

**DEPARTEMENT**  
**BAU, VERKEHR UND UMWELT**  
Abteilung Tiefbau

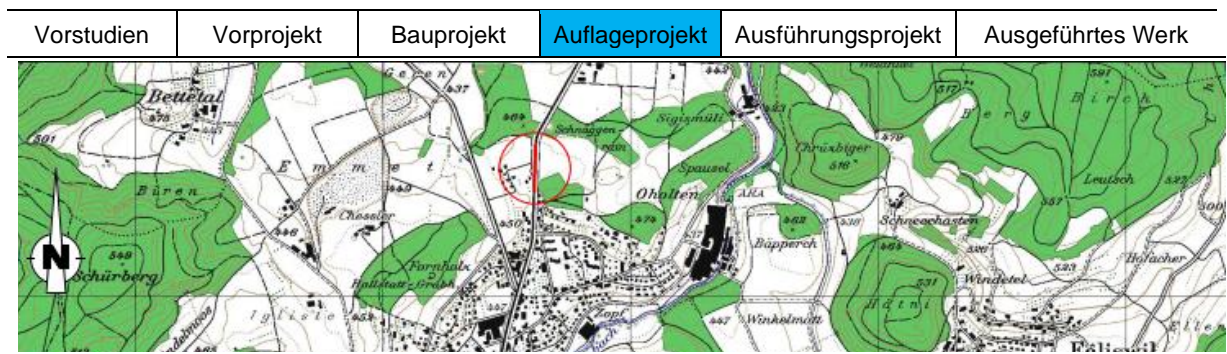
GEMEINDE **Seon AO**

STRASSE **K249**

BEREICH F278 - 25m bis F278 + 179m L= 204m

OBJEKT **L-00131 LSW Ziertalstrasse**

## Statische Berechnung



PROJEKTVERFASSER

Wilhelm + Wahlen  
Bauingenieure AG

T 062 837 10 10  
info@ww-aarau.ch



BAUHERR

Abteilung Tiefbau  
Realisierung  
Entfelderstrasse 22  
5001 Aarau

Erstellt: CS / 24.02.2024

**Inhaltsverzeichnis**

<b>1. Allgemeines .....</b>	<b>3</b>
1.1 Projektgrundlagen .....	3
1.2 Bauwerksbeschreibung .....	3
1.3 Bauwerksskizze.....	4
<b>2. Einwirkungen .....</b>	<b>5</b>
<b>3. Mikropfähle .....</b>	<b>6</b>
3.1 Baugrund.....	6
3.2 Materialisierung .....	6
3.3 Bemessung .....	7
<b>4. Stahlstützen .....</b>	<b>8</b>
4.1 Materialisierung .....	8
4.2 Bemessung .....	8
<b>5. Stützmauer .....</b>	<b>10</b>
5.1 Materialisierung .....	10
5.2 Schnittkräfte .....	10
5.3 Bewehrungsbemessung.....	10
5.4 Mindestbewehrung.....	11
<b>6. Unterschriften .....</b>	<b>12</b>

## 1. Allgemeines

### 1.1 Projektgrundlagen

#### 1.1.1 Normen, Bestimmungen und Richtlinien

- [1] SIA 260, Grundlagen der Projektierung von Tragwerken (2013)
- [2] SIA 261, Einwirkungen auf Tragwerke (2020)
- [3] SIA 261/1, Einwirkungen auf Tragwerke – Ergänzende Festlegungen (2020)
- [4] SIA 262, Betonbau (2013)
- [5] SIA 262/1, Betonbau – Ergänzende Festlegungen (2013)
- [6] SIA 263, Stahlbau (2013)
- [7] SIA 263/1, Stahlbau – Ergänzende Festlegungen (2020)
- [8] SIA 267, Geotechnik (2013)
- [9] SIA 267/1, Geotechnik – Ergänzende Festlegungen (2013)
- [10] Normalien Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Abteilung Tiefbau, [www.ag.ch](http://www.ag.ch)
- [11] Projektierungshandbuch für Ingenieure PHI, Version 2.2 / Mai 2023
- [12] VSS-Normen

