

# Grundbau Beleg

Paul Debus

Matrikelnummer: 110113

19. Juni 2014

# 0 Aufgabenstellung

Bauhaus-Universität Weimar

Fakultät Bauingenieurwesen

Professur Grundbau

## Beleg – Grundbau

Die Aufgabenstellung ist für das SS 2014 - WS 2014/15 gültig.

Abgabe: 23.06.2014

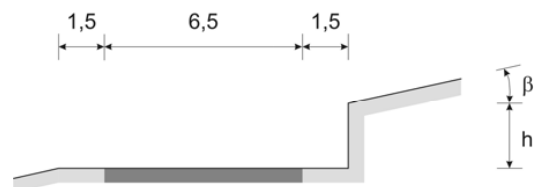
Bearbeiter	–	–	–	–	–	–	Seminargruppe	E-Mail Adresse
	Matrikel-Nr.	A	B	C				

### Aufgabe 1: Bemessung einer Stützmauer an einem Hang

An einer bestehenden Ortsverbindungsstraße (RQ 9,5, Bauklasse III) befindet sich bergseitig auf 30 m Länge eine alte Naturstein-Stützmauer. Es ist geplant die vorhandene Mauer durch ein neues Stützbauwerk zu ersetzen. Der vorhandene homogene Baugrund ist durch eine 0,2 m mächtige Kulturbodenschicht überdeckt. Es ist mit Sickerwasser zu rechnen. Der Hang wird als Wiesenflächen genutzt (Verkehrslast).

#### Bodenkennziffern

	$\varphi'$	$c'$	$\gamma$	$E_s$	$I_c/I_D$
	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[-]
SW	35	0	20	50	$I_D = 0,5$
SU	33	2,5	21	40	$I_D = 0,5$
UM	28	10	18	15	$I_C = 1,0$
TL	30	5	19	20	$I_C = 1,0$



**Verteiler** (Kennziffer entspricht den letzten drei Stellen der Matrikel-Nummer); (zählweise: 0 – 9)

Stützmauerhöhe [m]	2,6	3,5	2,8	3,3	3,0	3,1	3,2	2,9	3,4	2,7
Hangneigung $\beta$ [°]	5	8	9	11	7	7	9	6	8	9
Bodenart	SW	SU	TL	SW	UM	TL	SU	TL	UM	SW

#### Gesucht:

##### 1. Nebenbetrachtungen

Entwickeln Sie drei verschiedene Möglichkeiten den Hang durch ein neues Bauwerk zu sichern. Stellen Sie die gewählten Lösungen zeichnerisch dar (incl. technischer Details; Maßstab – 1:50). Nennen Sie Vor- und Nachteile bzgl. des Aufwandes bei der Bauausführung, der Langlebigkeit und des Materialverbrauches der einzelnen (drei) Stützmauer Ausführungen unter Berücksichtigung des vorhandenen Baugrundes. Wählen Sie aus den erarbeiteten Varianten eine Vorzugsvariante für Ihre weiteren Berechnungen. Begründen Sie Ihre Wahl.

##### 2. Erläuterungsbericht

Entwicklung der Zielstellungen zum Entwurf, Erläuterungen zu Entwurf, Berechnung und Bauausführung der Stützkonstruktion, Darstellung des Entwurfes im Grundriss und Vertikalschnitt

##### 3. Berechnung der Stützkonstruktion nach DIN 1054

Lastannahmen, Auswahl und Darstellung der relevanten Lastfälle (mit Skizze)

*Tragfähigkeitsnachweise:*

Gleitsicherheit, Grundbruchsicherheit, Geländebruchsicherheit

*Gebrauchstauglichkeitsnachweise:*

Ausmitte, Setzung, Kopfpunktauslenkung, überschlägliche Bemessung des Stützbauwerks in den kritischen Schnitten

## Beleg – Grundbau

Die Aufgabenstellung ist für das SS 2014 - WS 2014/15 gültig.

Abgabe: 23.06.2014

	-	-	-	-	-		
Bearbeiter	Matrikel-Nr.	A	B	C	Seminargruppe	E-Mail Adresse	

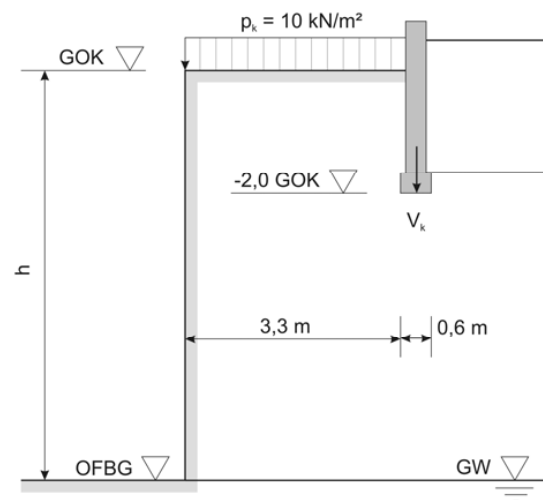
### Aufgabe 2: Entwurf und Bemessung eines Baugrubenverbaues

Im Zuge eines Neubaus wird eine Baugrubensicherung notwendig. Für die temporäre Sicherung ist eine verankerte Trägerbohlwand vorgesehen. Neben der geplanten Baugrube befindet sich in einem Abstand von 3,3 m ein dreigeschossiges einfach unterkellertes Wohngebäude. Das Streifenfundament erhält in der Sohle eine lotrecht mittig angreifende charakteristische Linienlast von  $V_k = 90 \text{ kN/m}$  (95% Eigengewicht und 5% Verkehrslast).

Der Baugrund ist homogen. Ab Höhe der Baugrubensohle ist bauzeitlich mit anstehendem Grundwasser zu rechnen.

