

# **Bauvorhaben**

## **GGs Alt-Wetter - Umbau, Sanierung, Erweiterung**

### **Bergstraße 23 in Wetter-Ruhr**

---

## **Ausführungsplanung**

### **HDI-Unterfangung**

## **1. Bericht**

### **Auftraggeber:**

Stadt Wetter (Ruhr)  
Fachdienst 2/4 Hochbau  
z. H. Frau B. Sc. Arch. Jenny Herbold  
Kaiserstraße 70  
58300 Wetter

### **Sachverständige:**

Dr.-Ing. U. Höfer  
M. Sc. Maximilian Ant

Datum: 21. April 2026  
Bearb.-Nr.: 26091-BE-01  
Dr.Hö/Ant/tom

### **Verteiler:**

Stadt Wetter (Ruhr),  
z. H. Frau B. Sc. Arch. Jenny Herbold

### **Geotechnik-Institut-Dr. Höfer GmbH & Co. KG**

Geschäftsführer:

Dr. Ulrich Höfer, Sebastian Höfer, Matthias Höfer

Steuernr.: 315/5806/1402

Sitz: Dortmund

Handelsregister: AG Dortmund HRA 17085

Persönlich haftende Gesellschafterin:

Geotechnik-Institut-Dr. Höfer Verwaltungs GmbH

Sitz: Dortmund

Handelsregister: AG Dortmund HRB 22891

Tel.: 0231-399610-0

Fax: 0231-399610-29

info@gid-hoefer.de

www.gid-hoefer.de

Volksbank Dortmund

BIC GENODEM1DOR

IBAN DE55 4416 0014 3807 2000 00

## **Inhaltsverzeichnis**

	<b>Seite</b>
<b>1. VORBEMERKUNGEN UND AUFGABENSTELLUNG</b>	<b>3</b>
<b>2. BAUGRUND</b>	<b>5</b>
<b>3. GRUNDWASSER</b>	<b>6</b>
<b>4. RANDBEDINGUNGEN UND GRÜDNUNGSKONZEPT</b>	<b>6</b>
<b>5. BEMESSUGSSITUATION</b>	<b>7</b>
<b>6. STATISCHE BERECHNUNGEN</b>	<b>8</b>
6.1 ÜBERSICHT	8
6.2 LASTANNAHMEN	9
6.3 STATISCHE NACHWEISFÜHRUNG POSITION (1)	9
6.3.1 HDI-Unterfangungskörper	9
6.3.2 Bestandsmauerwerk und Spritzbetonschale	11
6.4 STATISCHE NACHWEISFÜHRUNG POSITION (2)	15
6.5 STATISCHE NACHWEISFÜHRUNG POSITION (3)	16
6.6 STATISCHE NACHWEISFÜHRUNG POSITION (4)	17
6.7 STANDSICHERHEITSNACHWEIS BÖSCHUNG	18
<b>7. HINWEISE ZUR BAUSAUSFÜHRUNG</b>	<b>19</b>
<b>8. ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>21</b>
<b>9. TABELLENVERZEICHNIS</b>	<b>21</b>
<b>10. ANLAGENVERZEICHNIS</b>	<b>21</b>

## 1. VORBEMERKUNGEN UND AUFGABENSTELLUNG

Das Schulgebäude der GGS Alt-Wetter, Bergstraße 23 in Wetter (Ruhr), soll umgebaut, erweitert und bereichsweise aufgestockt werden.

Zum Überblick über die Lage der geplanten Baumaßnahme ist nachfolgend ein Auszug aus OpenStreetMap dargestellt:

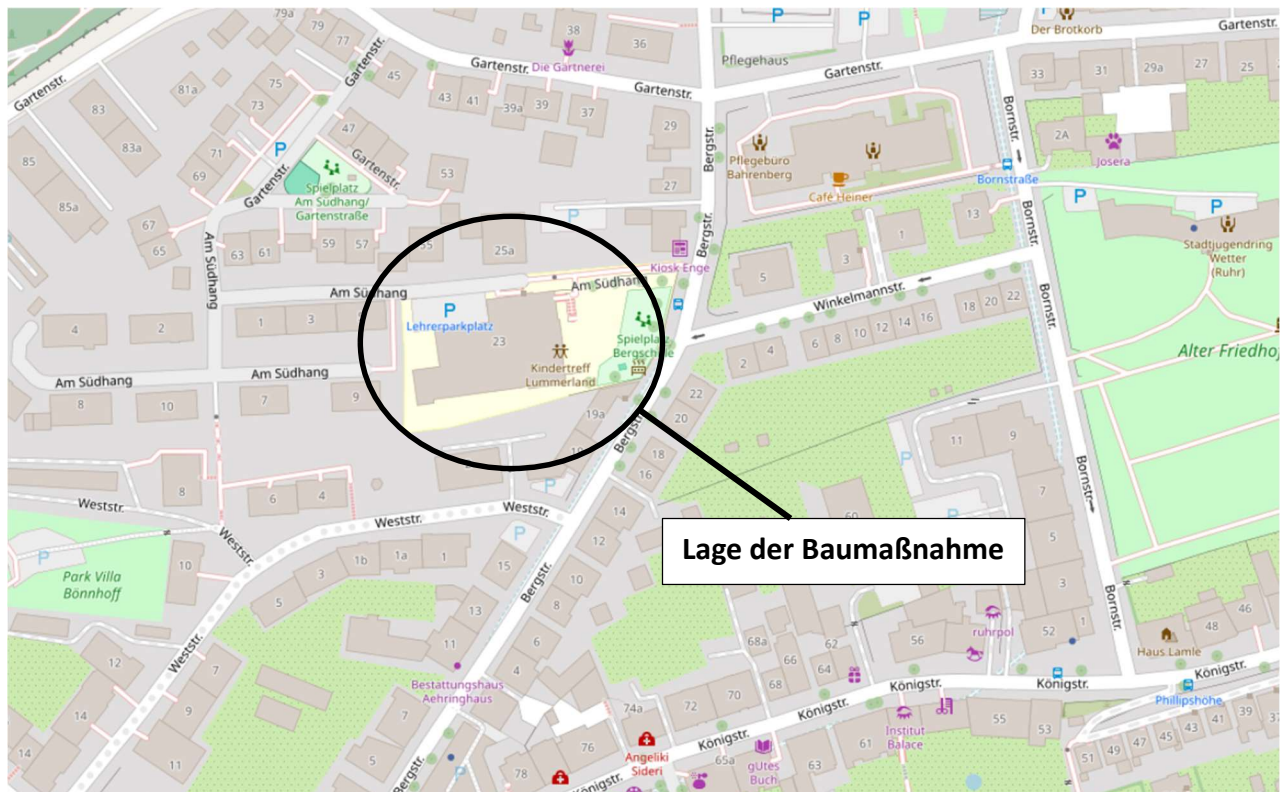


Abbildung 1: Auszug aus OpenStreetMap

Quelle: [1]

Im Zuge der Baumaßnahme ist eine bereichsweise Unterfangung der bestehenden Gründung mittels HDI-Körpern vorgesehen, um die aus der Aufstockung resultierenden zusätzlichen Vertikallasten in den tragfähigen Baugrund abzutragen.

Die bestehende Gründung besteht im Wesentlichen aus einer Bruchsteinwand, die in den anstehenden Baugrund einbindet. Aufgrund der geplanten Aufstockung des Gebäudes ist die Bemessung der Verstärkungsmaßnahmen Gegenstand der vorliegenden Berechnung.

Die GID Höfer GmbH & Co. KG wurde seitens der Stadt Wetter (Ruhr) beauftragt, eine Ausführungsplanung für die Spezialtiefbaugründung zu erarbeiten sowie die entsprechenden statischen und geostatischen Nachweise zu führen.

Für die Bearbeitung wurden der GID Höfer GmbH & Co. KG folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

**Baugrunduntersuchung:**

- Baugrundgutachten, kühn baugrund beratung GmbH, Wuppertal, Projekt-Nr. K25074G01, vom 01.07.2025
- Stellungnahme zum Ortstermin vom 14.08.2025, kühn baugrund beratung GmbH, Wuppertal, Projekt-Nr. K25074S01, vom 18.08.2025

**Planunterlagen:**

- Lastenplan (Gründung Untergeschoss), GRBV Ingenieure im Bauwesen GmbH & Co. KG, Hannover, Plan-Nr. 101761\_TWP\_4\_AN\_PO\_FU\_GR\_01\_P\_00, Index P, vom 24.03.2026
- Grundriss Kellergeschoss, Brochheuser Herbertz PartmbB, Remscheid, Plan-Nr. 500, Index V1, vom 13.03.2026
- Fassadenschnitt 2, Brochheuser Herbertz PartmbB, Remscheid, Plan-Nr. 601, Index VA, vom 26.01.2026
- Schnitte A, B, C, D, Brochheuser Herbertz PartmbB, Remscheid, Plan-Nr. 403, vom 19.01.2026

**Fotodokumentation:**

- Fotodokumentation Bodenöffnungen UG, Fachdienst Hochbau Stadt Wetter (Ruhr), vom 28.10.2025

Bei der Bearbeitung wurden folgende Vorschriften und Regelwerke berücksichtigt:

- DIN EN 1990 – Grundlagen der Tragwerksplanung, inkl. Nationalem Anhang
- DIN EN 1991-1-1 – Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 1-1: Wichten, Eigengewicht, Nutzlasten, inkl. NA
- DIN EN 1996-1-1 (EC6) – Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten, inkl. NA
- DIN 1053-1 – Mauerwerk (als Grundlage für gutachterliche Festlegung der Druckfestigkeit Bestandsmauerwerk)
- DIN EN 1992-1-1 (EC2) – Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken, inkl. NA
- DIN EN 1993-1-1 (EC3) – Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten, inkl. NA
- DIN EN 1997-1 (EC7) – Geotechnische Bemessung, inkl. NA
- DIN 1054 (12/2010) – Baugrund, Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
- ETAG 001 / EAD 330232 – Dübel für die Verwendung in Beton (Grundlage Kegelausbruchnachweis)

- Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung / Europäische Technische Bewertung (ETA) des verwendeten Injektionsmörtels
- Huster, U. (2000): Tragverhalten von einschaligem Natursteinmauerwerk unter zentrischer Druckbeanspruchung. Kassel University Press — Grundlage gutachterlicher Druckfestigkeitsansatz
- Schneider Bautabellen für Ingenieure, aktuelle Auflage

## **2. BAUGRUND**

Die Grundlage der nachfolgenden Ausführungen bildet das Baugrundgutachten der kühn baugrund beratung GmbH, Wuppertal, vom 01.07.2025 (Projekt-Nr. K25074G01) sowie die ergänzende Stellungnahme vom 18.08.2025. Die Angaben zu Schichtenfolge, Bodenkennwerten und Grundwasser wurden dem genannten Gutachten entnommen.

Die Bodenkennwerte lassen sich tabellarisch wie folgt zusammenfassen:

**Tabelle 1: Bodenkennwerte gem. kühn baugrund beratung GmbH**

<b>Boden- und Felsarten</b>	<b>Es (MN/m<sup>2</sup>)</b>	<b><math>\gamma_k</math> (kN/m<sup>3</sup>)</b>	<b><math>\gamma'_k</math> (kN/m<sup>3</sup>)</b>	<b><math>\phi'_k</math> (°)</b>	<b><math>c'_k</math> (kN/m<sup>2</sup>)</b>
Auffüllungen, grob- und gemischtkörnig	15,0	18,0	9,0	25,0	0
Hangschutt / Hanglehm	25,0	19,0	9,0	27,5	7,5
Ton- bzw. Sandstein, verwittert	100,0	22,0	12,0	35,0	10,0

### **3. GRUNDWASSER**

Gemäß des vorliegenden Baugrundgutachtens der kühn baugrund beratung GmbH wurde am Tag der Geländeuntersuchungen (17.06.2025) bei keiner Sondierung ein Wasserstand gemessen. Das Grundwasser im eigentlichen Sinne ist erst tiefer, im verwitterten Fels, als Kluftgrundwasser zu erwarten. Es wird von den Niederschlagsereignissen beeinflusst und unterliegt jahreszeitlichen und längerfristigen Schwankungen. Ein Anstieg des Grundwassers bis zur Fußbodenhöhe (= FH) des Untergeschosses von ca. + 123,23 m NHN bzw. des Kellergeschosses von ca. + 119,65 m NHN des bestehenden Schulgebäudes erscheint nach derzeitigem Informationsstand unwahrscheinlich.

### **4. RANDBEDINGUNGEN UND GRÜNDUNGSKONZEPT**

Die bestehenden Fundamente des Schulgebäudes wurden im Rahmen von Baggerschürfen (Schürfe A bis C, Ortstermin 14.08.2025) sowie durch Bodenöffnungen im Untergeschoss (Fotodokumentation Fachdienst Hochbau Stadt Wetter, 28.10.2025) erkundet.

Die Fundamente bestehen durchgehend aus Bruchsteinmauerwerk und sind einheitlich im anstehenden Hanglehm gegründet. Die Gründungstiefe beträgt je nach Lage ca. 1,0 m (Schürfe B und C) bzw. ca. 1,4 m (Schurf A) unter dem jeweils umgebenden Geländeniveau. Im Bereich der Schürfe B und C weisen die Fundamente keinen Überstand auf; im Bereich des Schurfs C ist ein geringer Überstand vorhanden.

Durch den geplanten Umbau bzw. die Teilaufstockung des Schulgebäudes werden die bestehenden Wände und Fundamente erheblich höher belastet. Gemäß dem Lastenplan der GRBV Ingenieure im Bauwesen GmbH & Co. KG vom 24.03.2026 ergeben sich gegenüber dem Bestand folgende maßgebende Lastzuwächse:

Linienlasten im Bereich der Aufstockung: Lastzuwachs bis ca. 84 %

Punktlasten auf Einzelfundamente: Lastzuwachs bis ca. 46–58 %

Die im Baugrundgutachten zugelassenen charakteristischen Bodenpressungen von 250 kN/m<sup>2</sup> (Fundamentbreite  $\geq 0,50$  m) bzw. 280 kN/m<sup>2</sup> (Fundamentbreite  $> 1,0$  m) reichen für die aus der Aufstockung resultierenden Bemessungslasten ohne zusätzliche gründungstechnische Maßnahmen nicht aus.

Im Rahmen der Planung wurden verschiedene Möglichkeiten zur Verbesserung der Gründungstragfähigkeit geprüft, darunter Bodenverbesserungsmaßnahmen mittels Injektionsverfahren sowie die Nachgründung über Mikropfähle. Als geeignete Lösung für den vorliegenden Fall wurde von Seiten der GID Höfer GmbH & Co. KG die Unterfangung der bestehenden Bruchsteinfundamente mittels HDI-Körpern (Düsenstrahlverfahren) gewählt. Dieses Verfahren ermöglicht die Herstellung von Gründungskörpern mit definierten geometrischen und mechanischen Eigenschaften unterhalb der Bestandsfundamente.

Die HDI-Körper werden abschnittsweise unterhalb der bestehenden Fundamente, welche im Positionsplan ausgewiesen sind, hergestellt und leiten die erhöhten Lasten in den tragfähigen Hanglehm ab. Die bestehende Bruchsteinwand an der Südseite des Gebäudes wird dabei durch eine Spritzbetonschale mit Gewindeankernverna-delung verstärkt, um die aus der Aufstockung resultierenden Horizontal- und Vertikallasten sicher in den HDI-Körper einzuleiten und die Standsicherheit im Bauzustand gewährleisten zu können. Durch die Tiefgründung mittels HDI-Körpern erfolgt zudem eine Lasteinleitung in tiefere, tragfähige Bodenzonen, wodurch eine unzulässige Lastausbreitung in Richtung der bestehenden steilen Bestandsböschung an der Südseite des Gebäudes vermieden wird.

## 5. BEMESSUGSSITUATION

Die Nachweise werden für die **Bemessungssituation BS-P** (ständig und vorübergehend) nach EC 7/ DIN 1054 geführt. Die maßgebenden Teilsicherheitsbeiwerte betragen:

Grenzzustand GEO-2 (Tragfähigkeit — Grundbruch, Kippen, Gleiten)

Grenzzustand GEO-3 (Standsicherheit — Böschung, Geländebruch nach Bishop)

- $\gamma_g$  = 1,35 (ständige Einwirkungen)
- $\gamma_q$  = 1,50 (veränderliche Einwirkungen)
- $\gamma_\phi$  = 1,25 (Reibungswinkel)
- $\gamma_c$  = 1,25 (Kohäsion)
- $\gamma_{Ep}$  = 1,40 (passiver Erddruck)

## **6. STATISCHE BERECHNUNGEN**

### **6.1 Übersicht**

Die statischen und geostatischen Nachweise werden für die im Positionsplan (Anlage 1/1) ausgewiesenen Positionen geführt. Der Lastenplan der GRBV Ingenieure im Bauwesen GmbH & Co. KG (Lastenplan, Plan-Nr. 101761\_TWP\_4\_AN\_PO\_FU\_GR\_01\_P\_00, vom 24.03.2026) bildet die Grundlage für die Zuordnung der maßgebenden Lasten zu den jeweiligen Gründungspositionen.

#### **Position 1 — Bruchsteinwand Südseite mit HDI-Unterfangung und Spritzbetonverstärkung:**

- Drucknachweis Bruchsteinwand (Bestand) nach EC6
- Bemessung Spritzbetonschale (C20/25, d = 10 cm) nach EC2
- Ankernachweis Gewindestange M12/8.8 + Injektionsmörtel
- Grundbruchnachweis und Setzungsberechnung HDI-Körper nach EC7

#### **Positionen 2–4 — weitere Fundamentpositionen mit HDI-Unterfangung:**

- Grundbruchnachweis nach EC7
- Setzungsberechnung nach EC7
- Kippsicherheitsnachweis nach EC7

#### **Stand sicherheitsnachweis Böschung:**

- Nachweis der globalen Standsicherheit der Bestandsböschung an der Südseite nach EC7 / DIN 4084
- Nachweis unter Berücksichtigung der erhöhten Fundamentlasten aus der Aufstockung



## 6.2 Lastannahmen

Die nachfolgenden charakteristischen Lasten bilden die Grundlage für die geotechnischen und statischen Nachweise.

