

STAHLBETON III – ÜBUNG 1

(101-0127-00L)

Thema: Fachwerkmodelle / Spannungsfelder

Sesselbahn in der Schweiz

Es soll nach den Grundsätzen der Normen SIA 260 bis 262 eine Verankerungskonstruktion für eine Sesselbahn entworfen und bemessen werden.

Die in Bild 1 dargestellte Konstruktion aus Beton C 25/30 und Betonstahl B500B soll aus einer Stützscheibe und einer Fundamentplatte bestehen. Am Kopf der Stützscheibe, auf einer Höhe von 3 m über Terrain, ist eine horizontale, veränderliche Last von $Q_k = 500$ kN (x -Richtung) sowie eine ständige vertikale Last von $G_{1k} = 100$ kN (z -Richtung) aufzunehmen; beide Lastgrößen sind charakteristische Werte und die Lasten greifen im Schwerpunkt der Oberfläche der Stützscheibe an. Die zulässige Bodenpressung (bei Annahme einer linearen Sohlpressungsverteilung) beträgt $\sigma_{Rd} = 150$ kPa (Bemessungsniveau). Das Raumgewicht des Bodens kann zu $\gamma_B = 20$ kN/m³ angenommen werden. Die Betonüberdeckung soll generell $c_{nom} = 50$ mm betragen.

Abzugeben sind ein Schalungs- und Bewehrungsplan im Massstab 1:50, eine Betonstahlliste, eine kurzgefasste statische Berechnung sowie ein kurzer technischer Bericht.

Ausgabe : 27. September 2012, 10:00 Uhr, HIL E9

Abgabe : 25. Oktober 2012, 11:45 Uhr, HIL E9

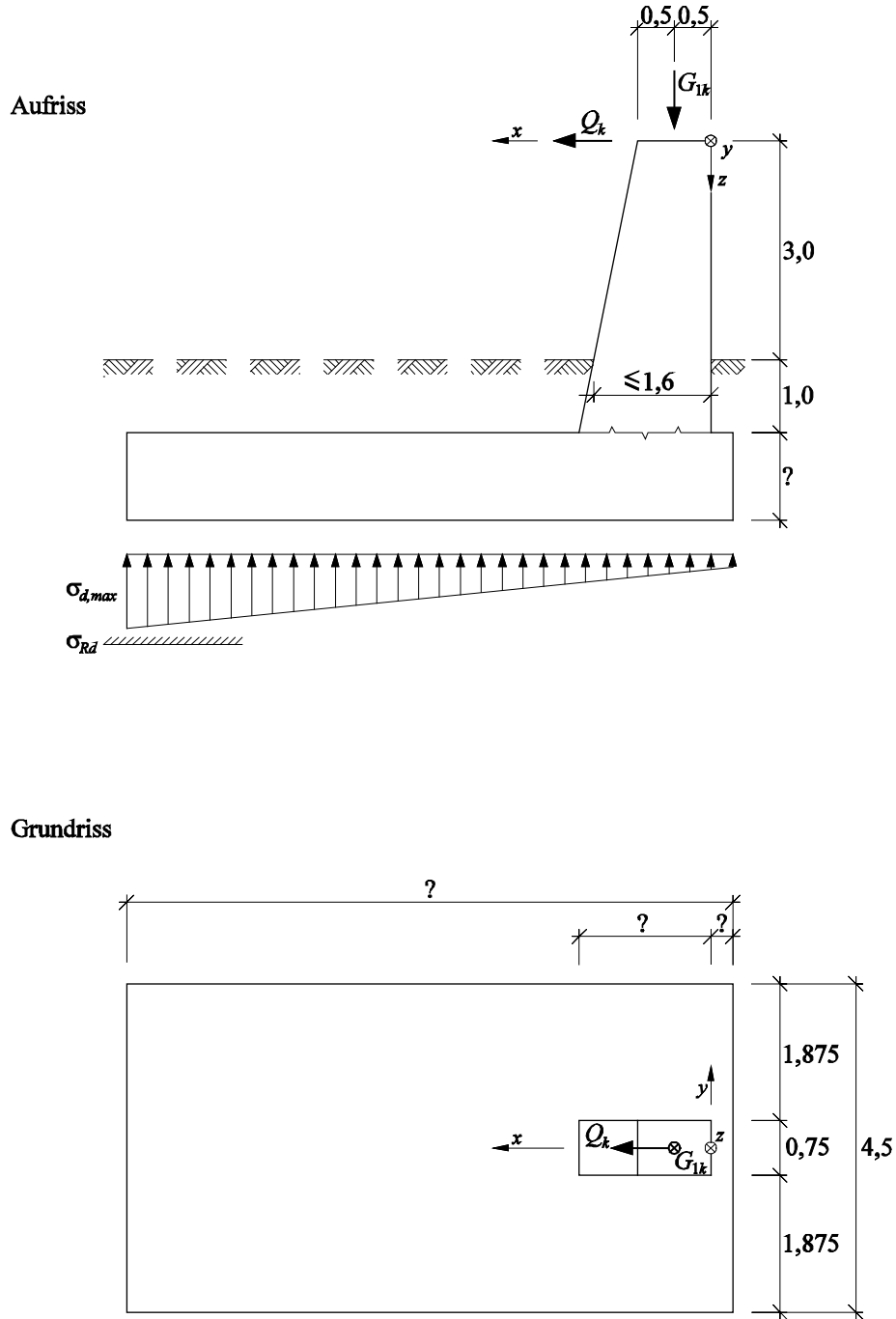


Bild 1 – Aufriss und Grundriss der Verankerungskonstruktion. Abmessungen in m.

