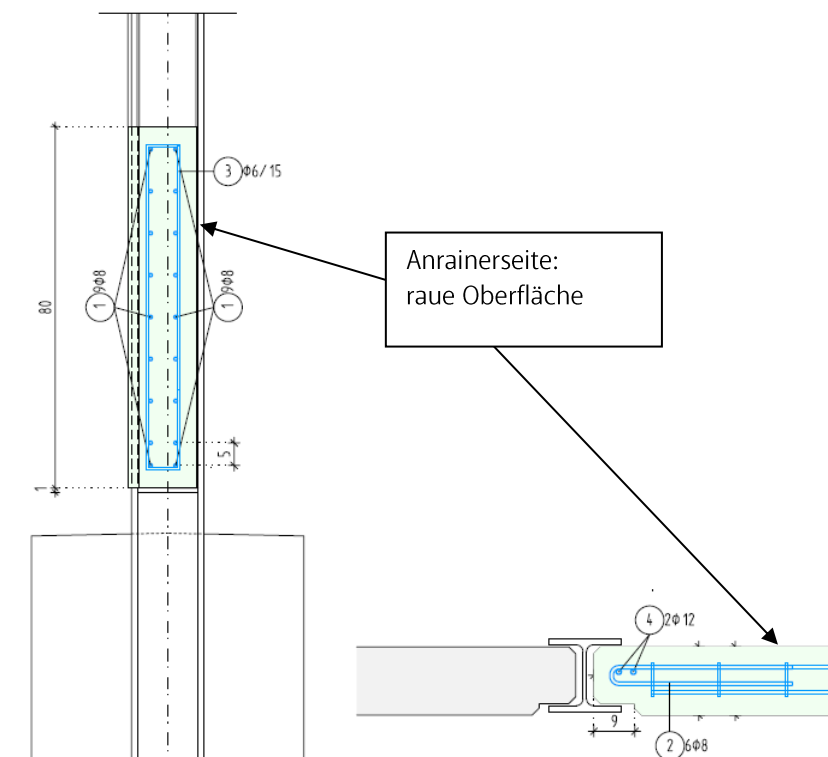


Bild 13: Sockelelemente, Auflagerung

Für die Ausführung bei Brücken sind wieder 2 Fälle zu unterscheiden:

- Wird der Steher auf dem Randbalken befestigt, so sind die Pläne 7591-055 bis 7591-059 anzuwenden, in Höhen von 31 bis 39 cm, je nach Höhe des Randbalkens,
- Wird der Steher seitlich am Randbalken befestigt, ist bei Anbringung im Außenradius > 30 m der Regelplan 7591-061 ohne Ausklinkung des Betonsockels zu verwenden, im Innenradius oder bei Geraden der Regelplan 7591-060 für Betonsockel mit Ausklinkung.

Bei Anbringung im Außenradius < 30 m kann aufgrund der Geometrie nur die Anbringung des Stehers auf dem Randbalken erfolgen, eine seitliche Befestigung ist hier nicht möglich.

7.2. Statische Berechnung, Ergebnisse

Die Betonsockelelemente werden hauptsächlich durch den Erddruck belastet.

Dieser wird mit einem Reibungswinkel von 35° und einem Erddruckbeiwert von 0,43 berechnet. Die Verkehrsauflast auf die Hinterfüllung wird mit $p=5,0 \text{ kN/m}^2$ angesetzt.

Das Gewicht der Lärmschutzelemente wird mit 250 kg/m^2 auch auf den Sockel (ab einer Sockelhöhe von 80 cm) als linienförmige Belastung angesetzt.

Für die Betonsockelelemente mit einer Höhe $< 80 \text{ cm}$ muss sichergestellt werden, dass die Lärmschutzelemente nicht das Eigengewicht linienförmig auf die Betonsockel übertragen.

Betonbrett, Dicke 15 cm					
Höhe	Länge	erf a_s oben	erf a_s unten	Grundnetz aussen und innen	
[cm]	[cm]	[cm ²]	[cm ²]	gew	vorh a_s [cm ²]
80	500	0,00	5,00	d=8/10	5,03
90	500	0,00	4,00	d=8/10	5,03
100	500	0,00	3,20	d=8/10	5,03
110	500	1,00	3,00	d=8/10	5,03
120	500	1,40	3,20	d=8/10	5,03
130	500	1,90	3,50	d=8/10	5,03
140	500	2,20	3,90	d=8/10	5,03
150	500	2,60	4,30	d=8/10	5,03