**Tabelle 2: Lastansätze gem. GRBV Ingenieure**

Position	$g_k$	$q_k$
(1) Maximallast Bruchsteinwand Südseite mit Spritzbetonverstärkung *	295,0 kN/m + 32,00 kN/m = 337,00 kN/m	83,00 kN/m
(1) Regellast Bruchsteinwand Südseite mit Spritzbetonverstärkung *	102,0 kN/m + 32,00 kN/m = 135,00 kN/m	40,00 kN/m
(2) Streifenfundament Innenwand (Linienlast)	65,00 kN/m	21,50 kN/m
(3) Einzelfundament Stütze (Punktlast)	533,00 kN	306,00 kN/m
(4) Streifenfundament Innenwand (Linienlast)	156,00 kN/m	55,00 kN/m

\* Die maßgebende Last setzt sich aus der charakteristischen Einzelstützenlast gemäß Lastenplan GRBV und dem Eigengewicht der Bruchsteinwand einschließlich der Spritzbetonverstärkung zusammen - Es wird darauf hingewiesen, dass für diesen Lastansatz die vertikale Einzelstützenlast über einen 1,0 m breiten Lastverteilungstreifen in das Bestandsmauerwerk einzuleiten ist.

## 6.3 Statische Nachweisführung Position (1)

### 6.3.1 HDI-Unterfangungskörper

Der Nachweis erfolgt über das Programm GGU-UNDERPIN, auf Grundlage des Eurocode 7 (DIN EN 1997-1) in Verbindung mit DIN 1054. Mit diesem Berechnungsmodul kann die Tragfähigkeit der Unterfangungsgründung unter Berücksichtigung der maßgebenden Baugrundkennwerte ermittelt und der Nachweis der Grundbruchsicherheit geführt werden. Zudem ermöglicht das Programm die Bestimmung der maßgebenden Sohlpressungen sowie eine Beurteilung der Setzungsverhältnisse

unter den angesetzten Lasten. Die Berechnung berücksichtigt die Einflüsse von innerem Reibungswinkel, Kohäsion, Gründungstiefe, Lastexzentrizität und Belastungsneigung.

Ergänzend wird der Druckfestigkeitsnachweis für den HDI-Körper als unbewehrten Betonkörper geführt. Die Bemessungsdruckfestigkeit ergibt sich zu:

$$f_{m,d} = 0,85 \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M}$$

Der charakteristische Wert der einaxialen Druckfestigkeit wurde zu  $f_{m,k} = 2,10 \text{ N/mm}^2$  angesetzt. Dieser Wert basiert auf gängigen Erfahrungswerten für HDI-Körper in Verbindung mit schluffigem Baugrund und liegt auf der sicheren Seite. Der Abminderungsfaktor 0,85 berücksichtigt den Einfluss von Langzeitbelastung und Betonherstellungsbedingungen im Injektionsverfahren. Der Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_M = 1,50$  entspricht dem Ansatz für unbewehrten Beton nach DIN 1054.

Die vollständige statische Nachweisführung einschließlich aller Zwischen- und Ergebniswerte ist dem beigefügten GGU-Berechnungsausdruck zu entnehmen (siehe Anlage 1/2 — Statische Nachweisführung Position 1).

Für die Bemessung der HDI-Körper wurden zwei Bemessungssituationen aufgestellt, um das Setzungsverhalten bei Maximallast und Regellast abzubilden. Entsprechend wurden zwei Querschnitte ausgewiesen — ein Querschnitt für den Maximallastbereich und ein Querschnitt für den Regellastbereich. Die Maximallast ergibt sich im Bereich der neuen Einzellaststützen. Die Länge, über welche der erhöhte HDI-Querschnitt anzusetzen ist, ist im Lageplan (Anlage 1/1) ausgewiesen und beträgt je Einzellastposition 5,00 m.

Die Nachweise liefern folgende maßgebende Ergebnisse:

**Tabelle 3: Nachweisführung Position (1)**

Nachweis	Grenzzustand	Ausnutzung $\mu$
Kippsicherheit	EQU	0,426
Grundbruch	GEO-2	0,478
Gleiten	GEO-2	0,390
Gebrauchstauglichkeit	SLS	0,440
Drucknachweis HDI-Körper	—	0,692

### 6.3.2 Bestandsmauerwerk und Spritzbetonschale

Der Drucknachweis der bestehenden Bruchsteinwand über das Programm GGU-UNDERPIN, auf Grundlage des Eurocode 7 (DIN EN 1997-1) in Verbindung mit DIN 1054 geführt. Die Wand wird durch die aus der Aufstockung resultierenden erhöhten Vertikallasten auf Druck beansprucht; zusätzlich wirkt ein Biegemoment aus dem Erddruck infolge der einseitigen Erdanschüttung an der Südseite des Gebäudes.

Aufgrund einer zu erwartenden inhomogenen Innenstruktur wird die Druckfestigkeit des Bestandsmauerwerks konservativ wie im Folgenden abgeschätzt; Grundlage für diesen Bemessungsansatz liefert **Huster, U. (2000): Tragverhalten von einschaligem Natursteinmauerwerk unter zentrischer Druckbeanspruchung. Kassel University Press — Grundlage gutachterlicher Druckfestigkeitsansatz** sowie die DIN 1053-1:

$$f_{m,d} = 0,85 \cdot \frac{\beta_M (= \sigma_{0,red}/0,35)}{\gamma_M}$$

Randparameter: Güteklasse N1  
 Mörtelgruppe IIa  
 Fugen  $\geq 40$  mm  
 $\beta_M$  = Nennfestigkeit des Mauerwerks  
 $\sigma_0$  = Grundwert der zul. Druckspannung  
 $\rightarrow \sigma_{0,red} = 0,80 \cdot \sigma_0 = 0,80 \cdot 0,80 = 0,64 \text{ MN/m}^2$

$$f_{m,d} = 0,85 \cdot \frac{1,829}{1,50} = 1,036 \text{ MN/m}^2$$

Der Nachweis der Drucktragfähigkeit kann den Berechnungen der Anlage 1/2 entnommen werden.

Der Normalkraftanteil der Spritzbetonschale (C20/25, d = 10 cm) wird vereinfacht nach dem Flächenverhältnis zu  $N_{Ed,SB} = 1/7 \cdot N_{Ed,ges}$  angesetzt und bleibt im Biegenachweis unberücksichtigt. Der Druckspannungsnachweis wird wie folgt geführt:

$$\sigma_c = \frac{1}{7} \cdot \frac{1,35 \cdot 337,0 + 1,5 \cdot 83,0}{0,10 \cdot 1,0} = 0,832 \text{ MN/m}^2$$

Die Druckspannung in der Schale beträgt  $\sigma_c = 0,832 \text{ MN/m}^2$  und liegt mit einer Ausnutzung von 6,2 % weit unterhalb von  $f_{cd} = 13,3 \text{ MN/m}^2$ .

Die Spritzbetonschale wird konservativ als einseitig eingespannte Kragarmplatte bemessen. Die Einspannung am Wandfuß wird über die vorhandene Erdüberdeckung über dem HDI-Körper modelliert. Diese Erdüberdeckung gewährleistet eine ausreichend steife Einspannwirkung am Fußpunkt der Kragarmscheibe.

Der Erddruck wirkt von der Mauerwerksseite auf die Schale. Die Zugseite liegt damit auf der Mauerwerksseite; die Bewehrung Q335 wird entsprechend rechnerisch auf der Mauerwerksseite angeordnet ( $d_1 = 3,5$  cm vom Mauerwerk).

Die maßgebenden Erddruckordinaten entstammen der GGU-UNDERPIN-Berechnung (siehe Anlage 1/2) und wurden für eine freistehende Wandhöhe von  $h = 1,10$  m ermittelt. Die geometrisch tatsächliche freistehende Höhe wird gemäß der vorliegenden Gebäudehöhenplanung geringer ausfallen – es erfolgt jedoch ein konservativer Ansatz der Kragarmlänge zur Abdeckung von Systemunschärfen.

Die maßgebenden Erddruckordinaten werden wie folgt angegeben:

$$\begin{aligned} e_{ah,g,k} &= 14,10 \text{ kN/m}^2 \\ e_{ah,q,k} &= 4,90 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Die Bemessungsschnittgrößen am Einspannquerschnitt ergeben sich zu:

$$\begin{aligned} E_{a,g,k} &= \frac{1}{2} \cdot e_{ah,g,k} \cdot h = 7,755 \text{ kN/m} \\ E_{a,q,k} &= e_{ah,q,k} \cdot h = 5,390 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Bemessungswerte (STR,  $\gamma_G = 1,35$  /  $\gamma_Q = 1,50$ ):

$$\begin{aligned} H_{Ed} &= 1,35 \cdot 7,755 + 1,50 \cdot 5,390 = 18,60 \text{ kN/m} \\ M_{Ed} &= 1,35 \cdot 7,755 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1,10 + 1,50 \cdot 5,390 \cdot (1,10/2) = 8,29 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

Die Bemessung der Biegezugbewehrung sowie der Querkraftnachweis erfolgt nach EC2. Die detaillierten Bemessungsergebnisse können der Anlage 1/2 entnommen werden. Die erforderliche Bewehrung beträgt  $A_{s,erf} = 3,19 \text{ cm}^2/\text{m}$ . Die Mindestbewehrung nach EC2 Gl. 9.1N beträgt  $A_{s,min} = 0,96 \text{ cm}^2/\text{m}$  und ist nicht maßgebend.

Gewählt: Q335 ( $A_{s,vorh} = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Es ist keine Schubbewehrung erforderlich.

Die Verbindung zwischen Spritzbetonschale und Bruchsteinwand erfolgt über Gewindestangen M12, Güte 8.8, feuerverzinkt ( $\geq 45 \mu\text{m}$  nach DIN EN ISO 1461). Die Bohrlöcher werden mit Injektionsmörtel verfüllt. Die Anker werden schräg versetzt mit unterschiedlichen Bohrwinkeln angeordnet, um einen einheitlichen Gleitkeil im Mauerwerk zu vermeiden.