#### 1.1.2 Projektspezifische Grundlagen

- [13] Dokumentation Bauprojekt AF-Colenco AG, Juni 2008, revidiert: 04.08.2011 Fent AG
- [14] Entwurf Ausführungsprojekt 2014, Fent AG
- [15] Vermessungsgrundlagen VZP Ingenieure AG, 2020
- [16] Auszug aus dem Protokoll des Gemeinderates Seon, Nr. 477; 03.10.2022
- [17] Lärmsanierungsprojekt Seon; Nachüberprüfung Lärmschutzmassnahmen; Ziertal (Exemplar BAFU) 2022, Steinmann Ingenieure und Planer AG
- [18] Zustimmung der SBB betreffend Gleisabstand und Wandhöhe, 11.05.2023
- [19] Werkleitungserhebung 2023, Wilhelm + Wahlen Bauingenieure AG
- [20] Entscheid Farbkonzept ATB

### 1.2 Bauwerksbeschreibung

Die Lärmschutzwand mit variierender Höhe wird neu erstellt. Sie ist ca. 204 Meter lang und besteht aus strassenseitig schallabsorbierenden gelochten Aluminiumplatten. Die Lärmschutzwand wird auf eine Sockelmauer, fundiert auf Mikropfählen, montiert.

Die Sockelmauer besteht aus einer 35 cm breiten Wand und einem 90 cm breiten Fuss, der gleichzeitig als Verankerungsbereich für die Mikropfähle dient. Es sind alle 4 m je 2 Mikropfähle vorgesehen. Die Länge der Pfähle variiert von 5 – 7 m.

Im Abstand von 4.0 m werden Stahl-Walzprofile (HEA 160) auf die Sockelmauer geschraubt. Die Fussplatten der Stahlstützen werden untergossen. Die Stahlstützen sind mit einer Feuerverzinkung und einer Beschichtung im Duplexverfahren vor Korrosion zu schützen.