#### Bodenkennziffern

	$\varphi'$	$c'$	$\gamma$	$E_s$	$I_C/I_D$
	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[-]
SU	35	2,5	22	90	$I_D = 0,5$
SW	32	0,0	18	60	$I_D = 0,5$
TL	25	10	21	40	$I_C = 1,1$
UM	28	7,5	18	10	$I_C = 1,2$



**Verteiler** (Kennziffer entspricht den letzten zwei Stellen der Matrikel-Nummer); (zählweise: 0 – 9)

Baugrubentiefe [m]	4,2	5,1	4,4	4,9	4,6	4,7	4,8	4,5	5,0	4,3
Bodenart	SW	SU	TL	SW	UM	TL	SU	TL	UM	SW

#### Gesucht:

##### 1. Entwurf der Verbaukonstruktion

*Entwurfszeichnungen:* Vertikalschnitt und Grundriss der Konstruktion, Festlegung der zu ermittelnden Größen und geometrischen Definition (Wand und Verankerung)

*Erläuterungsbericht:* mit Argumenten zu Entwurf und Ausführung der Wand

##### 2. Berechnung und Bemessung des verankerten Verbaus nach DIN 1054

Lastannahmen, Auswahl und Darstellung der relevanten Lastfälle (mit Skizze), Berechnung des Erddruckes (incl. Darstellung der Lastflächen), Nachweis der Einbindetiefe, Ermittlung der Schnittgrößen für alle zu berechnenden Lastfälle, Bemessung der Trägerbohlwand, Nachweis der Vertikalkräfte, Bemessung der Verankerung: Gurtung, Ankerquerschnitt und Ankerabstand \*

##### 3. Konstruktionszeichnungen

Vertikalschnitt und Grundriss durch die Baugrubenwand, Detail Ankeranschluss

\* Der Nachweis der erforderlichen Ankerlänge (tiefe Gleitfuge) ist in diesem Beleg nicht erforderlich

## Beleg – Grundbau

Die Aufgabenstellung ist für das SS 2014 - WS 2014/15 gültig.

Abgabe: 23.06.2014

	-	-	-	-	-		
Bearbeiter	Matrikel-Nr.	A	B	C	Seminargruppe	E-Mail Adresse	

### Aufgabe 3 – Gründung einer Hallenkonstruktion

Ein Binder der dargestellten Hallenkonstruktion ist zu gründen. Der Binderabstand soll 9 m betragen. Die Aufgabenstellung umfasst eine Variantenuntersuchung sowie die Bearbeitung der Vorzugslösung der Gründung.

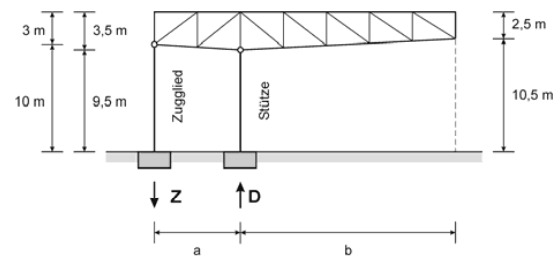
Die Lasten der Dachkonstruktion werden durch eine kombinierte Tragwirkung einer Druckstütze (Kastenprofil 300/500 mm, geschweißte Bleche) und eines Zuggliedes (Rohrquerschnitt) zur Oberfläche geleitet (siehe unten). Angreifende Windlasten sind bei der Stützenbemessung näherungsweise zu berücksichtigen. Der als Baugrund anstehende Boden ist als homogen anzunehmen. Ab einer Tiefe von 5 m unter GOK ist mit schwach betonaggressivem Grundwasser zu rechnen. Die Geländeoberfläche kann als annähernd horizontal vorausgesetzt werden.

**Verteiler 0 – 9** (Kennziffer entspricht den letzten drei Stellen der Matrikel-Nummer)

Standort	[-]	A	C	D	B	C	A	D	C	B	A
Länge a	[m]	5,0	4,5	4,0	4,5	5,0	5,5	4,5	5,5	5,5	4,5
Länge b	[m]	76	76	70	78	72	74	68	70	72	78

**Bodenkennwerte** (charakteristisch)

Standort		$\varphi'$	$c'$	$\gamma$	$I_D$	$E_s$
		[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[MN/m <sup>2</sup> ]
A	SW	35	0	18	0,7	80
B	SU	32	5	19	0,6	60
C	GW	37	0	21	0,9	100
D	SE	34	0	17	0,8	90



**Lasten** (charakteristisch)

Vertikalkräfte		Anteil g	Anteil p
Druckkraft D	[kN]	4300	550
Zugkraft Z	[kN]	1100	250

**Gesucht:**

#### 1. Variantenuntersuchung zur Gründungsaufgabe

Erläuterungsbericht und Entwurfszeichnungen mit Argumenten zu Entwurf, Berechnung und Ausführung, Entwicklung von mindestens zwei Varianten, Auswahl einer Vorzugslösung

#### 2. Geotechnische Berechnungen zur Vorzugslösung

Nachweise zur Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit für die Gründung des Binders, Ermittlung der Verformungen am Zugfundament (linkes Fundament) infolge der Bauabschnitte.

#### 3. Konstruktionszeichnung zur Vorzugslösung

Querschnitt, Grundriss und wesentliche Details für beide Gründungsaufgaben; Darstellung der Bewehrungsführung mit Maßen und Baustoffangaben

## Beleg – Grundbau

Die Aufgabenstellung ist für das SS 2014 - WS 2014/15 gültig.

Abgabe: 23.06.2014

	-	-	-	-	-	-		
Bearbeiter	Matrikel-Nr.	A	B	C	Seminargruppe	E-Mail Adresse		

### Hinweise zur Belegbearbeitung im Fachgebiet Grundbau

#### Gliederung

Aufgabenstellung

Inhaltsverzeichnis

Aufgabe 1 (entsprechend Aufgabenstellung)

Erläuterungsbericht (Variantenuntersuchung/Bauablaufplan)

Bemessung (Nachweise der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit)

Konstruktionszeichnungen

Nebenbetrachtungen

- Aufgabe 2 (entsprechend Aufgabenstellung)

- Aufgabe 3 (entsprechend Aufgabenstellung)

Literaturliste

sonstige Anlagen

#### Erläuterungsbericht

Charakteristik der Aufgabe und der Standortbedingungen, Argumente zum Entwurf, d.h. zu möglichen Varianten, zur Vorzugslösung, zu den konstruktiv-technologischen Festlegungen. Bauablauf stichwortartig.

#### Berechnungen

Alle Berechnungen und Bemessungen sind entsprechend der DIN 1054:2010 durchzuführen. Bei der Ausarbeitung gelten die folgenden Grundsätze:

- Alle Berechnungsgrundlagen sind zu nennen.
- **Die Berechnungen sind prüffähig zu gestalten.**
- Die Statik ist zu gliedern.
- Zur Tragwerksdefinition sind entsprechende Detaillierungen in Skizzen festzuhalten.
- Die Ergebnisse sind visuell hervorzuheben und abschließend zu beurteilen.
- Die Wahl der Lastfälle ist zu diskutieren. Verwendete Normen und Fachliteratur sind anzugeben.