Der Anschluss an die Spritzbetonschale erfolgt über eine Unterlegscheibe  $70 \times 70 \times 8 \text{ mm}$  mit 2 Muttern M12. Die Scheibe sitzt 4 cm von der Mauerwerksseite entfernt; die Betondicke vor der Scheibe in Richtung Luftseite beträgt  $h_{\text{eff}} = 6 \text{ cm}$ . Die Gewindestange durchdringt die Q335-Bewehrungsmatte. Es sind 4 Ankerstangen pro  $\text{m}^2$  vorgesehen.

Die maßgebende Ankerkraft setzt sich aus zwei horizontalen Anteilen zusammen. Diese ergeben sich aus dem Schubanteil infolge der horizontalen Erddruckkraft je Anker sowie dem Zuganteil aus dem Kragarmmoment, welcher über einen inneren Hebelarm von  $z = 0,80 \cdot h$  auf die oberen zwei Anker je Meter Längswand aufgeteilt wird. Da beide Kraftanteile in dieselbe Richtung wirken — horizontal, senkrecht zur Wand — werden sie addiert:

$$\begin{aligned} F_{1,\text{Ed}} &= H_{\text{Ed}} / 4 &= 4,64 \text{ kN/Anker} \\ F_{2,\text{Ed}} &= M_{\text{Ed}} / 0,88 / 2 &= 4,71 \text{ kN/Anker} \\ F_{\text{ges,Ed}} &= F_{1,\text{Ed}} + F_{2,\text{Ed}} &= 9,35 \text{ kN/Anker} \end{aligned}$$

Zusätzlich wirkt eine vertikale Scherkraft aus dem Eigengewicht der Spritzbetonschale:

$$V_{\text{Ed}} = 1,35 \cdot 25,0 \cdot 1,95 \cdot 0,10 / 4 = 1,645 \text{ kN/Anker}$$

Maßgebende Materialkennwerte:

$$\begin{aligned} \text{Spannungsquerschnitt M12} \quad A_s &= 84,3 \text{ mm}^2 \\ \text{Streckgrenze Güte 8.8:} \quad f_{yk} &= 640 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Zugtragfähigkeit:

$$\begin{aligned} N_{\text{Rd}} &= A_s \cdot f_{yd} &= 43,2 \text{ kN/Anker} \\ \mu_{\text{Zug}} &= F_{\text{ges,Ed}} / N_{\text{Rd}} &= 0,217 \end{aligned}$$

Schertragfähigkeit:

$$\begin{aligned} V_{\text{Rd}} &= N_{\text{Rd}} / \sqrt{3} &= 24,9 \text{ kN/Anker} \\ \mu_{\text{Schub}} &= V_{\text{Ed}} / V_{\text{Rd}} &= 0,066 \end{aligned}$$

Interaktionsnachweis Zug + Schub:

$$\mu_{\text{ges.}} = \mu_{\text{Zug}} + \mu_{\text{Schub}} = 0,283$$

Die Gewindestange wird durch die resultierende Ankerkraft  $F_{ges,Ed}$  auf Herausziehen aus dem Bohrloch beansprucht. Der Widerstand gegen Auszug wird über die Mantelreibung des erhärteten Injektionsmörtels im Bohrloch aktiviert. Der charakteristische Verbundspannungswert wird zu  $\tau_k = 1,50 \text{ N/mm}^2$  angesetzt. Dieser Wert wurde bewusst konservativ gewählt und berücksichtigt die inhomogene Struktur des Bruchsteinmauerwerks:

Bohrloch-Ø	$d_s$	=	14,0 mm
Einbindelänge	$l_E$	=	300,0 mm
Mantelfläche Bohrloch	$A_m$	=	13,19 cm <sup>2</sup>
Auszugswiderstand	$N_{Rd}$	=	13,20 kN/Anker
Nachweis	$\mu$	=	0,708

Die Ankerkraft  $F_{Ed}$  der Gewindestange wirkt als Zugkraft in dem Bruchsteinmauerwerk. Die Unterlegscheibe 70×70×8 mm stützt sich dabei gegen den Spritzbeton ab und drückt auf den Beton in Richtung Luftseite. Maßgebend ist der Kegelausbruch des Betons unter 45° zur Luftseite hin. Die Unterlegscheibe sitzt 4 cm von der Mauerwerksseite entfernt. Die effektive Betontiefe vor der Scheibe in Richtung Luftseite beträgt:

Wirkende Betonhöhe	$h_{eff}$	=	60,0 mm
Projektionsfläche des Ausbruchkegels unter 45°	$A_c$	=	28.900 mm <sup>2</sup>
Betonkegelausbruchwiderstands nach DIN EN 1992-4:			

$$N_{Rk,c} = k \cdot \frac{\sqrt{f_{c,k}} \cdot h_{eff}^{1,50}}{\gamma_{M,c}}$$

Bemessungswiderstand	$N_{Rd,c}$	=	9,98 kN/Anker
Nachweis	$\mu$	=	0,937

Alle Nachweise für Position 1 — Bruchsteinwand Südseite mit HDI-Unterfangung und Spritzbetonverstärkung — sind erfüllt.

#### **6.4 Statische Nachweisführung Position (2)**

Der Nachweis erfolgt analog zur Position (1) über das Programm GGU-UNDERPIN, auf Grundlage des Eurocode 7 (DIN EN 1997-1) in Verbindung mit DIN 1054. Mit diesem Berechnungsmodul kann die Tragfähigkeit der Unterfangungsgründung unter Berücksichtigung der maßgebenden Baugrundkennwerte ermittelt und der Nachweis der Grundbruchsicherheit geführt werden. Ergänzend wird der Druckfestigkeitsnachweis für den HDI-Körper als unbewehrten Betonkörper geführt. Die Bemessungsdruckfestigkeit ergibt sich zu:

$$f_{m,d} = 0,85 \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M}$$

Der charakteristische Wert der einaxialen Druckfestigkeit wurde zu  $f_{m,k} = 2,10 \text{ N/mm}^2$  angesetzt.

Die vollständige statische Nachweisführung einschließlich aller Zwischen- und Ergebniswerte ist dem beigefügten GGU-Berechnungsausdruck zu entnehmen (siehe Anlage 1/3 — Statische Nachweisführung Position 2).

Die Nachweise liefern folgende maßgebende Ergebnisse:

**Tabelle 4: Nachweisführung Position (2)**

Nachweis	Grenzzustand	Ausnutzung $\mu$
Kippsicherheit	EQU	0,069
Grundbruch	GEO-2	0,308
Gleiten	GEO-2	0,190
Gebrauchstauglichkeit	SLS	0,220
Drucknachweis HDI-Körper	—	0,204

Eine Erstellung des aufgeführten HDI-Körpers der Position (2) kann nicht von der Turnhallenseite aus vorgenommen werden.

### **6.5 Statische Nachweisführung Position (3)**

Der Nachweis erfolgt analog zur Position (1) über das Programm GGU-UNDERPIN, auf Grundlage des Eurocode 7 (DIN EN 1997-1) in Verbindung mit DIN 1054. Mit diesem Berechnungsmodul kann die Tragfähigkeit der Unterfangungsgründung unter Berücksichtigung der maßgebenden Baugrundkennwerte ermittelt und der Nachweis der Grundbruchsicherheit geführt werden. Ergänzend wird der Druckfestigkeitsnachweis für den HDI-Körper als unbewehrten Betonkörper geführt. Die Bemessungsdruckfestigkeit ergibt sich zu:

$$f_{m,d} = 0,85 \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M}$$

Der charakteristische Wert der einaxialen Druckfestigkeit wurde zu  $f_{m,k} = 2,10 \text{ N/mm}^2$  angesetzt.

Die vollständige statische Nachweisführung einschließlich aller Zwischen- und Ergebniswerte ist dem beigefügten GGU-Berechnungsausdruck zu entnehmen (siehe Anlage 1/4 — Statische Nachweisführung Position 3).

Die Nachweise liefern folgende maßgebende Ergebnisse:

**Tabelle 5: Nachweisführung Position (3)**

Nachweis	Grenzzustand	Ausnutzung $\mu$
Kippsicherheit	EQU	0,086
Grundbruch	GEO-2	0,769
Gleiten	GEO-2	0,080
Gebrauchstauglichkeit	SLS	0,090
Drucknachweis HDI-Körper	—	0,920



## **6.6 Statische Nachweisführung Position (4)**

Der Nachweis erfolgt analog zur Position (1) über das Programm GGU-UNDERPIN, auf Grundlage des Eurocode 7 (DIN EN 1997-1) in Verbindung mit DIN 1054. Mit diesem Berechnungsmodul kann die Tragfähigkeit der Unterfangungsgründung unter Berücksichtigung der maßgebenden Baugrundkennwerte ermittelt und der Nachweis der Grundbruchsicherheit geführt werden. Ergänzend wird der Druckfestigkeitsnachweis für den HDI-Körper als unbewehrten Betonkörper geführt. Die Bemessungsdruckfestigkeit ergibt sich zu:

$$f_{m,d} = 0,85 \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M}$$

Der charakteristische Wert der einaxialen Druckfestigkeit wurde zu  $f_{m,k} = 2,10 \text{ N/mm}^2$  angesetzt.