Stahlbeton III	Übung 1	Page 1
Sesselbahn in der Schweiz	Technischer Bericht	SE/02.10.08

Sesselbahn in der Schweiz

Im Bild 1 ist die Verankerungskonstruktion dargestellt. Sie wird in erster Linie durch eine am Stützscheibenkopf angreifende Horizontalkraft $Q_k = 500 \text{ kN}$ belastet.

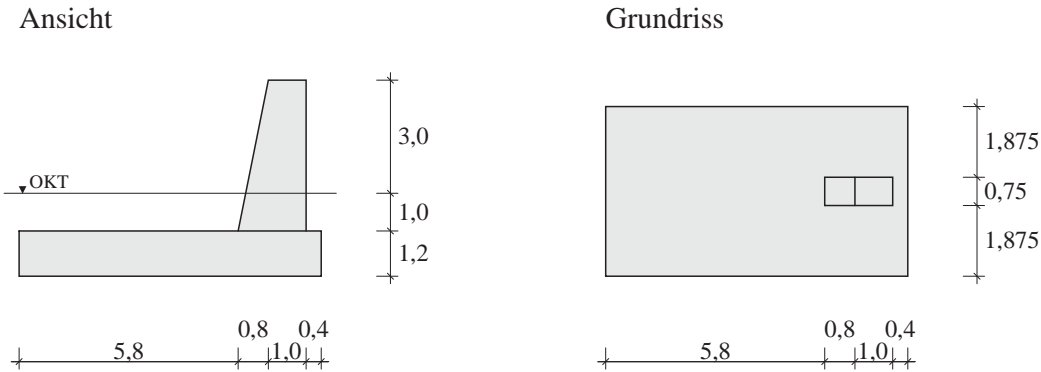


Bild 1 – Ansicht und Grundriss der Verankerungskonstruktion, 1:200, Abmessungen in m.

Der Bemessung liegen die Tragwerksnormen SIA 260 ff. (2003) zu Grunde, wobei nur die Grenzzustände vom Typ 2 untersucht werden. Als Baustoffe werden Beton C25/30 und Betonstahl B500B mit einer Überdeckung von 50 mm verwendet.

Die maximale Bodenpressung beträgt auf Dimensionierungsniveau 140 kN/m^2 . An der Fundamentsohle wird die Horizontalkraft über Reibung in den Baugrund abgetragen.

Die Fundamentplatte und die Stützscheibe werden aufgrund der Schnittgrößen am Stabmodell bemessen. Einzig der Knotenbereich, wo die konzentrierten Kräfte aus der Stützscheibe in der Fundamentplatte verteilt werden, wird mit einem räumlichen Fachwerkmodell untersucht. Die ohnehin in der Stützscheibe erforderliche Biegebewehrung $6\text{Ø}30$, die in der Fundamentplatte verankert werden muss, wird dort weitergezogen und bildet einen versteckten Unterzug mit der Breite der Stützscheibe. Nur die Schnittgrößen, die nicht von diesem aufgenommen werden können, werden in die seitlichen Plattenbereiche verteilt. Dadurch dass die Schnittgrößen nicht gleichmässig über die Plattenbreite verteilt werden, entsteht Querbiegung senkrecht zum Unterzug, die von der Querbewehrung in der Fundamentplatte aufgenommen wird. Die hauptsächlich verwendete Mindestbiegebewehrung in der Platte von $\text{Ø}20@150$ hat einen Querschnitt von 1,5‰ der zugehörigen Betonquerschnittsfläche.