#### Konstruktionszeichnungen

mit allen Bauelementen, geschätzten Abmessungen und Baustoffen

Die Zeichnungen sind entsprechend der genormten Anforderungen auszuführen.

- Grundsatz: Grundriss, Vertikalschnitt, Details
- Blattgröße: Höhe A4
- Maßangaben:
  - Längen und Breiten → Grundriss
  - Höhen → Vertikalschnitt
  - Vertikalschnitt im Erdreich → Bodenprofil und Wasserstand angeben.

#### Form

Der Beleg ist einem Hefter abzugeben.

Die Zeichnungen sind zu falten (nicht in Folientaschen verpacken).

# Inhaltsverzeichnis

<b>0 Aufgabenstellung</b>	<b>ii</b>
<b>1 Aufgabe 1</b>	<b>1</b>
1.1 Erläuterungsbericht . . . . .	1
1.2 Bemessung . . . . .	5
1.2.1 Lastannahmen und Lastfälle . . . . .	5
1.2.2 Ermittlung der Einwirkungen . . . . .	6
1.2.3 Nachweis Kippsicherheit GZ EQU . . . . .	6
1.2.4 Nachweis Grundbruchsicherheit GZ GEO.2 . . . . .	7
1.2.5 Nachweis Gleitsicherheit GZ GEO-2 . . . . .	7
1.2.6 Nachweis der Setzungen . . . . .	8
1.3 Konstruktionszeichnungen . . . . .	8
1.4 Nebenbetrachtungen . . . . .	8
<b>2 Aufgabe 2</b>	<b>9</b>
2.1 Entwurf der Verbaukonstruktion . . . . .	9
2.1.1 Erläuterungsbericht . . . . .	9
2.1.2 Vertikalschnitt und Grundriss . . . . .	9
2.1.3 Geometrische Definition und Festlegung der zu ermittelnden Größen . . . . .	9
2.2 Bemessung . . . . .	10
2.2.1 Lastannahmen . . . . .	10
2.2.2 Lastfälle . . . . .	10
2.2.3 Lastflächen . . . . .	11
2.2.4 Berechnung des Erddrucks . . . . .	12
2.2.5 Erddruckumlagerung . . . . .	14
2.2.6 Berechnung der erforderlichen Einbindetiefe $t_0$ . . . . .	15
<b>3 Abbildungsverzeichnis</b>	<b>18</b>
<b>4 Literatur</b>	<b>19</b>

# 1 Aufgabe 1

## Festlegung der eigenen Parameter aus Verteiler

Matrikelnummer 110113

- Stützmauerhöhe 3,3m
- Hangneigung  $11^\circ$
- Bodenart SW
- $\varphi' = 35^\circ$
- $c' = 0 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
- $\gamma = 20 \text{ [kN/m}^3\text{]}$
- $E_s = 50 \text{ [MN/m}^2\text{]}$
- $l_c/l_o = 0.5$

## 1.1 Erläuterungsbericht

### Charakteristik der Aufgabe und des Standortes

Es soll eine 30m lange Stützmauer entlang einer Straße erneuert werden. Dazu soll die vorhandene Natursteinmauer durch ein neues Bauwerk ersetzt werden. Der anstehende Boden ist ein abgestufter Kies, der von 0.2m Mutterboden bedeckt wird. Der Hang wird als Wiese genutzt und es mit Sickerwasser zu rechnen. Im folgenden werden drei Varianten für das neue Bauwerk beschrieben, von denen dann eine ausgewählt und bemessen wird.

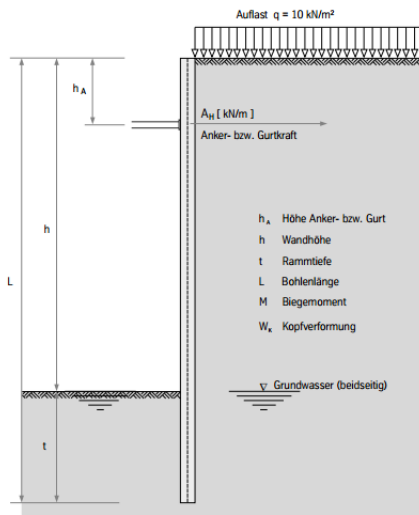
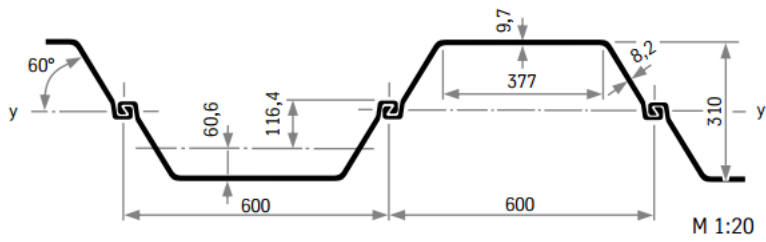
### Variante 1: Spundwand

Eine Spundwand ist ein in den Boden gerammtes Stahlprofil, welches als wie ein Kragträger wirkt. Durch den guten Verbund der einzelnen Elemente, sind Spundwände praktisch wasserdicht. Ab einer gewissen Höhe verankert man Spundwände horizontal in den Boden um Verformungen und Momente in der Baugrubensohle zu reduzieren und damit die Einbindelänge. Spundwände werden vor allem für den Baugrubenverbau eingesetzt, da sie sehr schnell zu montieren sind und nach dem Abbau wieder verwendet werden können. Für dauerhafte Bauten werden Spundwände besonders im Hafenbau eingesetzt, aber auch im Straßenbau zur Hangsicherung.

Der Aufwand bei der Bauausführung ist sehr gering, da die Spundwand einfach hinter der schon bestehenden Wand eingerammt werden kann und man diese danach abtragen kann. Bei anderen Befestigungen wie z.B. einer Winkelmauer ist eine Baugrube erforderlich, die allein schon eine Spundwand zur Absicherung braucht. Der Montageaufwand ist daher im Vergleich zu anderen Verfahren sehr gering.

Da Spundwände aus Stahl hergestellt werden, muss sich auch um Korrosionsschutz Gedanken gemacht werden. Gerade auf der Seite des anstehenden Bodens ist dieser nur sehr schwer zu leisten, sodass eine Spundwand nicht verlässlich vor Korrosion geschützt werden kann. Da ein Dauerbauwerk auf mehrere Jahrzehnte ausgelegt wird (wenn nicht sogar noch länger), wird es irgendwann zu Einschränkungen der Tragfähigkeit einer Spundwand kommen.