## 1.3 Bauwerksskizze

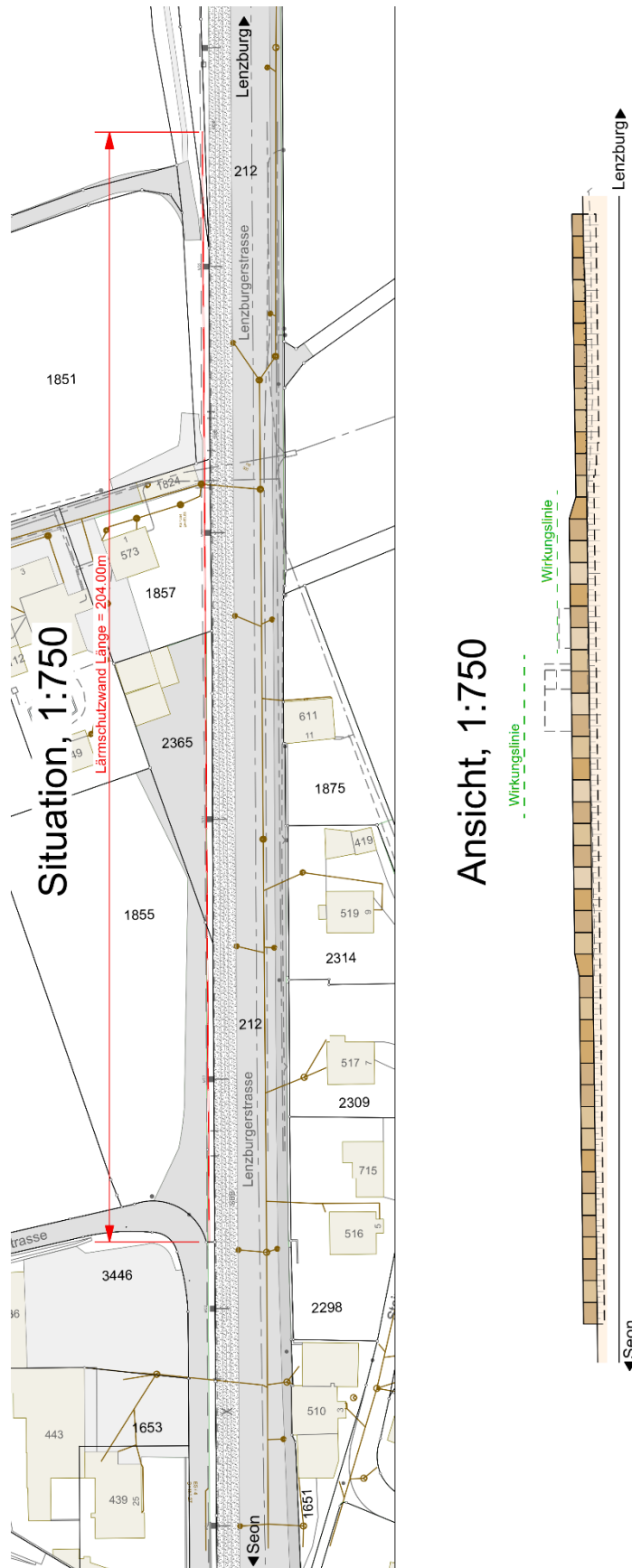


Abbildung 1: Ausschnitt aus Übersichtsplan 1:750

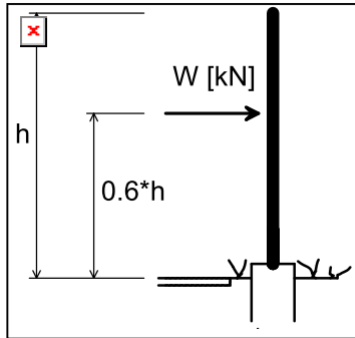
## 2. Einwirkungen

Windlasten:

Windexposition (Ortschaften, freies Feld):  
SIA 261, Art. 6.2.3

$q_k = 1.15 \text{ kN/m}^2$   
( $q_p = 0.9 \text{ kN/m}^2$ ,  $c_h = 0.85$ ,  $C_f = 1.5$ )

Stützenabstand  $a = 4 \text{ m}$



Quelle: ATB-Norm 403.001

Eigengewicht: Raumlast Beton bewehrt  $25 \text{ kN/m}^3$   
Fundament

Auflast: Wandelement  $0.25 \text{ kN/m}^2$   
Stahlstütze HEA 160,  $30.6 \text{ kN/m}$ , Fussplatte ca.  $50 \text{ kg}$

Erddruck: Erdrückdruck  $e_{h,st} = K_0 \cdot \gamma \cdot z = 0.5 \cdot 20 \text{ kN/m}^3 \cdot z$   
Erddruck infolge Strassen- resp. Bahnlasten  
 $e_{h,v} = K_0 \cdot q = 0.5 \cdot 25 \text{ kN/m}^2 = 12.5 \text{ kN/m}^2$

Nicht berücksichtigte Einwirkungen:

- Dynamische Last infolge Schneeräumung (aufgrund der Lage der Wand auf einem Damm)
- Temperatur (Konstruktive Massnahmen)
- Erdbeben
- Anprall

Statische Nachweise nach gemäss der aktuellen Richtlinie 403.001 des Kantons Aargau und den aktuellen SIA-Normen 260ff.

Widerstandsbeiwerte gemäss SIA 262, 263 und 267.

Nachweis der Ermüdungssicherheit:

Da der Staudruck gemäss SIA 261 einer Wiederkehrperiode von 30 Jahren entspricht, spielt die Ermüdung bei Stützen von Lärmschutzwänden (unter Berücksichtigung der geplanten Nutzungsdauer) normalerweise keine Rolle. Auf einen entsprechenden Nachweis wird verzichtet.

### 3. Mikropfähle

#### 3.1 Baugrund

Es liegen keine Baugrundaufschlüsse in unmittelbarer Nähe der Lärmschutzwand vor.

Es wird mit folgenden Bodenkennwerten gerechnet:

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ ,  $\varphi' = 30^\circ$ ,  $c' = 0 \text{ kN/m}^2$ , Baugrundklasse C gemäss SIA 261/Tab. 24.