Sesselbahn in der Schweiz

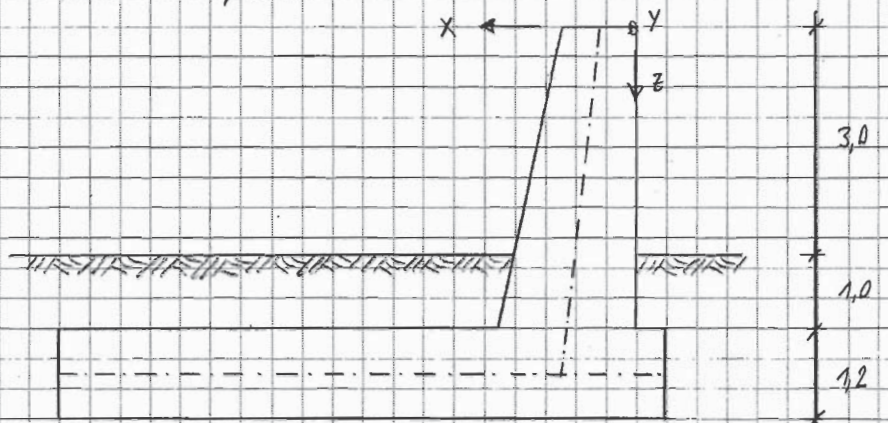
1. Grundlagen

1.1 Unterlagen

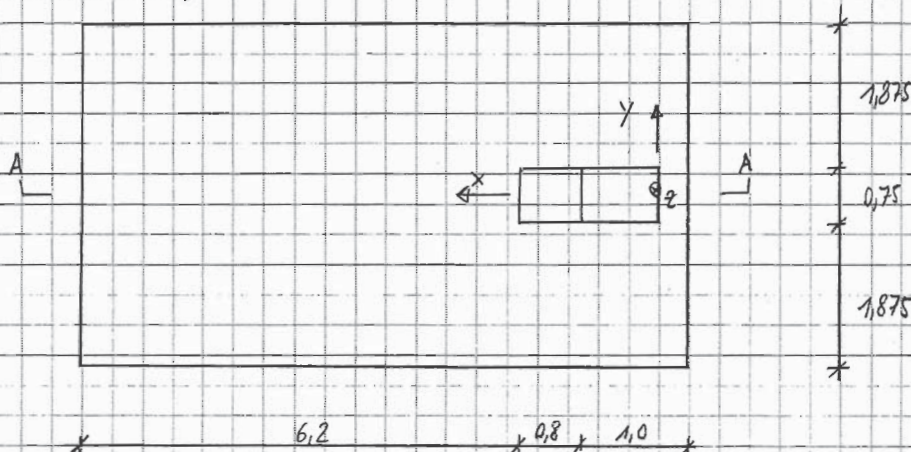
- [1] Marč, P., Mujsić, N., "Stahlbeton III - Übung 1", Aufgabenstellung, HS 2008, 15.09.08, 2 pp.
- [2] SIA-Norm 260 - Grundlagen der Projektierung von Tragwerken, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2003, 44 pp.
- [3] SIA-Norm 262 - Betonbau, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2003, 90 pp.

1.2 Geometrie

Querschnitt A-A, 1:100



Grundriss, 1:100



1.3 Baustoffe

Beton: C 25/30 [3]

$$f_{ctd} = 16,5 \text{ N/mm}^2$$

$$c_{nom} = 50 \text{ mm} [1]$$

Betonstahl: B500B [3]

$$f_{sd} = 435 \text{ N/mm}^2$$

1.4 Baugrund

zulässige Bodenpressung $\sigma_{Rd} = 150 \text{ kN/m}^2$ [1]

Raumgewicht $\gamma_B = 20 \text{ kN/cm}^3$ [1]

kein Grundwasser ; $\tan \phi' = 0,56$ (Schätzung: $\phi' = 34^\circ$)

1.5 Einwirkungen, Gefährdungsbild

veränderliche Einwirkungen: $R_k = 500 \text{ kN}$ (x-Richtung, angreift bei (0,5, 0, 0))

Auflast Boden: $q_k = 1,0 \cdot 20 = 20 \text{ kN/m}^2$ (auf Fundamentplatte)

Eigenlast $\gamma_k = 25 \text{ kN/m}^3$

Grenzstand Typ 2: [2]

Lastkombination I:

$\gamma_R = 1,5$ (ungünstig wirkend)

$\gamma_D = 0,8$ (günstig wirkend)

$\gamma_G = 0,8$ (günstig wirkend)

Lastkombination II:

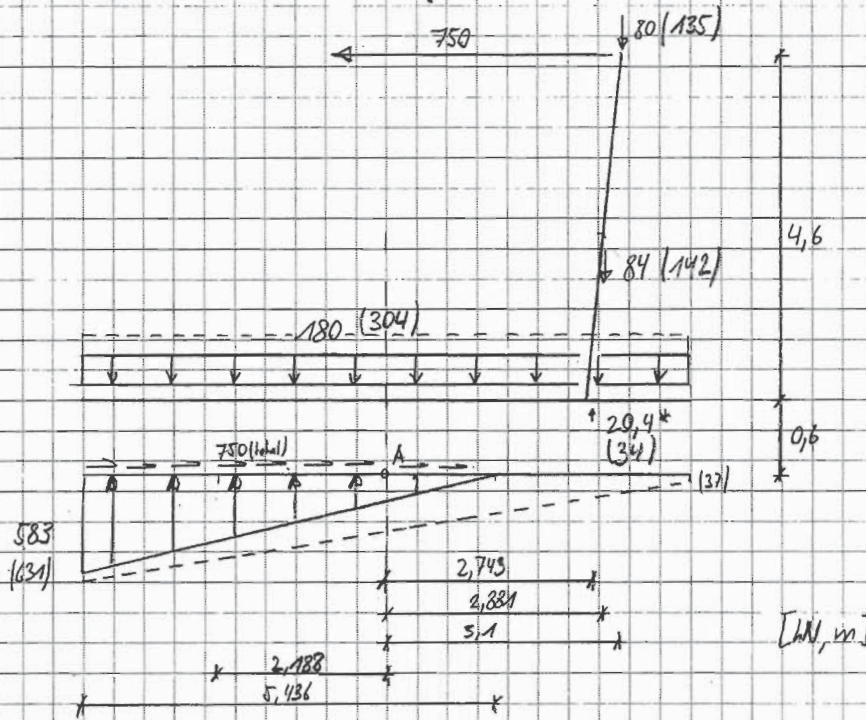
$\gamma_R = 1,5$ (ungünstig wirkend)