Tabelle 13: Bewehrung Betonsockel

8. Zugehörige Pläne, Anlagen

Plannummer	Plantitel
7837-001	Regelquerschnitt Damm Rammpfahl
7837-002	Regelquerschnitt Einschnitt Rammpfahl
7837-003	Regelquerschnitt Ebene Rammpfahl
7837-004	Regelquerschnitt Damm Bohrpfahl
7837-005	Regelquerschnitt Einschnitt Bohrpfahl
7837-006	Regelquerschnitt Ebene Bohrpfahl
7837-007	Regelquerschnitt Damm Einzelfundamente
7837-008	Regelquerschnitt Einschnitt Einzelfundamente
7837-009	Regelquerschnitt Ebene Einzelfundamente
7837-010	Regelquerschnitt Brücke auf Randbalken
7837-011	Regelquerschnitt Brücke seitlich Randbalken
7837-012	Lärmschutz auf Leitwand
7837-013	Sondersteher Winkel 10°-20°-30°-40°-50°
7837-014	Details Steher
7837-015	Betonscheibe im Abschlussbereich
7837-020	Bewehrung Bohrpfahl L=2,00
7837-021	Bewehrung Bohrpfahl L=2,50 Variante1
7837-022	Bewehrung Bohrpfahl L=2,50 Variante2
7837-023	Bewehrung Bohrpfahl L=3,00
7837-024	Bewehrung Bohrpfahl L=3,50
7837-025	Bewehrung Bohrpfahl L=4,00
7837-026	Bewehrung Bohrpfahl L=4,50
7837-030	Bewehrung Einzelfundament Einschnitt für H=1,50
7837-031	Bewehrung Einzelfundament Einschnitt für H=2,00
7837-032	Bewehrung Einzelfundament Einschnitt für H=2,50
7837-033	Bewehrung Einzelfundament Einschnitt für H=3,00
7837-034	Bewehrung Einzelfundament Einschnitt für H=3,50
7837-035	Bewehrung Einzelfundament Einschnitt für H=4,00
7837-040	Bewehrung Einzelfundament Damm für H=1,50
7837-041	Bewehrung Einzelfundament Damm für H=2,00
7837-042	Bewehrung Einzelfundament Damm für H=2,50
7837-043	Bewehrung Einzelfundament Damm für H=3,00
7837-044	Bewehrung Einzelfundament Damm für H=3,50
7837-045	Bewehrung Einzelfundament Damm für H=4,00
7837-050	Bewehrung Betonsockelplatten h=80cm
7837-051	Bewehrung Betonsockelplatten h=90cm
7837-052	Bewehrung Betonsockelplatten h=100cm
7837-053	Bewehrung Betonsockelplatten h=110cm
7837-054	Bewehrung Betonsockelplatten h=120cm
7837-055	Bewehrung Betonsockelplatten auf Brücke h=31cm
7837-056	Bewehrung Betonsockelplatten auf Brücke h=33cm
7837-057	Bewehrung Betonsockelplatten auf Brücke h=35cm
7837-058	Bewehrung Betonsockelplatten auf Brücke h=37cm
7837-059	Bewehrung Betonsockelplatten auf Brücke h=39cm
7837-060	Bewehrung Betonsockelplatten seitlich Brücke mit Ausklinkung h=37cm
7837-061	Bewehrung Betonsockelplatten seitlich Brücke ohne Ausklinkung h=37cm
7837-062	Bewehrung Betonsockelplatten h=50cm
7837-063	Bewehrung Betonsockelplatten h=60cm
7837-064	Bewehrung Betonsockelplatten h=70cm
7837-065	Bewehrung Betonsockelplatten h=130cm
7837-066	Bewehrung Betonsockelplatten h=140cm
7837-067	Bewehrung Betonsockelplatten h=150cm