Bodenart	$q_{s1k}$ in $\text{MN/m}^2$
Mittel- und Grobkies <sup>1)</sup>	0,20
Sand und Kiessand <sup>1)</sup>	0,15
bindiger Boden <sup>2)</sup>	0,10
<sup>1)</sup> $D \geq 0,4$ bzw. $q_{ck} \geq 10 \text{ MN/m}^2$	
<sup>2)</sup> $I_C \approx 1,0$ bzw. $c_{uk} \geq 100 \text{ kN/m}^2$	

Mantelreibung Mikropfähle, Berechnungsannahme  $\sigma_m = 150 \text{ kN/m}^2$

#### 3.2 Materialisierung

Verrohrte Mikropfähle:

Swiss – Gewi (B500B) Stahlton AG  
 Bohrlochdurchmesser 133 mm  
 Ankerstange  $\varnothing 40 \text{ mm}$   
 Korrosionsschutz Stufe 2a gemäss SIA 267  
 Vorinjiziertes Wellhüllrohr HDPE d = 70 mm  
 Kopfplatten S235, 150 x 150 x 15 mm

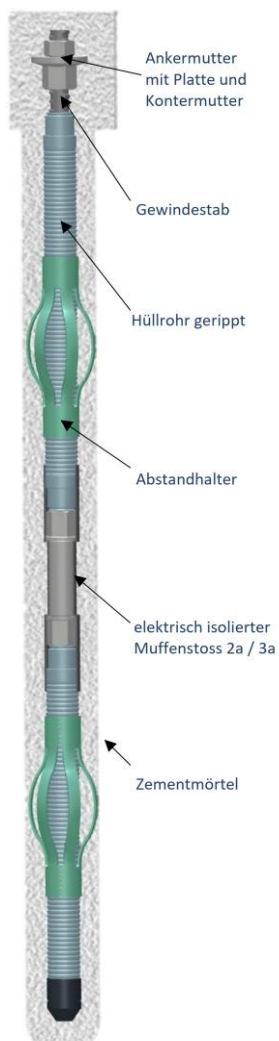


Bild: Schemaschnitt Mikropfahl, Quelle: Produktdokumentation Stahlton AG

### 3.3 Bemessung

#### FUNDATION, BEMESSUNG ZUG-DRUCKPFÄHLE

			Typ 1		Typ 2		Typ 3	
Widerstandsbeiwerte Boden			Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	Druck
Mantelreibung: Kies	$\sigma_{m2,k}$	kN/m <sup>2</sup>	150	150	150	150	150	150
Mantelreibung Kies	$\sigma_{m2,k}$	kN/m	85	85	85	85	85	85
<b>Pfahlgeometrie</b>								
Länge	l	m	5	5	6	6	7	7
Durchmesser	d	m	0.133	0.133	0.133	0.133	0.133	0.133
Vergrößerung Durchmesser	a	-	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
<b>Charakteristische äussere Tragwiderstände</b>								
Widerstand Mantelreibung	$R_{a,k,m}$	kN	423	423	508	508	592	592
Widerstand Spitzendruck	$R_{a,k,s}$	kN	0	0	0	0	0	0
Totaler Tragwiderstand	$R_{a,k,tot}$	kN	423	423	508	508	592	592
<b>Bemessungswert äusserer Tragwiderstand Pfahl</b>								
Umrechnungsfaktor SIA267, 9.5.2.2.5	$\eta_a$	-	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Widerstandsbeiwert SIA267, 9.5.2.2.4	$\gamma_{M,a}$	-	1.6	1.3	1.6	1.3	1.6	1.3
Tragwiderstand SIA267, 9.5.2.2.1	$R_{a,d}$	kN	185	228	222	273	259	319
<b>Bemessungswert innerer Tragwiderstand Pfahl</b>								
Stahlquerschnitt	A	mm <sup>3</sup>	1'257	1'257	1'257	1'257	1'257	1'257
Flie遟grenze B500B	$f_{sk}$	N/mm <sup>2</sup>	500	500	500	500	500	500
Bemessungsfestigkeit B500B	$f_{sd}$	N/mm <sup>2</sup>	435	435	435	435	435	435
Innerer Tragwiderstand SIA267, 9.5.2.4.2	$R_{mat,d}$	kN	547	547	547	547	547	547
Umrechnungsfaktor SIA267, 9.5.2.4.4	$\eta_l$	-	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Tragwiderstand SIA267, 9.5.2.4.1	$R_{l,d}$	kN	437	437	437	437	437	437
Ausnutzung	$R_{a,d}/R_{l,d}$	-	42%	52%	51%	63%	59%	73%

#### Wind

	Wandhöhe	QW	Qd	a	Md
	[m]	[kN]	[kN]	[m]	[kNm]
NP1	2.03	9.3	14.0	3.0	42
NP2	2.83	13.0	19.5	3.4	67
NP3	1.59	7.3	11.0	3.7	40