$\gamma_D = 1,35$ (ungünstig wirkend)

$\gamma_G = 1,35$ (ungünstig wirkend)

2. Tragwerksanalyse und Bemessung

2.1 Stab. System und Schnittgrößen, d-Niveau

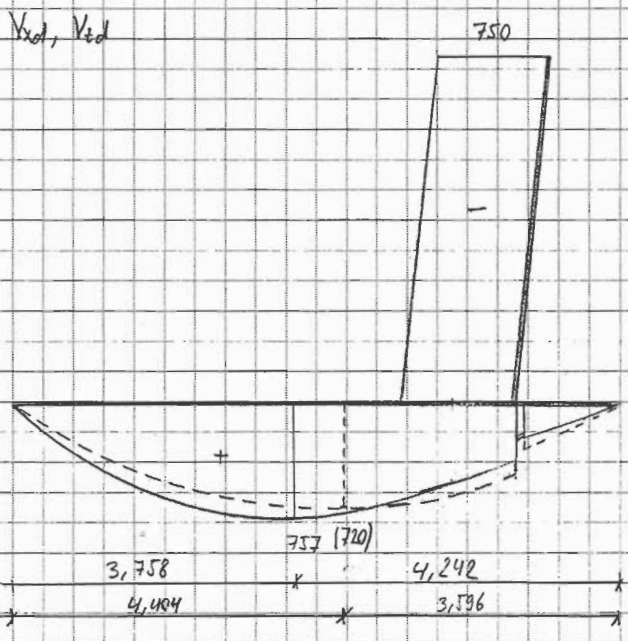


* Abtrag Anteil

LK I ———
 $\Sigma F_z = 1584 \text{ kN}$
 $\Sigma M_{y(A)} = -3466 \text{ kNm}$
 $e = -2,188 \text{ m}$

(LK II) - - - -
 $\Sigma F_z = 2675 \text{ kN}$
 $\Sigma M_{y(A)} = -3167 \text{ kNm}$
 $e = -1,184 \text{ m}$
 (innerhalb Kern)

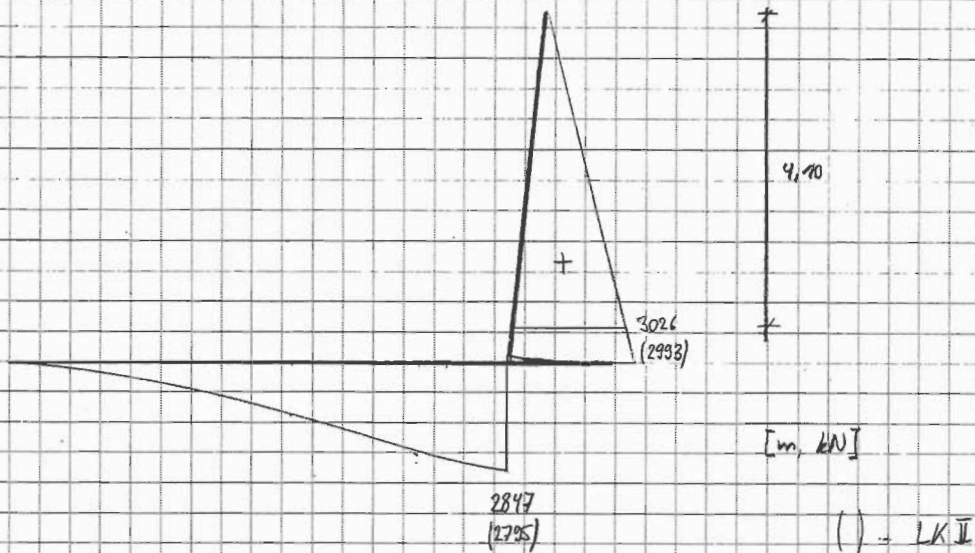
[kN, m]



[kN, m]