Anlage 1: Programm zur Berechnung der Pfahllänge nach Vogt (ZTV-LSW)

```
rem $lang: "
rem " Berechnung der Einspannlänge eines horizontal belasteten Pfahles
rem " in einer Böschung; Gründung von Lärmschutzwänden
rem " Entwicklung Dr.-Ing. Vogt, Baugrundinstitut Smoltczyk und Partner
rem " Vorbesetzung von Werten für Böschungsneigung  beta (Grad) ";BETA;TAB(45);
INPUT A$: IF A$<>" THEN BETA=VAL(A$)
PRINT "Reibungswinkel  (45);
INPUT A$: IF A$<>" THEN PHI =VAL(A$)
PRINT "(45);
INPUT A$: IF A$<>" THEN COHE1=VAL(A$)
PRINT "Abminderungsfaktor cohefac;TAB(45);
INPUT A$: IF A$<>" THEN cohefac=VAL(A$)
PRINT "Wichte          ;TAB(45);
INPUT A$: IF A$<>" THEN GAM =VAL(A$)
PRINT ";TAB(45);
INPUT A$: IF A$<>" THEN DELTA=VAL(A$)
PRINT "Breite des ;TAB(45);
INPUT A$: IF A$<>" THEN BREIT=VAL(A$)
PRINT "Sicherheit eta;TAB(45);
INPUT A$: IF A$<>" THEN eta=VAL(A$)
PRINT "einwirkende H-Kraft  (45);
INPUT A$: IF A$<>" THEN HKRAFT1=VAL(A$)
hkraft=hkraft1*eta
PRINT ";MOMENT1;TAB(45);
INPUT A$: IF A$<>" THEN MOMENT1=VAL(A$)
MOMENT=MOMENT1*eta
PRINT "Start-Tiefe      t ;TAB(45);
INPUT A$: IF A$<>" THEN TIEF=VAL(A$)
BETAR=BETA/180*3.1415; PHIR=PHI/180*3.1415; DELTAR=DELTA/180*3.1415
THETA=5: DTIEF=2: CLS
```

```
200 'Variation von theta bis zum Minimum von Ep
    DTHETA=5
    GOSUB 1000: EPMIN=EP
240 THETA=THETA+DTHETA
    GOSUB 1000
    IF EP<EPMIN THEN EPMIN=EP: GOTO 240
    DTHETA=-DTHETA/2
    IF ABS(DTHETA)>0.1 THEN EPMIN=EP: GOTO 240
REM
REM
REM "Iteration dreiecksfoermiger Verteilung des Erddruckes
EPHERF=(HKRAFT*TIEF+MOMENT)/(TIEF/3)
IF DTIEF>0 AND EPH<EPHERF THEN TIEF=TIEF+DTIEF: PRINT: PRINT: GOTO 200
IF DTIEF<0 AND EPH>EPHERF THEN TIEF=TIEF+DTIEF: PRINT: PRINT: GOTO 200
DTIEF=-DTIEF/2: IF ABS(DTIEF)>0.01 THEN PRINT: GOTO 200
SIGEPH=2*EPH/TIEF
DELTATIEF=0.5*(EPH-HKRAFT)/SIGEPH
EPH2=SIGEPH*2*DELTATIEF
```

```

x0=sqr(hkraft*2*tief/breit/sigeph)
mompf=(moment+hkraft*x0-hkraft*x0/3)/eta

```

```
CLS
```

```
PRINT "
```

```
PRINT "Reibungswinkel
```

```
PRINT "
```

```
PRINT "Wichte
```

```
PRINT "
```

```
PRINT "Breite des
```

```
PRINT "Sicherheit      eta
```

```
PRINT "einwirkende H-Kraft  1
```

```
PRINT "
```

```
PRINT "einwirkendes Moment  ;MOMENT1
```

```
PRINT " ;MOMENT
```

```
PRINT "Drehpunkttiefe      t
```

```
PRINT "
```

```
PRINT "Hilfslinie          a
```

```
PRINT "
```

```
PRINT "
```

```
PRINT "Erdwiderstand
```

```
PRINT "Erdwiderstandsspan.
```

```
PRINT "Zusatztiefe f. Summe H=
```

```
PRINT "Gleichgewichtskraft Eph2
```

```
PRINT "erforderliche +DELTATIEF
```

```
PRINT "maximales Pfahlmoment  ;mompf
```

```
PRINT "in einer Tiefe x0      0
```

```
PRINT: PRINT "
```

```
545 IF INKEY$<>CHR$(13) THEN 545
```

```
goto 100
```

```
REM "Unterprogramm zur Berechnung von theta
```

```
REM
```

```
1000 THETAR=THETA/180*3.1415
```

```
A=TIEF/(TAN(THETAR)+TAN(BETAR))
```

```
L=A*COS(THETAR)
```

```
F=A*TIEF/2
```

```
KRAFTCE=L*COHE*BREIT: KRAFTG=F*GAM*BREIT
```

```
KRAFTCR=F*COHE: KRAFTRR=F*TIEF/3*GAM*(1-SIN(PHIR))*TAN(PHIR)
```

```
KRAFTC=KRAFTCE+2*(KRAFTCR+KRAFTRR)
```

```
TEIL1=KRAFTC*(COS(THETAR)/SIN(THETAR+PHIR)+SIN(THETAR)/COS(THETAR+PHIR))
```

```
TEIL2=KRAFTG/(COS(THETAR+PHIR))
```

```
NENNER=COS(DELTAR)/SIN(THETAR+PHIR)-SIN(DELTAR)/COS(THETAR+PHIR)
```

```
EP=(TEIL1+TEIL2)/NENNER: EPH=EP*COS(DELTAR)
```

```
M$="tief=##:
```

```
M$=M$+" Rr=###
```

```
LOCATE 1,1
```

```
PRINT USING M$;tief;THETA;KRAFTG;KRAFTCE;KRAFTCR;KRAFTRR;EPH
```

```
IF INKEY$=CHR$(3) then end
```

```
RETURN
```