Für kurzzeitige Verbaue sind Spundwände sehr gut geeignet, bei Dauerbauwerken kann man Probleme mit der Haltbarkeit bekommen.





## Variante 2: Gabione

Gabionen sind mit Steinen gefüllte Drahtkörbe, die zu einer Mauer aufgebaut werden und wie eine Gewichtsmauer wirken. Bei der Füllung ist auf die Auswahl von frost- und Witterungsbeständigem Material zu achten. Die Füllung kann geschüttet werden (wirtschaftlich) oder per Hand gestapelt werden (ästhetisch). Gabionen werden in der Landschaftsarchitektur, im Wasserbau sowie im Straßen- und Wegebau zum Aufbau von Wällen, zur Errichtung von Sicht- oder Lärmschutzanlagen, zur Böschungsbefestigung und als Stützmauer (etwa als Alternative zu konventionellen Trockenmauern in Weinbergen) eingesetzt.

Ein Vorteil der Gabionen gegenüber z.B. einer Spundwand ist die gute Anpassungsfähigkeit dem Gelände gegenüber. Außerdem sind sie durch geringen technologischen Aufwand und günstige Baustoffe relativ wirtschaftlich herzustellen. Außerdem sind sie ökologisch nachhaltiger als andere Befestigungen, da sie sich leicht begrünen lassen und so Kleintieren einen Lebensraum bieten können.

Früher wurden Gabionen so geplant, dass sie von der Vegetation durchwachsen werden, während gleichzeitig der Draht der Körbe verrostet, sodass wie eine natürliche Befestigung wirkt. Heute werden die Körbe aus verzinktem Stahl gefeiert, sodass sie auch mehrere Jahrzehnte stabil bleiben. Bei grober Füllung der Körbe sind Gabionenwände auch wasserdurchlässig und erhalten so den natürlichen Wasserfluss.

Die Herstellung der Gabionenwand ist nicht aufwändig und geht relativ schnell, je nach Qualität des vorhandenen Fundamentes der bisherigen Mauer, sind Betonarbeiten nötig, die den Umfang der Projektes vergrößern.

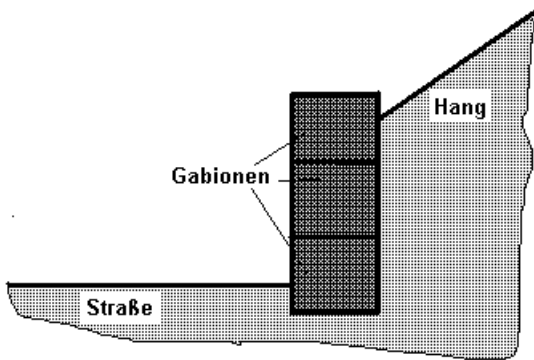


Abbildung 3: Längsschnitt durch eine Gabionenwand [Wikipedia - Gabione]

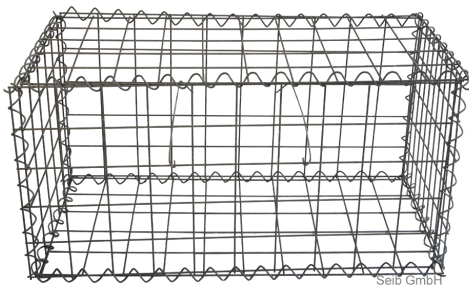


Abbildung 4: Ein Gabionenkorb [Seib Natursteine GmbH]

### Variante 3: Gewichtsmauer

Gewichtsmauern sind massive, meist aus unbewehrtem Beton hergestellte Hangsicherungsbauwerke. Sie gleichen in Bau- und Wirkungsweise den Gewichtsstaumauern aus dem Wasserbau.

Gewichtsmauern lassen sich sehr gut an das Gelände anpassen und können auch gut in großen Maßen hergestellt werden. Allerdings brauchen sie relativ viel Material und haben einen relativ langen Herstellungsprozess. Außerdem muss eine Baugrube ausgehoben werden.

In der Pflege im Bestand des Bauwerkes sind Betonmauern generell sehr einfach, da Beton ein wetterfestes Material ist.

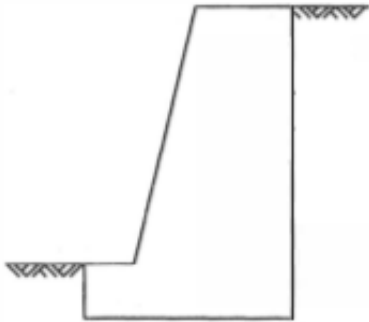


Abbildung 5: Längsschnitt durch eine Gewichtsmauer [Schneider, 11.63]

### Auswahl einer der Varianten

Jede der drei vorgestellten Varianten hat besondere Vorzüge und ist für bestimmte Szenarien besser geeignet als die anderen. In diesem Fall wähle ich die **Gabione**. Diese Wahl treffe ich besonders aufgrund des Sickerwassers, das an diesem Hang eintrifft. Bei anderen, wasserundurchlässigen Bauwerken muss sich um die Wasserhaltung gesondert Gedanken gemacht werden und es müssen zusätzliche Entwässerungsanlagen geplant werden. Dies alles ist bei Gabionen nicht der Fall. Weitere Gründe für die Gabione sind eine Tragweise vergleichbar mit der einer Gewichtsmauer, verbunden mit einer Montagegeschwindigkeit, die eher einer Spundwand entspricht. Außerdem kann man dieses Bauwerk sehr gut an die Form des Hanges anpassen.

In diesem Fall kommt noch dazu, dass sowohl das Material der vorhandenen Stützmauer als auch der anstehende Boden verwendet werden kann, die Körbe zu befüllen.

In meiner Erfahrung sind Gabionen sehr häufig anzutreffende Bauwerke für diesen Zweck. Auch optisch passt eine Gabione besser in die Landschaft einer Wiese, als eine doch sehr massive Stahl- oder Betonkonstruktion.

### Konstruktiv-technologische Festlegungen

Aus technologischen Gründen werden Körbe von 1m Höhe, 2m Tiefe und 3m Breite verbaut. Um die nötige Höhe von 3.3m zu überwinden, werden 4 Körbe übereinander gestapelt. Daraus ergibt sich eine Einbindetiefe der Körbe von 70cm. Die Körbe werden wie eine Treppe mit jeweils 30cm Versatz aufeinander gestapelt. Insgesamt ergibt das einen Versatz von 90cm, also einen Wandneigungswinkel von  $-12.7^\circ$ .