(I) LK II

M_d



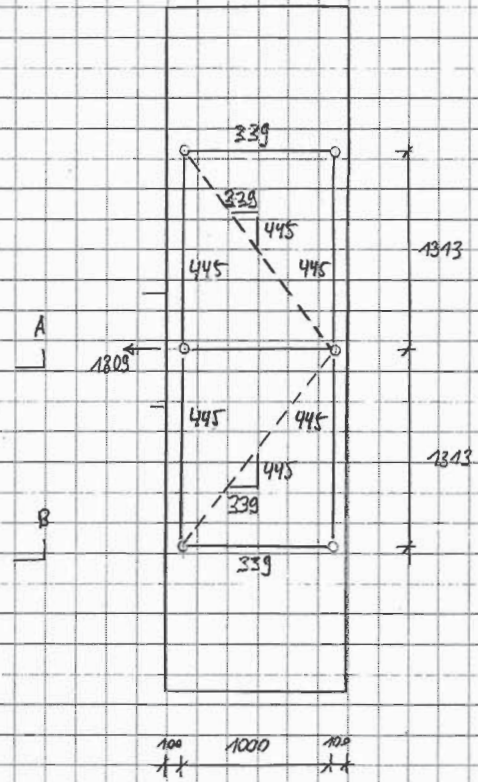
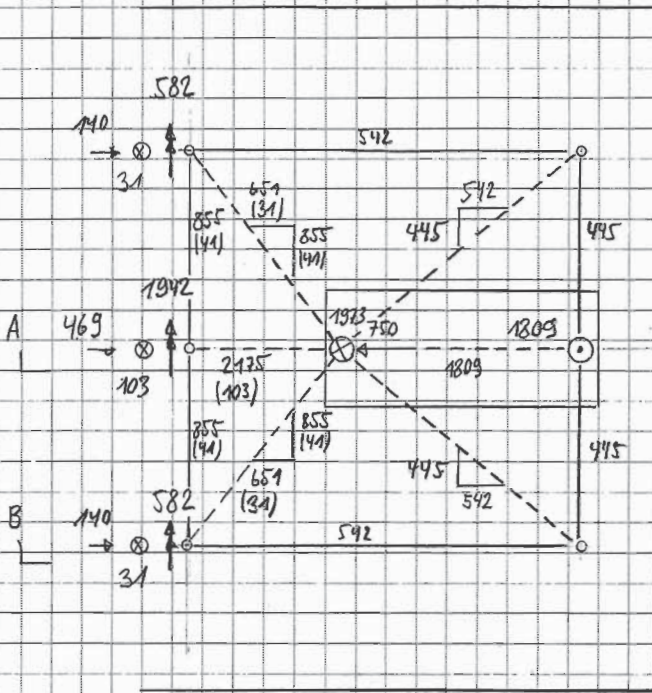
2.2 Fachwerkmodell für den Knotenbereich

- Schnittkräfte infolge Lastkombination I
- lokal am Knoten angreifende Kräfte (Anlast, Eigenlast) werden vernachlässigt (weitere Seite für Querschnittberechnung!)

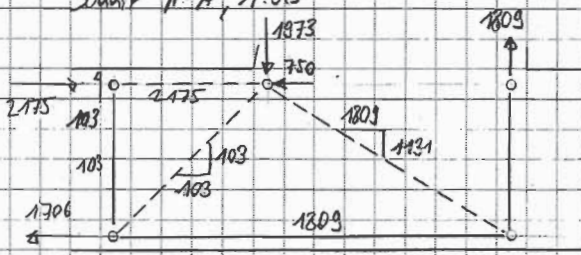
Grundriss 1:50



Schnitt C-C, 1:50



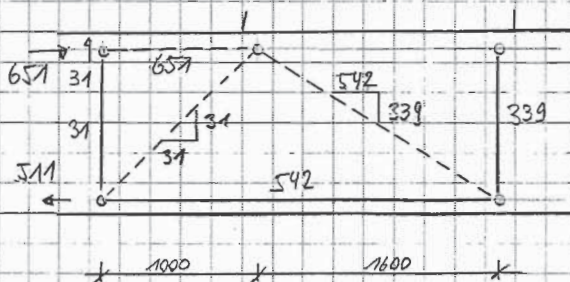
Schnitt A-A, 1:50



Bem:

FW (verstehtes Untergang) übernimmt 63% der Schnittgrößen

Schnitt B-B, 1:50



Bem:

FW (Platte) übernimmt 19% der Schnittgrößen

NB: Kontrolle des Druckverhältnisses:

$$c = \frac{2175 \cdot 10^3}{16,5 \cdot 750} = 175 \text{ mm} < 200 \text{ i.O.}$$

2.3 Bemessung der Hauptbewehrung und Nachweise Tragsicherheit

Mindestbewehrung in der Platte:

$$a_{s,min} = 0,5\% \cdot a = 1000 \cdot 1200 = 1200 \text{ cm}^2 \rightarrow \emptyset 20 @ 150$$

Bügel in der Platte:

$\emptyset 16$... werden verwendet als Distanzhalter

Anschlussbewehrung Stützscheibe:

$$T_{d1} = 1809 \text{ kN} \quad 6 \times \emptyset 30 \quad T_{rd1} = 4240 \cdot 0,435 = 1844 \text{ kN} \geq T_{d1}$$

Bügel Stützscheibe

$$V_{d1} = 750 \text{ kN}$$

$\emptyset 16 @ 150$, 2-schichtig

$$V_{rd1} = 2 \cdot \frac{0,85 \cdot 7,0}{0,15} \cdot 154 \cdot 0,435 = 759 \text{ kN} \geq V_{d1} \quad [3] \quad 4.3.3.4.3$$