#### Erddruck ständig

	Wandhöhe	Est	Ed	a	Md
	[m]	[kN]	[kN]	[m]	[kNm]
NP1	1.75	15.3	20.7	0.6	12
NP2	1.75	15.3	20.7	0.6	12
NP3	2.7	36.5	49.2	0.9	44

#### Erddruck veränderlich [q = 25 kN/m2]

	Wandhöhe	Ev	Ed	a	Md
	[m]	[kN]	[kN]	[m]	[kNm]
NP1	1.75	10.9	7.7	0.9	7
NP2	1.75	10.9	7.7	0.9	7
NP3	2.7	16.9	11.8	1.4	16

	Md tot	Zd/Dd	
	[kNm]	[kN]	
NP1	60	137	L = 5 m
NP2	86	196	L = 6 m
NP3	100	228	L = 7 m

## 4. Stahlstützen

### 4.1 Materialisierung

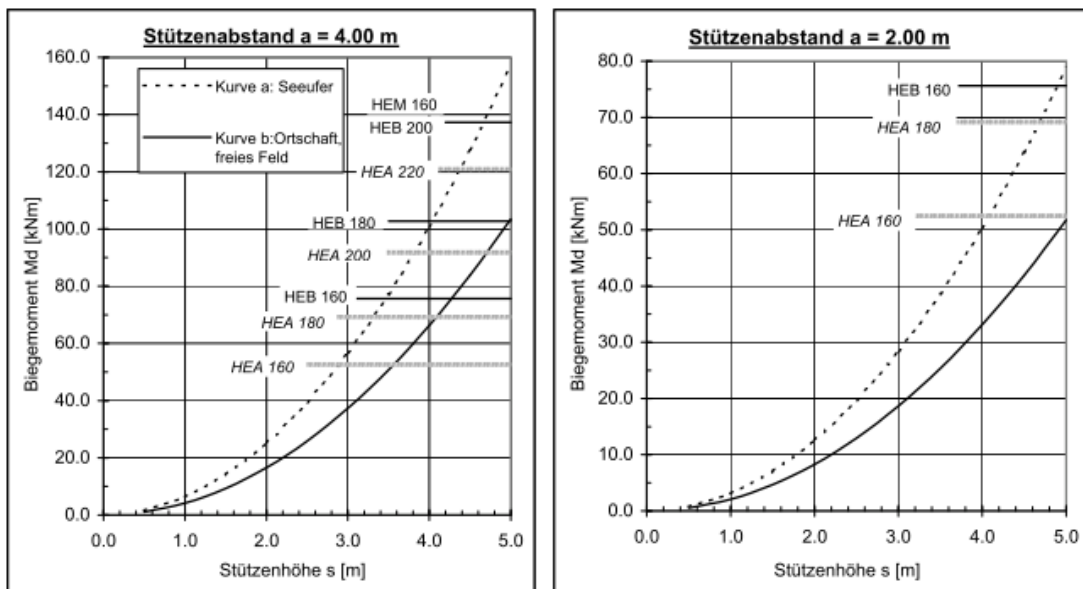
Stützen: Baustahl S235 JR  
 $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ ,  $\tau_y = 135 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$   
 $E = 210 \text{ kN/mm}^2$ ,  $G = 81 \text{ kN/mm}^2$

Verankerungen: Hochlegierter Stahl, Werkstoff Gruppe II, SIA D055  
 z.B. Ripinox,  $f_y = 650 \text{ N/mm}^2$  (M20)

### 4.2 Bemessung

#### Bemessungsdiagramme für Walzprofile

Nachweis der Tragsicherheit für das Stützenfussmoment:



Quelle: ATB-Norm 403.002

Stahlprofil			
Höhe [m]	Md [kNm]	Profil	MRd [kNm]
1.7	12	HEA 160	53
2.1	18	HEA 160	53
2.9	35	HEA 160	53



## Fussplatten und Anker für Walzprofile

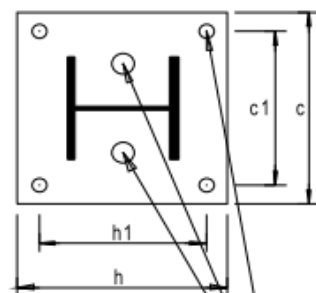
Angabe über Fussplatten und U - Bügel Verankerung:

Für Fussplatten Bleche mit Standardgrössen wählen!