Um eine monolithische Wirkung zu erreichen, da die Körbe erst vor Ort auf der Baustelle gefüllt werden, wird das vorhandene Material verwendet. Außerdem kann das abgetragene Material der alten Mauer verwendet werden. Allerdings wird die Wichte etwas reduziert angesetzt, da die feinen Anteile aus den Körben heraus rieseln. Ich setze eine Wichte von  $16kN/m^3$  an.

## Bauablauf

- Absperrung der Straße
- Abtragen des Mutterbodens oberhalb
- Einrammen einer Spundwand als Baugrubensicherung
- Rückbau der vorhandenen Wand und Abtragen des anstehenden Bodens
- Ausheben der Baugrube
- Aufstellen der Gabionen und lagenweises Hinterfüllen und verdichten des Bodens
- Nach jeder neuen Lage die Blöcke mit der Lage darunter monolithisch verbinden
- Bau eines Entwässerungsgrabens entlang der Straße am Fuße der Stützmauer
- Entfernen der Spundwand und der Absperrung
- Wiederherstellung der Wiese

## 1.2 Bemessung

### 1.2.1 Lastannahmen und Lastfälle

Die einwirkenden Kräfte aus dem Boden ergeben sich aus der Aufgabenstellung. Dazu wird auf der Wiese eine Last von  $20 \text{ kN/m}^2$  angesetzt, davon  $10 \text{ kN/m}^2$  als ständige Last und  $10 \text{ kN/m}^2$  als Verkehrslast.

### Lastfall aktiver Erddruck und ständige Auflast

Annahme:  $\delta_a = |\alpha| = 12.7^\circ \rightarrow E_{av} = 0$  [WSP, S.149]

$$E_a = E_{ah} = 1/2 \gamma' h^2 K_{ag} + ph K_{ap} - ch K_{ac}$$

Der Boden hat keine Kohäsion. Deshalb:

$$E_a = E_{ah} = 1/2 \gamma' h^2 K_{ag} + ph K_{ap}$$

$$K_{agh} = \left[ \frac{\cos(\varphi - \alpha)}{\cos \alpha \left( 1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta_a) \sin(\varphi - \beta)}{\cos(\alpha - \beta) \cos(\alpha + \delta_a)}} \right)} \right]^2 = \left[ \frac{\cos(35^\circ - (-12.7^\circ))}{\cos(-12.7^\circ) \left( 1 + \sqrt{\frac{\sin(35^\circ + 12.7^\circ) \sin(35^\circ - 11^\circ)}{\cos((-12.7^\circ) - 11^\circ) \cos((-12.7^\circ) + 12.7^\circ)}} \right)} \right]^2$$

$$K_{agh} = 0.0.1925$$

$$K_{aph} = K_{agh} \frac{\cos \alpha \cos \beta}{\cos(\alpha - \beta)} = 0.2013$$

$$E_a = E_{ah} = 1/2 \gamma' h^2 K_{ag} + ph K_{ap} = 27.6 \text{ kN/m}$$

$$y_{E_a} = \frac{2e_{ah1} + e_{ah2}}{e_{ah1} + e_{ah2}} \frac{h}{3} = 1.512 \text{ m}$$

Abbildung 6: Erddruckverteilung [Paul Debus]

## **Lastfall Verkehrslast**

### **1.2.2 Ermittlung der Einwirkungen**

$$G_k = \text{Tiefe}_{Block} * \text{Höhe}_{Block} * \text{Anzahl}_{Blöcke} * \gamma_{Block} = 2m * 1m * 4 * 16kN/m^3 = 128kN/m$$

$$V_k = 0 \text{ Aus Annahme für aktiven Erddruck}$$

$$H_k = 27.6kN/m \text{ Aktiver Erddruck}$$

Schnittgrößen in der Sohlfuge:

$$N_k = V_k + G_k = 128kN/m$$

$$T_k = H_k = 27.6kN/m$$

$$M_k = H_k * y_{Ea} = 27.6kN/m * 1.512m = 41.719kNm/m$$

$$e = \frac{M_k}{N_k} = \frac{41.719kNm/m}{120kN/m} = 0.326m$$

### **1.2.3 Nachweis Kippsicherheit GZ EQU**

Berechnungen nach [WSP, S.97]. Das Verfahren ist anwendbar, da mindestens mitteldicht gelagerter nicht-bindiger Boden vorliegt.

Prüfen, ob die Sohldruckresultierende aus ständigen Belastungen innerhalb der ersten Kernweite liegt:

Bedingung:  $e \leq b/6 = 0.33m$

$$0.326m \leq 0.33m \checkmark$$

Prüfen, ob die Sohldruckresultierende aus ständigen und veränderlichen Belastungen innerhalb der zweiten Kernweite liegt:

Bedingung:  $e \leq b/3 = 0.66m$

Rechnung analog zu nur ständige Einwirkungen.

$$E_{a,2} = 34.24kN/m$$

$$M_{k,2} = 44.98kNm/m$$

$$e_2 = 0.351m \leq 0.66m \checkmark$$

#### 1.2.4 Nachweis Grundbruchsicherheit GZ GEO.2

Berechnung nach [WSP, S.99].

**Beanspruchungen:**

$$V_d = V_G * \gamma_G = 128kN/m * 1.35 = 172.8kN/m$$

##### Widerstände

Berechnung der geometrischen Parameter:

$$a' = 1m \text{ Meterstreifen, da Streifenfundament}$$

$$b' = b - 2e = 2m - 2 * 0.326m = 1.348m$$

$$\tan \delta = T/N = 0.216$$

$$\delta = 12.55^\circ \rightarrow \text{Der Gleitkörper verschiebt sich in Richtung von T.}$$

Bestimmung des Widerstandes (keine Kohäsion):

$$R_n = a'b'(\gamma_1 d N_d + \gamma_2 b' N_b)$$

	Gründungstiefe	Gründungsbreite
<b>Tragfähigkeit</b>	33.296	22.614
<b>Form</b>	1	1
<b>Lastneigung</b>	0.615	0.483

$$N_d = N_{d,0} \gamma_d i_d = 33.296 * 1 * 0.615 = 20.485$$

$$N_b = N_{b,0} \gamma_b i_b = 22.614 * 1 * 0.483 = 10.913$$

$$R_n = 1 * 1.348 * (20 * 0.7 * 20.485 + 20 * 1.348 * 10.913) = 783.913kN/m$$

$$R_d = R_n / \gamma_{R,v} = 783.913 / 1.4 = 559.938kN/m$$

$$N_d = 172.8kN/m < R_d = 559.938kN/m \checkmark$$

Grundbruchsicherheitsnachweis erfüllt!