Bügel im versteiften Unterring der Platte (FWM Schnitt A-A)

$$V_{d2} = 0,63 \cdot 757 = 468 \text{ kN}$$

$\emptyset 16 @ 300$, 2-schichtig

$$\dots V_{rd1} = 2 \cdot \frac{1}{0,3} \cdot 201 \cdot 0,435 = 583 \text{ kN} \geq V_{d2}$$

$$\dots V_{rd2} = 750 \cdot 1000 \cdot 0,6 \cdot 0,0265 = 3713 \text{ kN} \geq V_{d2} \quad (\text{Bekondrinh}) \quad [3] \quad 4.3.3.4.5$$

Bügel neben versteiftem Unterring der Platte (FWM Schnitt B-B)

$$V_{d3} = 0,19 \cdot 757 = 144 \text{ kN}$$

$\emptyset 16 @ 300$, 2-schichtig

$$\dots V_{rd1} = 2 \cdot \frac{1}{0,3} \cdot 201 \cdot 0,435 = 583 \text{ kN} \geq V_{d3}$$

Biegebewehrung neben versteiftem Unterring, x-Richtung, (FWM Schnitt B-B)

$$T_{d1} = 542 \text{ kN}$$

$12 \times \emptyset 20$

$$T_{rd1} = 3770 \cdot 0,435 = 1640 \text{ kN} \geq T_{d1}$$

Quersiegbewehrung FWM Schnitt C-C, y-Richtung, oben und unten

$$T_{d1} = 445 \text{ kN}$$

$6 \times \emptyset 20$
(verteilt auf 1m)

$$T_{rd1} = 1880 \cdot 0,435 = 818 \text{ kN} \geq T_{d1}$$

Aufhängebewehrung FWM Schnitt C-C, z-Richtung

$$T_{d1} = 339 \text{ kN}$$

$12 \times \emptyset 16$ (Stekbügel), 2 Bügel $\emptyset 16$, 2-schichtig

$$\dots T_{rd1} = 16 \cdot 201 \cdot 0,435 = 1399 \text{ kN} \geq T_{d1}$$

Querschnittsberechnung zur Ausbreitung der Druckzone, y-Richtung, (FINM Grundstück)

$$T_d = 855 \text{ kN}$$

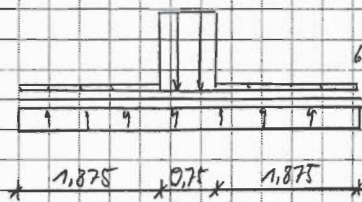
$$10 \times \varnothing 100$$

(verteilt auf 1,5m)

$$T_{rd} = 3110 \cdot 0,435 = 1366 \text{ kN} \geq T_d$$

Querebiegung in der Platte bei extremer Bodendruckung, y-Richtung, LK II

$$631 \cdot 0,6310,75 = 526 \text{ kN/m}$$



$$631 \cdot 0,19/1,875 = 63 \text{ kN/m}^2$$

$$631/4,5 = 140 \text{ kN/m}^2$$

$$m_d = 162 \text{ kN}$$

$$\varnothing 20 \times 150$$

$$m_{rd} \geq 2000 \cdot 0,435 \cdot 1,0 = 909 \text{ kN} \geq m_d$$

2.4 Tragsicherheitsnachweise Baugrund *)

Maximale Bodendruckung

$$s_d = 631/4,5 = 140 \text{ kN/m}^2 \leq \sigma_{Rd} = 150 \text{ kN/m}^2$$

Gebirgen:

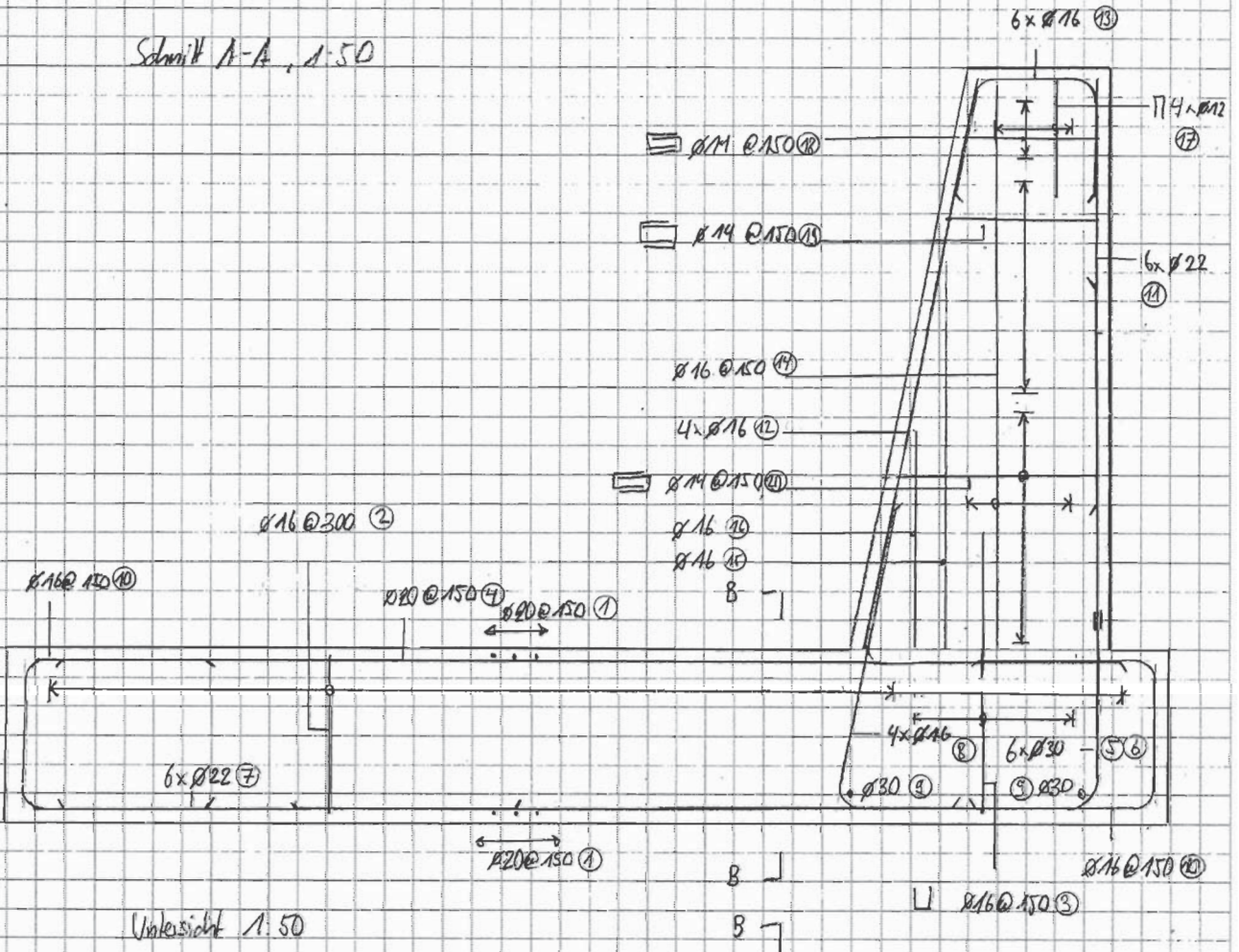
$$\Sigma F_{sd} / \Sigma F_{Rd} = 750 / 1546 = 0,47 \leq \gamma_{m,d} = 0,56$$

(Fundamentplatte wird durch gegen den Baugrund betoniert)

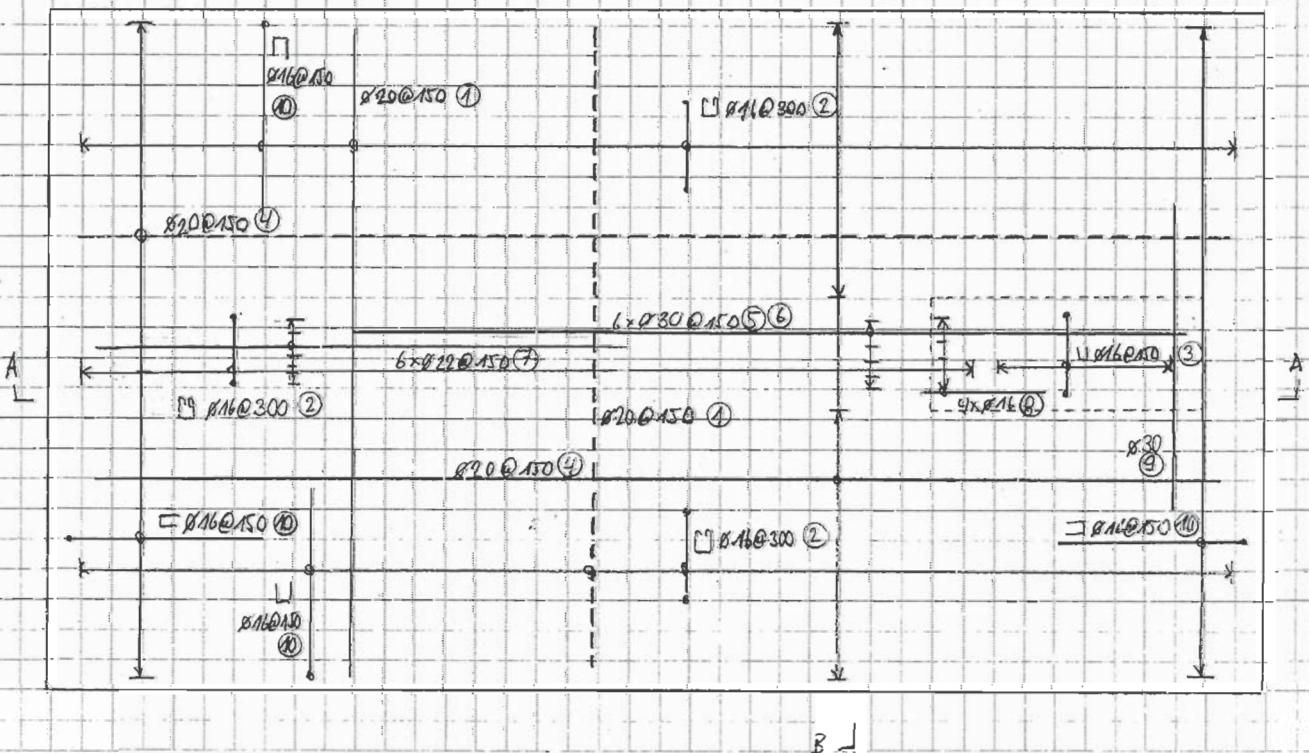
*) Muss für Grenzfall Typ 3 erfüllt sein. Da die Lastfaktoren für GR Typ 2 aber strenger sind, ist auch ein Nachweis mit dessen Lastfaktoren genügend.