Walzprofil		HEA 160	HEA 180	HEA 200	HEA 220	HEB 160	HEB 180	HEB 200	HEB 220	HEM 160
plast. Moment	[kNm]	57.8	76.1	101	133	83.2	113	151	195	158.3
Widerstand $M_{Rd}$	[kNm]	52.5	69.2	91.8	120.9	75.6	102.7	137.3	177.3	143.9
Breite c	[mm]	300	400	400	400	300	400	400	400	400
Länge h	[mm]	300	400	400	400	300	400	400	400	400
minimale Dicke d	[mm]	30	30	35	35	30	35	40	40	45
Ankerabstand c1	[mm]	240	340	340	330	240	340	330	330	330
Ankerabstand h1	[mm]	240	340	340	330	240	340	330	330	330
Ankerzugkraft $Z_{design}$	[kN]	218.9	203.5	270.1	366.4	315.2	302.1	416.0	537.2	436.1
Staifix Bügel ** (oder gleichw.)	entw./ oder	2* M20 3* M16	2* M20 3* M16	2* M24 3* M20	2* M27 3* M24	2* M24 3* M20	2* M24 3* M20	2* M27 3* M24	3* M27	3* M24
min. U - Bügelhöhe	[mm]	400	400	500	500	500	500	500	500	500
min. Gewindehöhe	[mm]	90	90	100	100	90	100	100	110	110

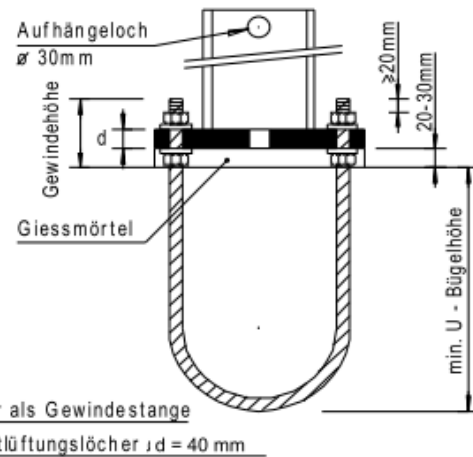
\*\* : Staifix Stahl oder glw. gerippt, mit geschnittenem Gewinde

Grundriss



Minimale Gewindelänge  
für die Ankerbügel:  
100 mm

Schnitt



Quelle: ATB-Norm 403.002

## 5. Sockelmauer

### 5.1 Materialisierung

Beton: Beton gemäss SN EN 206-1:2000 (NPK F, Tiefbaubeton T3)  
C30/37, XC4 (CH), XD3 (CH), XF2 (CH),  $D_{\max}$  32, CI 0.10, Konsistenz C3  
 $f_{cd} = 20.0 \text{ N/mm}^2$ ,  $\tau_{cd} = 1.1 \text{ N/mm}^2$ ,  $E_{cm} = 34 \text{ kN/mm}^2$

Bewehrung: B500B,  $f_{sd} = 435 \text{ N/mm}^2$ ,  $E_s = 205 \text{ kN/mm}^2$

### 5.2 Schnittkräfte

Schnitt	$M_{d\max}$ [kNm]	$V_{d\max}$ [kN]
NP 1	60	42
NP 2	86	48
NP 3	100	72

### 5.3 Bewehrungsbemessung

Erforderlicher Bewehrungsquerschnitt NP 1:

$$A_{s,erf} = m_d / (z_s \cdot f_{sd}) = 60 / (0.9 \cdot 290 \cdot 435) = 5.3 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Gewählt: **Ø 12, a = 150 mm** ( $A_{s,vorh.} = 7.5 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Erforderlicher Bewehrungsquerschnitt NP 2:

$$A_{s,erf} = m_d / (z_s \cdot f_{sd}) = 86 / (0.9 \cdot 90 \cdot 435) = 7.6 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Gewählt: **Ø 12, a = 150 mm** ( $A_{s,vorh.} = 7.5 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