#### 1.2.5 Nachweis Gleitsicherheit GZ GEO-2

Berechnung nach [WSP, S.98]. Der Erdwiderstand auf der anderen Seite wird nicht angesetzt.

**Beanspruchungen:**

$$H_d = H_{G,k} \gamma_G + H_{Q,k} \gamma_Q$$

$$H_{G,k} = E_{agh} = 27.6kN/m$$

$$H_{Q,k} = E_{aph} = ph K_{ap} = 10kN/m^2 * 3.3m * 0.2013 = 6.643kN/m$$

$$H_d = 27.6kN/m * 1.35 + 6.643kN/m * 1.5 = 47.2245kN/m$$

**Widerstände:**

$$R_d = R_k / \gamma_{R,h} = R_k / 1.1$$

$$R_k = V'_k \tan \delta_k$$

$$V'_k = G_k + E_{a,v} = G_k + 0 = 128 \text{ kN/m}$$

$$\delta_k = \varphi (\max 35^\circ) = 35^\circ$$

$$R_k = 128 \text{ kN/m} * \tan(35^\circ) = 89.63 \text{ kN/m}$$

$$R_d = R_k / 1.1 = 89.63 \text{ kN/m} / 1.1 = 81.48 \text{ kN/m}$$

$$H_d = 47.2245 \text{ kN/m} < R_d = 81.48 \text{ kN/m} \checkmark$$

Gleitsicherheitsnachweis erfüllt!

**1.2.6 Nachweis der Setzungen**

Berechnung nach [WSP, S.68]. Bei einem Streifenfundament keine Verdrehung in der langen Richtung, da keine Ausmitte der Last.

Annahme:  $a = 10b$  und  $z = 2b$

Gesamtsetzung:  $s = s_m \pm s_x$

Setzungsbeiwerte und Verkantungsbeiwerte:

Auslesen aus Tabelle [WSP, s.69] für  $f(10;2)$ :

- $f = 0.9655$
- $f_x = 0.0108$
- $f_y = 0.4482$  nicht benötigt

Mittlere Setzung aus zentrischer Last:

$$s_m = \frac{\sigma_1 b}{E_m} f$$

$$E_m = E_s / \kappa = \frac{50}{2/3} = 75 \text{ MN/m}^2, \kappa = 2/3 \text{ für Sand und Schluff}$$

$$\sigma_1 = \frac{V}{ab} = \frac{128}{2 * 20} = 3.2 \text{ kN/m}^2$$

$$s_m = \frac{3.2 \text{ kN/m}^2 * 2 \text{ m}}{75000 \text{ kN/m}^2} 0.9655 = 0.000082 \text{ m} = 0.082 \text{ mm}$$

Verdrehung durch ausmittige Last:

$$s_x = \tan \alpha_y * \frac{a}{2}$$

$$\tan \alpha_y = \frac{M_y}{b^3 E_m} f_x$$

$$M_y = -V e_x = 128 \text{ kN/m} * 0.326 \text{ m} = -41.73 \text{ kNm/m}$$

$$\tan \alpha_y = \frac{-41.73 \text{ kNm/m}}{(2 \text{ m})^3 * 75000 \text{ kN/m}^2} 0.0108 = -7.5114 * 10^{-7}$$

$$s_x = \tan \alpha_y * a / 2 = -7.5114 * 10^{-7} * 20 / 2 = -7.5114 * 10^{-6} \text{ m} = -0.0075114 \text{ mm}$$

**Gesamtsetzung:**

Die Gesamtsetzungen sind weit weniger als 1mm, also sehr gering und damit nicht relevant.

**1.3 Konstruktionszeichnungen****1.4 Nebenbetrachtungen**

## 2 Aufgabe 2

### Festlegung der eigenen Parameter aus Verteiler

Matrikelnummer: 110113

- Baugrubentiefe: 4.9m
- Bodenart: SW
- $\varphi' : 32^\circ$
- $c' = 0$
- $\gamma = 18kN/m^3$
- $E_s = 60MN/m^2$
- $l_D = 0.5$

### 2.1 Entwurf der Verbaukonstruktion

#### 2.1.1 Erläuterungsbericht

Die zu stützende Baugrube hat eine Tiefe von 4.9m. Das gewählte Bauwerk ist eine einfach ausgesteifte und frei aufgelagerte Trägerbohlwand. Der Anker wird nach 1m Höhe, also 3.9m über der Baugrubensohle angebracht. Er soll helfen die Lasten aus der benachbarten Bebauung aufzunehmen und gleichzeitig die Verformungen so gering zu halten, dass das benachbarte Wohnhaus nicht beschädigt wird.

Bei der Baudurchführung werden zuerst die Träger in den Boden gerammt. Dann wird begonnen die Baugrube auszuheben. Dabei werden nach und nach die Bohlen eingebracht und mit Holzkeilen befestigt. Nach etwa 1.5m bis 2m wird der Aushub pausiert um die Anker einzubringen. Diese Aushubtiefe ist absolut unproblematisch, da die Träger auf eine größere Grube bemessen werden. Nach dem Einbringen der Träger, wird die Grube zu Ende ausgehoben und der Neubau kann beginnen. Nach Abschluss der Bauarbeiten erfolgt der Rückbau genau in umgekehrter Reihenfolge zum Einbau.

Es ist zu beachten, dass bauzeitlich mit Grundwasser in der Baugrubensohle gerechnet werden muss.

#### 2.1.2 Vertikalschnitt und Grundriss

#### 2.1.3 Geometrische Definition und Festlegung der zu ermittelnden Größen

Für die Ausführung wichtige Größen sind:

Einbindetiefe der Träger, Trägerabstände, Profil der Träger, Bohlenlänge, Profil der Bohlen, Ankerabstand, Ankermaße.

Annahmen die vor der Bemessung getroffen werden:

- Trägerabstand 2m
- Ankerhöhe 1m unter Geländeoberkante
- Boden genügend tragfähig um für Bohleneinbau ausheben zu können.