Die vollständige statische Nachweisführung einschließlich aller Zwischen- und Ergebniswerte ist dem beigefügten GGU-Berechnungsausdruck zu entnehmen (siehe Anlage 1/5 — Statische Nachweisführung Position 4).

Die Nachweise liefern folgende maßgebende Ergebnisse:

**Tabelle 6: Nachweisführung Position (4)**

Nachweis	Grenzzustand	Ausnutzung $\mu$
Kippsicherheit	EQU	0,209
Grundbruch	GEO-2	0,387
Gleiten	GEO-2	0,170
Gebrauchstauglichkeit	SLS	0,200
Drucknachweis HDI-Körper	—	0,665

## **6.7 Standsicherheitsnachweis Böschung**

Die GID Höfer GmbH führt neben den lokalen Bemessungssituationen auch den Nachweis der Gesamtstandsicherheit der südlichen Außenwand in Bezug auf die Bestandsböschung.

Die GID Höfer GmbH & Co. KG stellt die Bemessung für den Zwischenbauzustand gemäß den Sicherheitsanforderungen der **Bemessungssituation DIN 1554:2021 BS-P** (ständige Bemessungssituation) und nicht für den Dauerzustand auf. Die Bemessung erfolgt nach den Vorgaben des EC 7 im Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS) – GEO-3: Versagen durch Verlust der Gesamtstandsicherheit (Böschungs- und Geländebruch):

- |  |                     |            |
|--|---------------------|------------|
| • Teilsicherheit Reibungswinkel:           | $\gamma_{\varphi'}$ | = 1,25 [-] |
| • Teilsicherheit Kohäsion:                 | $\gamma_{c'}$       | = 1,25 [-] |
| • Teilsicherheit Kohäsion:                 | $\gamma_{c(u)}$     | = 1,25 [-] |
| • Teilsicherheit Wichte:                   | $\gamma_w$          | = 1,00 [-] |
| • Teilsicherheit ständige Einwirkung:      | $\gamma_g$          | = 1,00 [-] |
| • Teilsicherheit veränderliche Einwirkung: | $\gamma_q$          | = 1,30 [-] |

Für die statischen Berechnungen werden die Lastannahmen aus der maßgebenden Bemessungsposition (1) angesetzt. Die entsprechende Flächenpressung an der Unterkante des HDI-Körpers beträgt:

$$\sigma_{E,d} = 390,30 \text{ kN/m}^2$$

Die Standsicherheitsnachweise der geböschten Baugruben erfolgen nach dem Verfahren für kreisförmige Gleitlinien nach BISHOP mit Hilfe des Programms GGU-Stability nach Eurocode EC 7. Zur Berechnung wird innerhalb eines vorgegebenen Rasterfeldes die kreiszylindrische Gleitfläche mit der geringsten Sicherheit ermittelt, wobei die Gleitkreisradien und die Gleitkreismittelpunkte variiert werden. Die Beurteilung der Standsicherheit erfolgt über die Berechnung des Ausnutzungsgrades  $\mu$ , der im Zustand der Einhaltung aller DIN-geforderten Sicherheiten den Wert 1,0 annehmen darf. In allen anderen Zuständen muss  $\mu < 1$  gewährleistet sein.

Die Ausführung der Berechnung erfolgt nach dem neuen Sicherheitskonzept, nach DIN 1054-neu, Grenzzustand GZ 1C, mit  $\mu = E_d/R_d \leq 1$ .

Dabei ist:

$E_d$  = Bemessungswert der resultierenden Beanspruchung parallel zur Gleitfläche bzw. der Bemessungswert des Momentes der Einwirkung um den Gleitkreismittelpunkt

$R_d$  = Bemessungswert des Widerstandes parallel zur Gleitlinie bzw. der Bemessungswert des Momentes der Widerstände um den Gleitmittelpunkt

Die Sicherheit gilt als rechnerisch nachgewiesen, wenn diese Grenzzustandsbedingungen nicht verletzt werden, d.h., wenn die Bemessungseinwirkungen  $\leq$  den Bemessungswiderständen sind ( $E_d \leq R_d$ ).

Um die Bemessungswerte der Einwirkungen und Widerstände zu erhalten, sind die charakteristischen Einwirkungen mit den entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerten zu multiplizieren ( $E_d = E_k \times \gamma_E$ ) und die charakteristischen Widerstände durch die entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerte zu dividieren ( $\tan \phi'_d = \tan \phi'_k / \gamma_\phi$ ;  $c'_d = c'_k / \gamma_c$ ;  $c_{u,d} = c_{c,k} / \gamma_{c,u}$ ).

Die Berechnungsergebnisse können im Detail der Anlage 1/6 entnommen werden. Der maximale Ausnutzungsgrad der Geländebruchsicherheit wird mit  $\mu = 0,890$  angegeben.

## **7. HINWEISE ZUR BAUSAUSFÜHRUNG**

Dem Konstruktionsplan (Anlage 1/1) sowie den Bemessungsergebnissen (Anlagen 1/2 bis 1/5) können die statisch erforderlichen HDI-Nettoquerschnitte entnommen werden. Das beauftragte Fachunternehmen hat über einen entsprechenden Bohrwinkel und Düsenplan sowie bei entsprechender Umsetzbarkeit der Gerätewahl sicherzustellen, dass die ausgewiesenen Querschnitte hergestellt werden können. Die Herstellung der HDI-Körper erfolgt nach DIN EN 12716. Ferner sind die angesetzten Mindestdruckfestigkeitswerte der Unterfangungskörper zu erzielen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Positionen 2 bis 4 sich innerhalb des Gebäudes befinden und eine entsprechende Zugänglichkeit durch den Auftragnehmer, entsprechend seiner Gerätewahl, sichergestellt werden muss. Eine Erstellung des HDI-Körpers der Position 2 von der Turnhallenseite aus ist nicht möglich.

Die Position 1 wird von der Außenseite des Gebäudes aus erstellt. Die abschnittsweise Erstellung der Spritzbetonschale erfolgt in einer maximalen Feldbreite von 2,00 m nach dem Pilgerschrittverfahren in Anlehnung an DIN 4123. Für die anfallenden Erdarbeiten ist dauerhaft entsprechendes Gerät vorzuhalten. Die Erstellung einer Arbeitsebene ist ebenfalls zu berücksichtigen.

Für die Erstellung der Spritzbetonschale wird zunächst die Bruchsteinwand bzw. das Bruchsteinfundament im ausgewiesenen Abschnitt abschnittsweise bis zur Unterkante freigelegt. Da die Unterkante der Bruchsteinwand gemäß der vorliegenden Schurfuntersuchungen variiert, ist die entsprechende Tiefenlage zu dokumentieren und für die Erstellung der HDI-Körper zu berücksichtigen.

Der freigelegte Wandabschnitt ist mit 4 Gewindestangenankern je Quadratmeter zu versehen. Anschließend erfolgen die Bewehrung und Betonage der Spritzbetonvorsatzschale, die Verfüllung sowie die Erstellung des HDI-Unterfangungskörpers.

Gemäß der Entwässerungsplanung sind an zwei Stellen der Außenwand Leitungsdurchdringungen geplant. Hierfür sind entsprechend zwei Kernbohrungen DN 150 nach DIN 18 301 in der ausgewiesenen Tiefenlage durch das Fundament bzw. ggf. durch den HDI-Körper herzustellen. Die Rohrsohlen betragen gemäß Ingenieurbüro Paulus GmbH, Essen:

- Ostseite: 121,10 m NHN
- Westseite: 121,00 m NHN

Die Kernbohrungen DN 150 sind im Zuge der Spezialtiefbauarbeiten in der ausgewiesenen Tiefenlage herzustellen und für die nachfolgenden Entwässerungsarbeiten vorzubereiten. Die Verlegung der Entwässerungsleitungen sowie der zugehörige Anschluss erfolgen durch ein nachfolgendes Gewerk.

Aufgrund der besonderen Anforderungen an die Spezialtiefbaumaßnahme wird eine qualifizierte Fachbauleitung mit engmaschiger baubegleitender Überwachung der Ausführung empfohlen.

Vor Beginn der Arbeiten ist die Kampfmittelfreiheit des Baufelds durch eine entsprechende Anfrage bei der zuständigen Behörde nachzuweisen bzw. eine entsprechende Freigabe einzuholen.

### **WICHTIGER HINWEIS:**

Nach dem derzeitigen Planungsstand ist nicht davon auszugehen, dass der auf dem südlich angrenzenden Grundstück vorhandene Parkplatz für die Baustelleneinrichtung genutzt werden kann. Dies bedeutet explizit, dass die Anlieferung des Bohrgeräts, die Bedienungscontainer der HDI-Anlage, sämtliche Abpumpcontainer, Pumpeinheiten und weiteres Baustelleneinrichtungsmaterial ausschließlich auf Grundstücken der Stadt Wetter erfolgen kann.

Ferner sind sämtliche Erdarbeiten ebenfalls unter diesen eingeschränkten Bedingungen umzusetzen. Dies beinhaltet auch den Abtransport und die Lagerung von Bodenmaterial sowie das Rückflusmaterial, das aufgrund der hohen Wassergehalte in Containern gelagert werden muss.

Sollten weitere Fragen in baugrundtechnischer oder geostatischer Hinsicht auftreten, bitten wir um Benachrichtigung.