2.5 Konstruktive Durchbildung

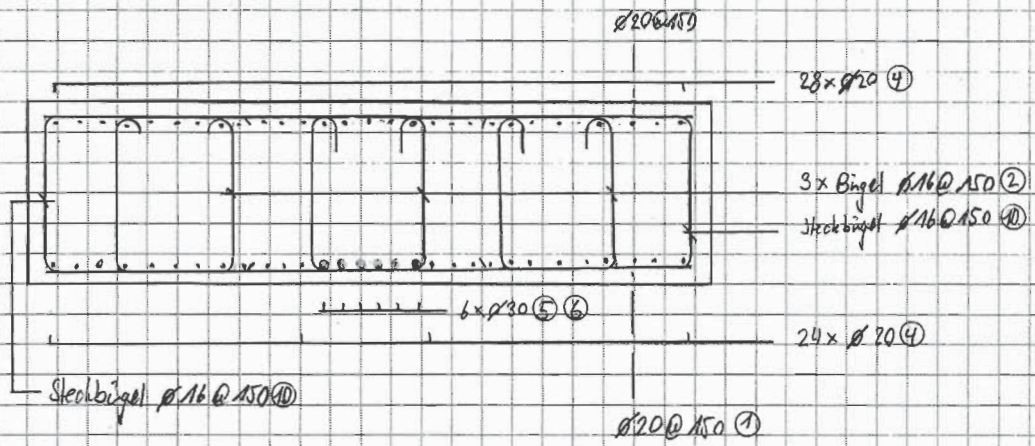
Schnitt A-A, 1:50



Untersicht 1:50



Schnitt B-B, 1:50



SCHWEIZER STAHL BARO-S · BOX-ULTRA · TOPAR 500S BOX-RING · ROLL-R · TORIP							PLAN NR. <i>Sesselbahn in der Schweiz Stahl, pp. 8-9</i>	BETONSTAHLLISTE NR. <i>1</i>	SEITE <i>1</i>
POS.	STÜCK- ZAHL	Ø mm	BG	ABGEW. LÄNGE	TOTAL- LÄNGE	KA	FORM (AUSSENMASSE IN cm) OHNE BESONDERE ANGABEN WERDEN DIE BETON- STÄHLE NACH SIA-NORM 162 ABGEBOGEN	BEMERKUNGEN	
1	104	20		410	42'640				
2	73	16		324	23'652				
3	8	16		466	3'728				
4	52	20		760	39'520				
5	3	30		910	2'730			Schraubverbindung	
6	3	30		960	2'880			Schraubverbindung	
7	6	22		350	2'100				
8	4	16		260	1'040				
9	2	30		200	400				
10	160	16		349	55'840				
11	6	22		300	1'800				
12	4	16		390	1'560				
13	6	16		276	1'656				
14	6	16		380	2'280				
15	2	16		280	560				
16	2	16		200	400				
17	4	12		185	740				
18	8	14		237	1'896				
19	12	14		267	3'204				

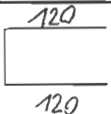
SCHWEIZER STAHL
BARO-S · BOX-ULTRA · TOPAR 500S
BOX-RING · ROLL-R · TORIP

PLAN NR.

BETONSTAHLLISTE
NR.

SEITE

2

POS.	STÜCK- ZAHL	Ø mm	BG	ABGEW. LÄNGE	TOTAL- LÄNGE	KA	FORM (AUSSÉNMASSE IN cm) OHNE BESONDERE ANGABEN WERDEN DIE BETON- STÄHLE NACH SIA-NORM 162 ABGEBOGEN	BEMERKUNGEN
20	12	14		305	3'660		65 	
<u>Total:</u>								
	Ø 12			7,4 m	7 kg			
	Ø 14			87,6 m	106 kg			
	Ø 16			907,16 m	1433 kg			
	Ø 20			821,6 m	2'029 kg			
	Ø 22			21,0 m	63 kg			
	Ø 30			60,1 m	334 kg			
					<hr/> 3'972 kg			

Die grauen Felder sind für die EDV-Verarbeitung des Stahlhandels freizulassen