## 2.2 Bemessung

Berechnung nach [WSP, S.137ff]

### 2.2.1 Lastannahmen

#### Ständige Einwirkungen

- Eigenlasten der Baugrubenkonstruktion
- Erddruck infolge Bodeneigengewicht
- Erddruck infolge ständiger Eigenlast benachbarter Bauwerke
- Erddruck infolge einer veränderlichen großflächigen Gleichlast von  $10kN/m^2$ , die als ständige Gleichlast betrachtet wird
- Wasserdruck aus Grundwasser in der Baugrubensohle

#### Veränderliche Einwirkungen

- Erddruck infolge Verkehrslasten benachbarter Bauwerke

### 2.2.2 Lastfälle

#### Ständige Bemessungssituation

Nur ständige Einwirkungen.

Abbildung 7: Lastfall ständige Einwirkungen [Paul Debus]



## **Vorübergehende Bemessungssituation**

Ständige und veränderliche Einwirkungen

Abbildung 8: Lastfall ständige + veränderliche Einwirkungen [Paul Debus]

### **2.2.3 Lastflächen**

Die Lastflächen aus belastendem und stützendem Erddruck. Der belastende Erddruck wird bis zur Baugrundsohle umgelagert.

Abbildung 9: Darstellung der Lastflächen [Paul Debus]

## 2.2.4 Berechnung des Erddrucks

### Ermittlung der aktiven Erddruckbeiwerte:

Da  $\alpha = \beta = 0$  und  $\delta_p = 2/3\varphi'$ , können die Werte aus der Tabelle [WSP, S.83] abgelesen werden.

**Eigenlast**  $K_{agh} = 0.251$

**Auflast**  $K_{aph} = K_{agh} = 0.251$

**Ermittlung der passiven Erddruckbeiwerte** Da  $\alpha = \beta = 0$  und  $\delta_p = 2/3\varphi'$ , können die Werte aus der Tabelle [WSP, S.89] abgelesen werden.

**Eigenlast**  $K_{pgh} = 6,00$

Tabelle 1: **Erddruckordinaten für den aktiven Erddruck aus Eigengewicht**

Kote [m]	Schicht	$\gamma/\gamma'$	$\sigma_z = \sum \gamma_i h_i$	$\phi'$	$K_{agh}$	$e_{agh} = e_{ah} = K_{agh}\sigma_z$
0	SW	18	0	32	0,251	0
-4,9		18	88.2	32	0,251	22,1382
-4,9-t		10,5	88.2 + 10.5t	32	0,251	22.1382 + 2.54t

### Erddruckordinate für den aktiven Erddruck aus Auflast $p_k$

$$\vartheta_{ag} = \text{Formel}[S.83] = 57^\circ$$

$$V = p_k * 3.3m = 33kN/m$$

$$E_{aVh1} = \text{Formel}[WSP, S.85] = 12.95kN/m$$

### Erddruckordinate für den aktiven Erddruck aus dem Fundament

$$E_{aVh2} = \text{Formel}[WSP, S.85] = 35.32kN/m$$

### Erddruckkraft oberhalb der Baugrubensohle:

$$E_{ah,k,Träger} = (e_{ah,1} + e_{ah,2})/2 * h * a + E_{aVh1} * a + E_{aVh2} * a =$$

$$(0 + 22.14kN/m^2)/2 * 4.9m * 2m + 12.95kN/m * 2m + 35.32kN/m * 2m = 205kN/Träger$$

### Erddruckermittlung für Passiven Erddruck

[WSP, S.140, 93]

$$E_{ph,Träger} = \min \left( \frac{E_{ph}^r}{E_{ph}^{durchg}} \right)$$

### Passive Erddruckkräfte ohne Überschneidung

Formeln: Siehe [WSP, S.93]

- Gewählte Breite des Trägers  $l = b = 0.3m$
- $a = 2m$
- $h = t_0 \rightarrow \frac{l}{h} < 0.3$
- keine Kohäsion und keine Auflast

$$E_{ph}^r = E_{pgh}^r = \gamma' h^2 / 2 K_{pgh} l_{pg}^{Er}$$

$$K_{pgh} = 6$$

$$l_{pg}^{Er} = 0.55(1 + 2 \tan 32) \sqrt{0.3 t_0} = 1.24 \sqrt{0.3 t_0}$$

$$E_{pgh}^r = 10.5 * \frac{t_0^2}{2} * 6 * 1.24 \sqrt{0.3 t_0} = 39.06 t_0^2 \sqrt{0.3 t_0} \text{ kN/Träger}$$

### Passive Erddruckkräfte mit Überschneidung

Formeln siehe [WSP, S.93]

$$E_{ph}^{durchg} = E_p^l(a-l) + E_p^{||}l$$

$$\delta_p = 0^\circ \rightarrow K_{pgh}^l = 3.26$$

$$\delta_p = -2/3\varphi' \rightarrow K_{pgh}^l = 5.8$$

$$E_{ph}^{durchg} = \gamma' \frac{t_0^2}{2} K_{pgh}^l(a-l) + \gamma' \frac{t_0^2}{2} K_{pgh}^{||}l = 10.5 \frac{t_0^2}{2} 3.26 * (2 - 0.3) + 10.5 \frac{t_0^2}{2} 5.8 * 0.3 = 38.23 t_0^2$$

### Vergleich der passiven Erddruckkräfte

$$E_{pgh}^r = 39.06 t_0^2 \sqrt{0.3 t_0} < E_{ph}^{durchg} = 38.23 t_0^2$$

### Gewählte passive Erddruckkraft vor Träger

$$E_{ph.Träger} = E_{pgh}^r = 39.06 t_0^2 \sqrt{0.3 t_0}$$

### 2.2.5 Erddruckumlagerung

Der Anker wird 1m unterhalb der Geländeoberkante eingebracht. Dazu ergibt sich  $h_k = 0.204h$ . Deshalb ergibt sich aus [WSP, S.137]  $e_{ho,k} = 2e_{hu,k}$ .

$$E_{ah,k} = (e_{ho,k} + e_{hu,k})h/2 = 3e_{hu,k} * h/2$$

$$e_{hu,k} = \frac{E_{ah,k}}{1.5h} = \frac{205kN/Träger}{1.5*4.9m} = 27.89kN/mTräger$$

$$e_{ho,k} = 2e_{hu,k} = 55.78kN/mTräger$$

$$E_{ah,o} = e_{ho,k} * h/2 = 55.78 * 4.9/2 = 136.66kN/Träger$$

$$y_o = 3.68m$$

$$E_{ah,u} = e_{hu,k} * h/2 = 27.89 * 4.9/2 = 68.33kN/Träger$$

$$y_u = 1.23m$$

Abbildung 10: Umgelagerter Erddruck [Paul Debus]