**Geotechnik-Institut-Dr. Höfer  
GmbH & Co. KG**



(Dr.-Ing. U. Höfer)

## **8. ABBILDUNGSVERZEICHNIS**

Abbildung 1: Auszug aus OpenStreetMap .....	3
---	---

## **9. TABELLENVERZEICHNIS**

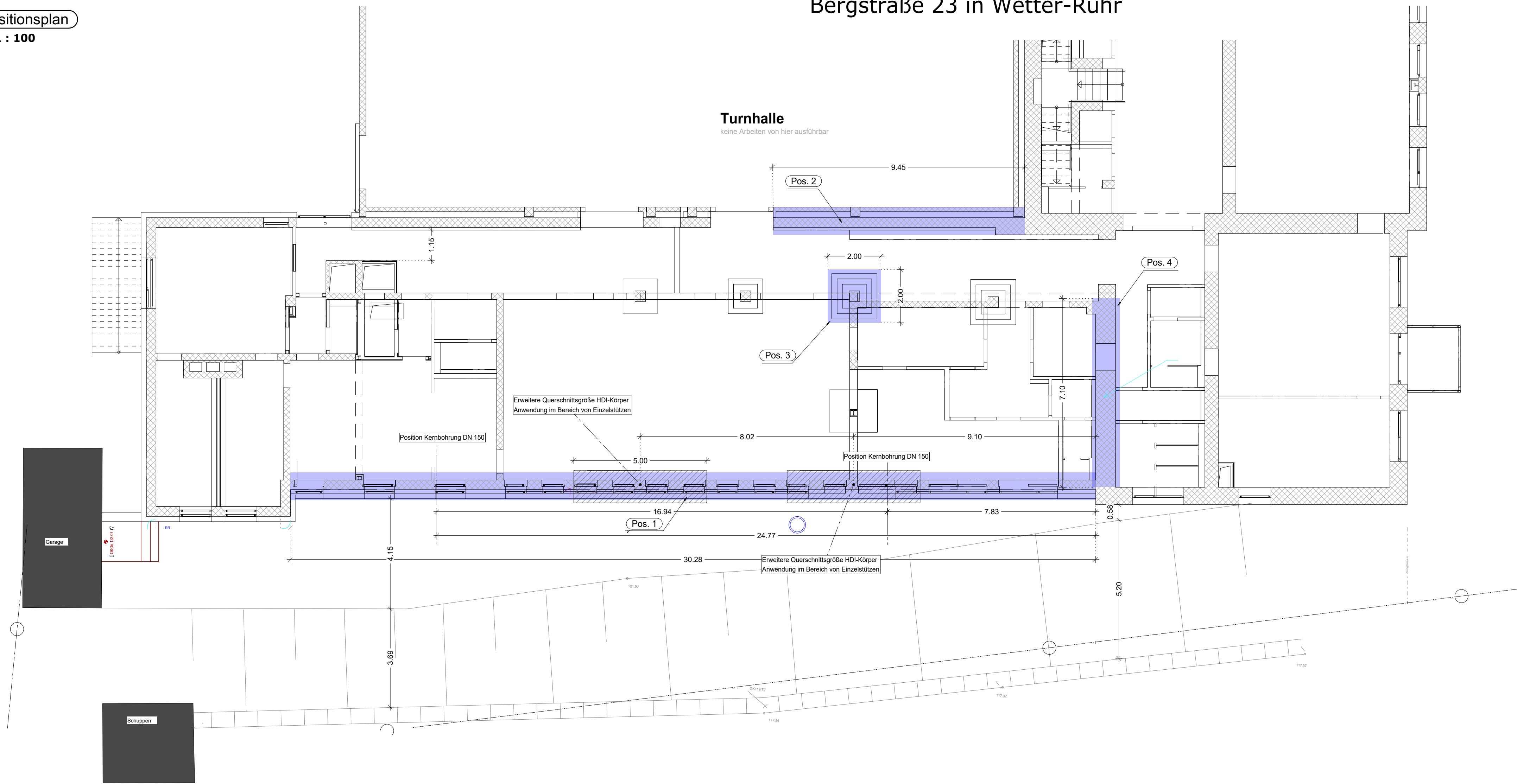
Tabelle 1: Bodenkennwerte gem. kühn baugrund beratung GmbH .....	5
Tabelle 2: Lastansätze gem. GRBV Ingenieure.....	9
Tabelle 3: Nachweisführung Position (1) .....	10
Tabelle 4: Nachweisführung Position (2) .....	15
Tabelle 5: Nachweisführung Position (3) .....	16
Tabelle 6: Nachweisführung Position (4) .....	17

## **10. ANLAGENVERZEICHNIS**

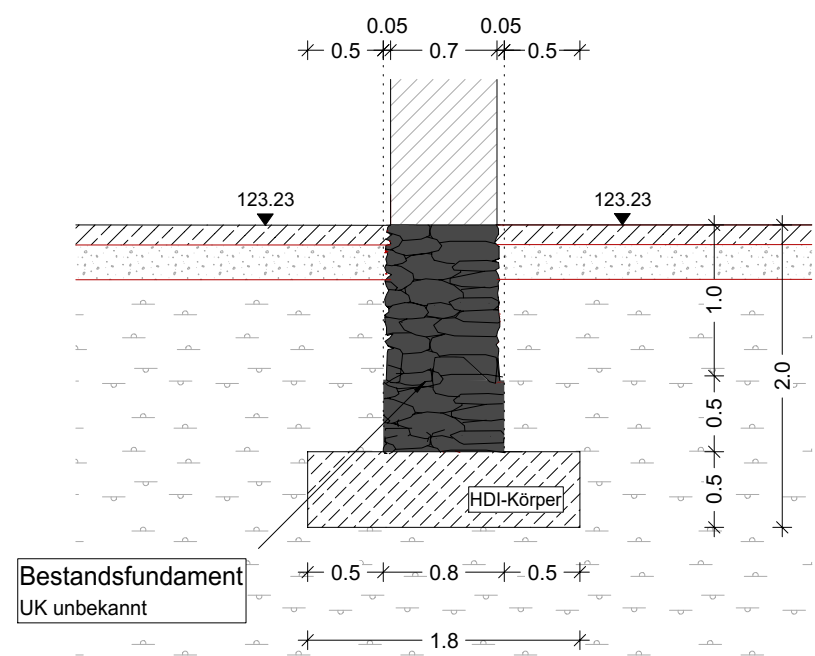
Anlage 1/1: Konstruktionsplan
Anlage 1/2: Nachweisführung Position (1)
Anlage 1/3: Nachweisführung Position (2)
Anlage 1/4: Nachweisführung Position (3)
Anlage 1/5: Nachweisführung Position (4)
Anlage 1/6: Geländebruch- / Standsicherheitsnachweis