NP 3

Erforderlicher Bewehrungsquerschnitt NP 3:

$$A_{s,erf} = m_d / (z_s \cdot f_{sd}) = 100 / (0.9 \cdot 290 \cdot 435) = 8.8 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Gewählt: **Ø 14, a = 150 mm** ( $A_{s,vorh.} = 10.3 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Querkraftwiderstand:

$$V_{Rd} = k_{d,y} \cdot \tau_{cd} \cdot d_v = 0.63 \cdot 1.10 \cdot 290 = 201 \text{ kN/m}$$

$$k_d = 1 / (1 + \epsilon_{v,y} \cdot d_y \cdot k_g) = 0.63$$

$$d_y = 290 \text{ mm}$$

$$\epsilon_{v,y} = f_{sd} / E_s = 0.2\%$$

$$k_g = 48 / (16 + D_{\max}) = 1.0$$

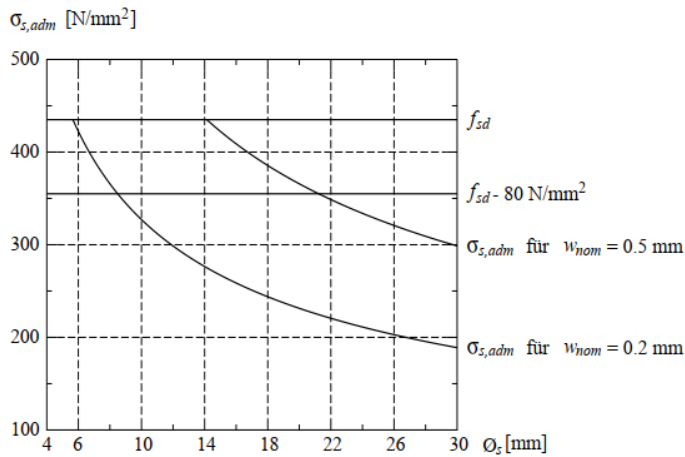
Querkraftnachweis

$$V_{d,\max} = 72 \text{ kN/m} < V_{Rd}$$

Nachweis erfüllt, keine Querkraftbewehrung notwendig

## 5.4 Mindestbewehrung

Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreiten für erhöhte Anforderungen gemäss SIA 262:



Mindestbewehrung auf Biegung, Wand

Beton	C30/37	$f_{ctm} =$	2.9 N/mm <sup>2</sup>
		$k_t =$	0.945
		$h =$	0.35 m
		$t =$	0.12 m
		$f_{ctd} =$	2.74 N/mm <sup>2</sup>

Querschnitt	$h =$	350 mm
	$b =$	1000 mm
	$W_c =$	20.42 x 10E6 mm <sup>3</sup>

Rissmoment	$MR_d =$	55.94 kNm
------------	----------	-----------

Zulässige Stahlspannung	435 N/mm <sup>2</sup>	Erhöhte Anforderungen
Statische Höhe	290 mm	

Mindestbewehrung	$A_{smin} =$	4.9 cm <sup>2</sup> /m	d10 a=15
------------------	--------------	------------------------	----------

Bauteil	Mindestbewehrung auf Biegung	Mindestbewehrung auf Zug
Wand d = 35 cm	Zulässige Stahlspannung $\sigma_{s, adm.} = 435$ N/m <sup>2</sup> ( $\varnothing$ 10 mm) Mindestbewehrung $A_{smin.} = 4.9$ cm <sup>2</sup> / m	Zulässige Stahlspannung $\sigma_{s, adm.} = 435$ N/m <sup>2</sup> ( $\varnothing$ 14 mm) Mindestbewehrung $A_{smin.} = 9.9$ cm <sup>2</sup> / m
Fundament H = 60 cm B = 90 cm	Zulässige Stahlspannung $\sigma_{s, adm.} = 435$ N/m <sup>2</sup> ( $\varnothing$ 12 mm) Mindestbewehrung $A_{smin.} = 6.7$ cm <sup>2</sup> / m	Zulässige Stahlspannung $\sigma_{s, adm.} = 385.5$ N/m <sup>2</sup> ( $\varnothing$ 18 mm) Mindestbewehrung $A_{smin.} = 15.6$ cm <sup>2</sup> / m

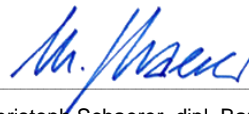
## 6. Unterschriften

### Projektverfasser

Aarau, 24.02.2025

---

Ort, Datum



---

Christoph Schaefer, dipl. Bauingenieur HTL