### 2.2.6 Berechnung der erforderlichen Einbindetiefe $t_0$

Berechnung nach [WSP, S.136 und 141] über Momente um den Ankerpunkt. Nach EB14 wird der Erdwiderstand mit  $\eta = 0.8$  abgemindert. Der Angriffspunkt  $B_{h,k}$  unterhalb der Baugrubensohle wird bei  $z' = 0.6t_0$  angesetzt

#### Momente aus aktivem Erddruck

Die Einwirkungen werden nur bis BGS angesetzt.

$$M_{a,k} = 136.66kN/Träger * (4.9m - 1m - 2.68m) + 68.33kN/Träger * (4.9m - 1m - 1.23m) \\ = 30kNm/Träger + 182.44kNm/Träger = 212.44kNm/Träger$$

$$M_{a,d} = \gamma_G M_{a,k} = 1.2 * 212.44kNm/Träger = 254.93kNm/Träger$$

#### Momente aus passivem Erddruck

$$M_{p,k} = 0.8 * 39.06t_0^2 \sqrt{0.3t_0} * (4.9m - 1m + 0.6t_0) = 10.27t_0^{5/2}(t_0 + 6.5)$$

$$M_{p,d} = \frac{M_{p,k}}{\gamma_{Ep}} = \frac{10.27t_0^{5/2}(t_0 + 6.5)}{1.3} = 7.9t_0^{5/2}(t_0 + 6.5)$$

#### Berechnung der notwendigen Einbindelänge

Bedingung:

$$\sum M_d^{Anker}(t_0) = 0 = M_{a,d} - M_{p,d}$$

$$0 = 254.93kNm/Träger - 7.9t_0^{5/2}(t_0 + 6.5)kNm/Träger$$

$$t_0 = 1.73m$$

Gewählt : 1.8m

#### Statisches System

Abbildung 11: Statisches System [Paul Debus]

$$z_b = 0.6t_0 = 0.6 * 1.8m = 1.08m$$

## charakteristische Auflagerkräfte und Schnittgrößen - Träger bis BGS

Auflager B

$$\sum M_A = 0$$

$$\begin{aligned} & -E_{ah,o}(h_o/2 - 1m) - E_{ah,u}(h_o + h_u/2 - 1m) + B_{Gh,k}(h + z_b - 1) \\ & = -136.66kN(2.45m/2 - 1m) - 68.33kN(2.45m + 2.45m/2 - 1m) + B_{Gh,k}(4.9m + 1.08m - 1m) \end{aligned}$$

$$B_{Gh,k} = 42.88kN/Träger$$

Auflager A

$$\sum F \uparrow = 0$$

$$0 = E_{ah,o} + E_{ah,u} - B_{Gh,k} - A_k = 136.66 + 68.33 - 42.88 - A_k$$

$$A_k = 162.11kN/Träger$$

## Querkräfte

$$Q_0 = 0$$

$$Q_{A1} = -55.78 * 1 = -55.78$$

$$Q_{A2} = -55.78 + 162.11 = 106.33$$

$$Q_1 = 106.33 - 1.45 * 55.78 = 25.45$$

$$Q_2 = 25.45 - 2.45 * 27.89 = -42.88$$

$$Q_{B1} = -42.88 + 42.88 = 0$$

$$Q_3 = 0$$

Abbildung 12: Querkräfte [Paul Debus]

### Querkraftnullstelle innerhalb des Feldes

$$x_0 = 1.45 + 25.45/27.89 = 1.45 + 0.91 = 2.36m$$

### Biegemoment

$$M_a = -55.78 * 1 * 0.5 = -27.89kNm/Träger$$

$$M_1 = -55.78 * 2.45 * 1.23 + 162.11 * 1.45 = 66.96kNm/Träger$$

$$max M_f = -55.78 * 2.45 * (1.23 + 0.91) + 162.11 * 2.36 - 27.89 * 0.91 * 0.91 / 2 = 78.58kNm/Träger$$

$$M_2 = 42.88 * 1.08 = 46.31kNm/Träger$$

### Nachweis der Einbindetiefe je Träger

$$B_{Gh,d} \leq \eta E_{ph,d}$$

$$B_{Gh,d} = 42.88kN/Träger * 1.2 = 51.46kN/Träger$$

$$E_{ph,k} = 39.06t_0^2 \sqrt{0.3t_0} = 93kN/Träger$$

$$\eta E_{ph,d} = 0.8 * 91.93/1.3 = 57.23kN/Träger$$

$$51.46 < 57.23 \checkmark$$

### 3 Abbildungsverzeichnis

#### Abbildungsverzeichnis

1	Schnitt durch ein Spundwandprofil Larsen 603 [Spundwandhandbuch, 2.1.1 S.10] . . . . .	2
2	Längsschnitt durch eine Spundwand [Spundwandhandbuch, 1.6 S.10] . . . . .	2
3	Längsschnitt durch eine Gabionenwand [Wikipedia - Gabione] . . . . .	3
4	Ein Gabionenkorb [Seib Natursteine GmbH] . . . . .	3
5	Längsschnitt durch eine Gewichtsmauer [Schneider, 11.63] . . . . .	4
6	Erddruckverteilung Aufgabe 1 . . . . .	6
7	Lastfall 1 - Aufgabe 2 . . . . .	10
8	Lastfall 2 - Aufgabe 2 . . . . .	11
9	Lastflächen Aufgabe 2 . . . . .	11
10	Umgelagerter Erddruck Aufgabe 2 . . . . .	14
11	Statisches System Aufgabe 2 . . . . .	15
12	Querkraftverlauf Aufgabe 2 . . . . .	16



## 4 Literatur

### Literatur

[Spundwandhandbuch] [http://www.thyssenkrupp-bautechnik.de/fileadmin/Leistungen/01 \\_\\_Spundwand-profile/\\_media/spundwandhandbuch.pdf](http://www.thyssenkrupp-bautechnik.de/fileadmin/Leistungen/01__Spundwand-profile/_media/spundwandhandbuch.pdf)

[Wikipedia - Gabione] <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/3/3b/Gabionenwand.png>

[Schneider] Schneider Bautabellen, 20. Auflage

[Seib Natursteine GmbH] [http://www.seib-natursteine.com/gfx\\_content/produktbilder/14030100.jpg](http://www.seib-natursteine.com/gfx_content/produktbilder/14030100.jpg)

[WSP] Wissenspeicher Geotechnik - Delef Rütz, Karl Josef Witt - 18.Auflage - Weimar 2011

[Paul Debus] Paul Debus - Powered by Faber Castell