GGS Alt-Wetter  
Umbau, Sanierung, Erweiterung  
Bergstraße 23 in Wetter-Ruhr

Positionsplan  
M 1 : 100



Position 4  
M 1 : 50

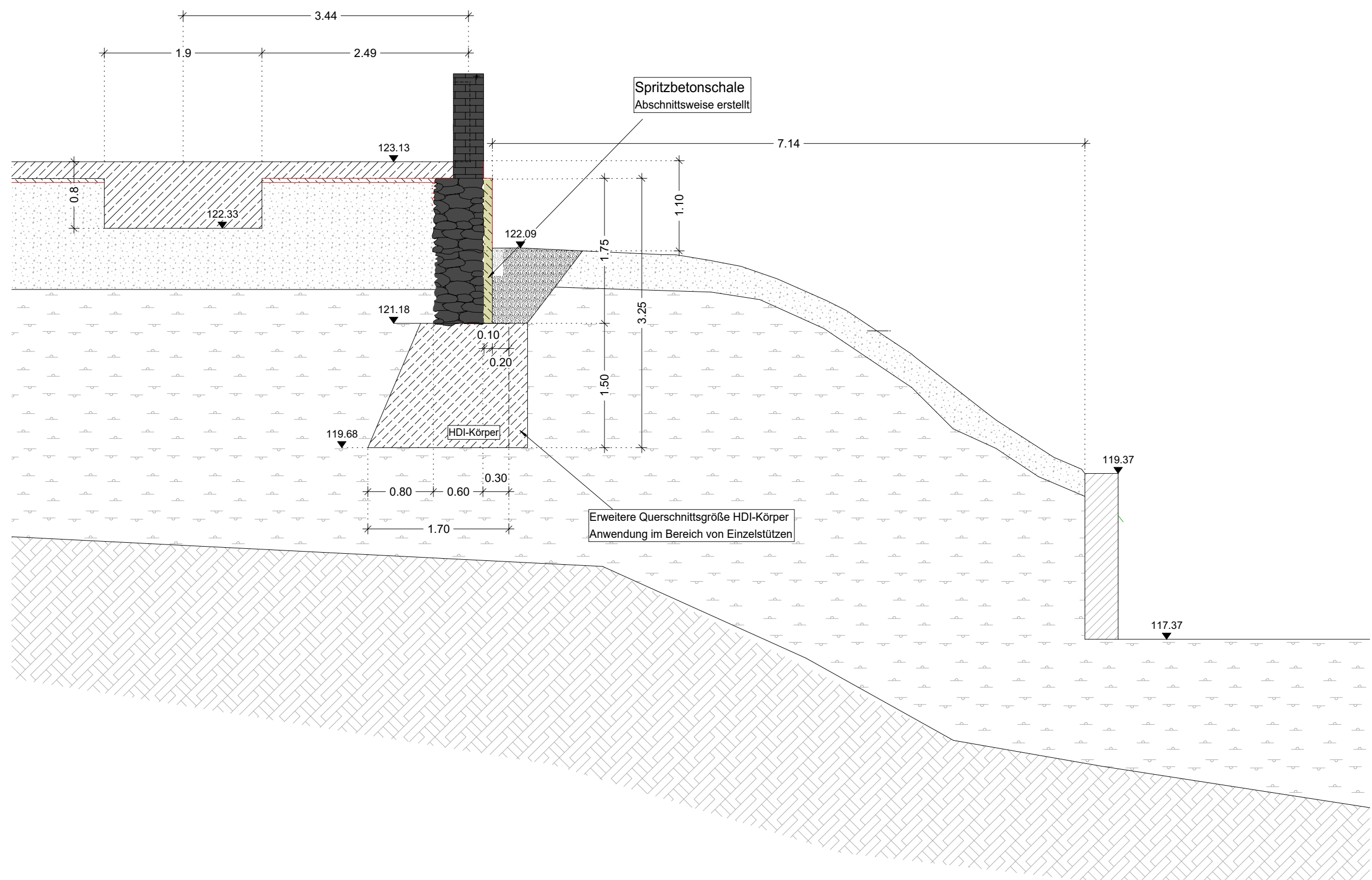


Sämtliche Bauteilabmessungen und Abstände zu relevanten Objekten sind vom Auftragnehmer (AN) eigenverantwortlich zu überprüfen. Etwaige Abweichungen oder Unstimmigkeiten sind unverzüglich dem Auftraggeber (AG) mitzuteilen. Die Verantwortung für die Richtigkeit der Ausführungsmaße liegt vollständig beim AN.

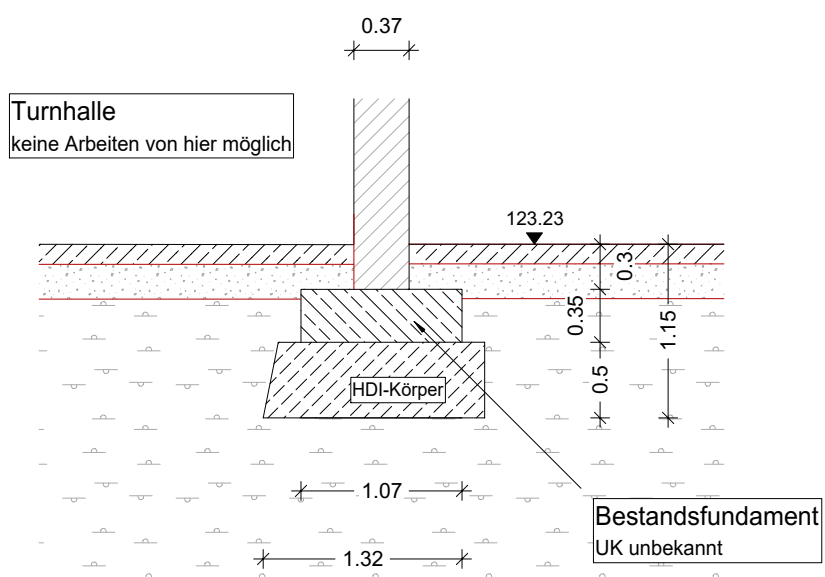
Legende

	Schluff		Stahlbeton		Spritzbetonschale C 25/30 - XC2
	Auffüllungen		HDI Körper		Q355-Bewehrungsmatten gem. DIN EN 1992-1-1, Abschn. 8.7
	Sandstein		Verfüllmaterial HKS 0/45		Unterfangungsbereich

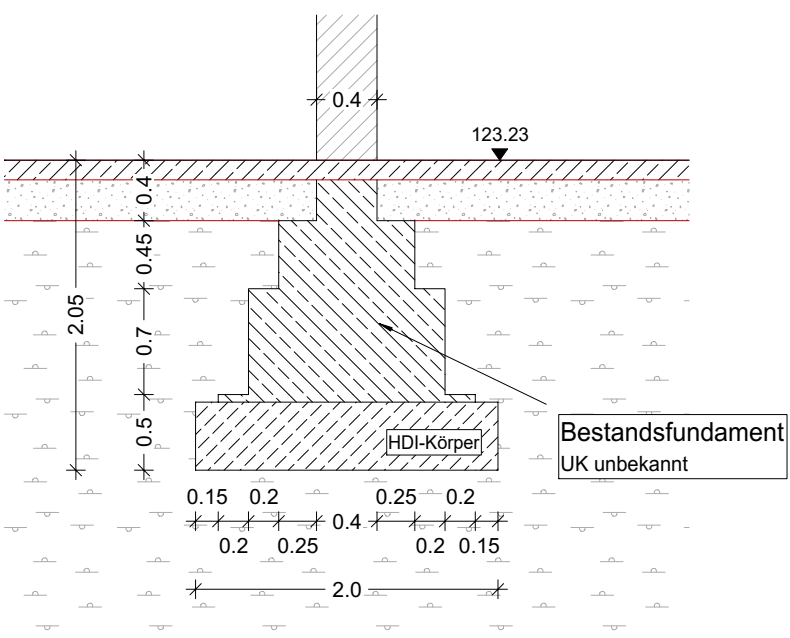
Position 1  
M 1 : 50



Position 2  
M 1 : 50



Position 3  
M 1 : 50

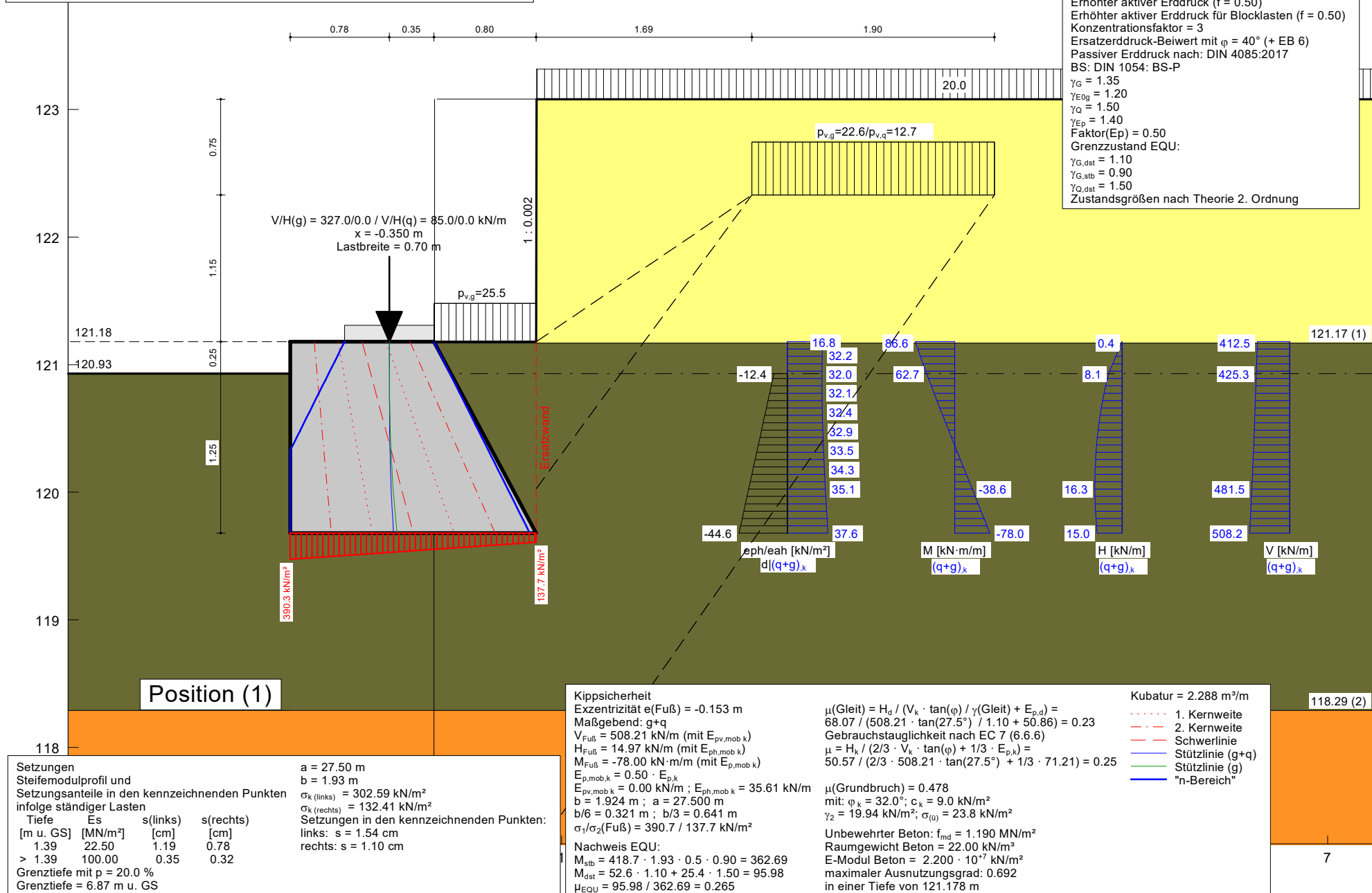


<b>Aufsteller</b>  Geotechnik-Institut - Dr. Höfer GmbH & Co. KG Hagener Straße 243 44229 Dortmund Tel. 02 31 - 39 9 610-0 info@gid-hoefer.de	<b>Prüfer</b>  Geotechnik-Institut - Dr. Höfer GmbH & Co. KG Hagener Straße 243 44229 Dortmund Tel. 02 31 - 39 9 610-0 info@gid-hoefer.de
<b>Bauwerksdaten</b> HDI-Körper nach DIN 12 716 Position (1) Gesamtlänge: 30,30 m Kubatur je Meter: 1,950 m³/m fnd: 1,190 MN/m² Position (2) Gesamtlänge: 30,30 m Kubatur je Meter: 1,950 m³/m fnd: 1,190 MN/m² Position (3) Gesamtlänge: 30,30 m Kubatur je Meter: 1,950 m³/m fnd: 1,190 MN/m² Position (4) Gesamtlänge: 30,30 m Kubatur je Meter: 1,950 m³/m fnd: 1,190 MN/m²	<b>Bauherr</b>  Fachdienst 2/4 Hochbau Kaiserstr. 70 58300 Wetter (Ruhr) Fon: +49 (2335) 840 580
<b>Planungsbüro</b> Spritzbeton nach DIN EN 14 487 Schalendicke: d = 100 mm Bewehrung: Q335; Ø 8,5 mm, 150/150 mm M12; Glöb 8,8; Reserveverdr. 2-4,5 µm 4 Stk./m², l <sub>s</sub> = 300 mm in Mauerwerk Ø 14 mm Injektionsmittel: Quadratschale 70x70x8 mm Kernbohrungen für SW-Leitungen: Durchmesser: DN 150 Anzahl: 1 Stk. je Position Lage horizontal: + Positionen Lage vertikal (Ost): + 121,10 mNN (Rohrschleife) Lage vertikal (West): + 121,00 mNN (Rohrschleife)	<b>Planungsbüro</b>  BROCHHEUSER HERBERTZ ARCHITEKT UND BERATENDER INGENIEUR FARTMB bhp. Bismarckstraße 31 42853 Remscheid Tel +49 2191 49949 0
<b>Änderungen</b>	
f	
e	
d	
c	
b	
a	
Index	Änderung Datum Sachb.

<b>Geotechnik - Institut - Dr. Höfer</b> Hagener Straße 243 44229 Dortmund Tel 02 31 - 39 9 610 - 0 Fax 02 31 - 39 9 610 29 info@gid-hoefer.de www.gid-hoefer.de	<b>GGs Alt-Wetter</b> Umbau, Sanierung, Erweiterung Bergstraße 23 in Wetter-Ruhr Ausführungsplanung HDI-Unterfangung Konstruktionsplan Bearb.-Nr. 26091 Anlage-Nr. 1/1
Bearbeiter: Ant	Zeichner(in): Ant
Datum: 17.04.2026	Längenmaßstab: M 1:10 / 1:50
Höhenmaßstab: ---	

# **Statische Nachweisführung Position (1)**

Boden	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma'_{k1}$ [kN/m³]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	Bezeichnung
	18.0	9.0	25.0	0.0	0.0	0.000	0.667	Auffüllungen
	19.0	9.0	27.5	7.5	7.5	0.000	0.667	Hangschutt / Hanglehm
	22.0	12.0	35.0	10.0	10.0	0.000	0.667	Tst, v





## Unterfangung

=====

## Teilsicherheitskonzept (EC 7)

26091 - Grundschule Alt-Wetter, Bergstr. 23

Wandkopf = 121.18 m·HNN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050

Baugrubensohle = 120.93 m·HNN

Grundwasserstand (rechts) = 115.00 m·HNN

Grundwasserstand (links) = 115.00 m·HNN

## Teilsicherheiten

BS: DIN 1054: BS-P

 $\gamma_{g,1} = 1.35$  $\gamma_{g,Ruhe} = 1.20$  $\gamma_{g,q} = 1.50$  $\gamma_{g,Ep} = 1.40$  (Gleiten)

Grenzzustand EQU:

 $\gamma_{G,dst} = 1.10$  $\gamma_{G,stb} = 0.90$  $\gamma_{Q,dst} = 1.50$ 

## Unterfangungskörper

 $\gamma = 22.00 \text{ kN/m}^3$ E-Modul =  $2.2000 \times 10^7 \text{ kN/m}^2$ 

Vertikallast(G) = 327.00 kN/m

Vertikallast(Q) = 85.00 kN/m

Horizontallast(G) = 0.00 kN/m

Horizontallast(Q) = 0.00 kN/m

x (Last) = -0.35 m

Fundamentlänge a = 27.50 m

Tiefe	links	rechts	Breite
[m·HNN]	[m]	[m]	[m]
121.18	-1.13	0.00	1.13
119.68	-1.13	0.80	1.93

## Bermen auf der Aktivseite

Nr.	x1	x2	dh	Auflast	Verkehr
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]
1	0.80	0.80	1.90	20.00	ja

Der Einfluss von Aktivbermen auf den aktiven Erddruck wird gemäß den Beziehungen in "Spundwand-Handbuch Berechnung (1977) Abschnitt 4.9.2.2" berechnet.

## Ersatzwand gemäß EAB 6. Auflage

## Blocklasten

Erhöhter aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Beziehung:  $(1 - \text{Faktor}) \cdot e(\text{aktiv}) + \text{Faktor} \cdot e(\text{Ruhe})$ 

Faktor [-] = 0.50

Konzentrationsfaktor nach Fröhlich = 3

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m·HNN]
1	22.63	0.00	2.49	4.39	122.33
2	12.66	0.00	2.49	4.39	122.33
3	25.50	0.00	0.00	0.80	121.18

## Lastordinaten Blocklasten (aktiver Anteil)

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)	p(unten)	Typ
[-]	[m·HNN]	[m·HNN]	[m·HNN]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	
1	121.18	120.03	117.19	2.58	2.58	2.58	0
2	121.18	120.03	117.19	1.45	1.45	1.45	0
3	121.18	121.18	121.18	3525.37	3525.37	3525.37	0

Verkehrslast

Typ = 0 ==> rechteckförmig verteilt

keine Erddruckumlagerung

Blocklasten nicht umgelagert

#### Bodenkennwerte

Schicht	Tiefe	$\gamma_k$	$\gamma'_k$	$\varphi_k$	$c(p)_k$	$c(a)_k$	$d(p)/\varphi$	$d(a)/\varphi$	$E_s$
[-]	[m·HNN][kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[MN/m²]	
1	121.17	18.00	9.00	25.00	0.00	0.00	0.000	0.667	15.0
2	118.29	19.00	9.00	27.50	7.50	7.50	0.000	0.667	22.5
3	100.00	22.00	12.00	35.00	10.00	10.00	0.000	0.667	100.0

#### Aktive Erddruckbeiwerte

Erhöhter aktiver Erddruck verwendet

Beziehung:  $(1 - \text{Faktor}) \cdot k_{ah} + \text{Faktor} \cdot k_0$

Faktor [-] = 0.50

bestimmt nach: DIN 4085

Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$  (+ EB 6)

(Erddruckbeiwerte für horizontales Gelände)

Schicht	$k_{agh}$	$k_{ach}$	$\varphi_k$	$\delta$	$k_{agh(40^\circ)}$
[-]	[-]	[-]	[°]	[°]	[-]
1	0.462	0.521	25.000	16.68	0.179
2	0.425	0.490	27.500	18.34	0.179
3	0.325	0.406	35.000	23.35	0.179

#### Aktive Erddruckordinaten (g+q),k

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m·HNN]	[m·HNN]	[kN/m²]	[kN/m²]	oben[kN/m²]	unten[kN/m²]
121.180	121.179	16.799	34.374	0.00	0.00
121.179	121.170	30.463	36.712	0.00	0.00
121.170	120.930	32.429	32.002	0.00	0.00
120.930	120.026	32.002	35.133	0.00	0.00

#### Passive Erddruckbeiwerte

Faktor( $E_p$ ) = 0.50 (Grundbruch/Stützzlinie)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

bestimmt nach: DIN 4085:2017

Schicht	$k_{pgh}$	$k_{pch}$	$\varphi_k$	delta
[-]	[-]	[-]	[°]	[°]
2	2.716	3.296	27.500	0.00
3	3.690	3.842	35.000	0.00

#### Passive Erddruckordinaten mit:

Faktor( $E_p$ ) = 0.50 (Grundbruch/Stützzlinie)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten
[m·HNN]	[m·HNN]	[kN/m²]	[kN/m²]
121.17	120.93	0.00	0.00
120.93	120.03	-12.36	-35.68

#### Schnittgrößen d

nach Theorie 2. Ordnung

Tiefe	H	M	V	e	H(ep,k)	M(ep,k)	V(ep,k)
[m·HNN]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	[m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
121.18	0.0	120.9	569.0	0.212	0.0	0.0	0.0
121.18	0.0	120.7	569.0	0.212	0.0	0.0	0.0
121.17	0.5	119.5	569.6	0.210	0.0	0.0	0.0
120.93	10.9	86.3	586.1	0.147	0.0	0.0	0.0
120.03	29.5	-56.8	658.3	-0.086	-21.7	8.2	0.0
119.68	32.5	-114.7	692.6	-0.166	-35.6	18.1	0.0

#### Schnittgrößen (g+q),k

nach Theorie 2. Ordnung

Tiefe	H	M	V	e	b/3
[m·HNN]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	[m]	[m]
121.18	0.0	87.6	412.0	0.212	0.375
121.18	0.0	87.4	412.0	0.212	0.375
121.17	0.4	86.6	412.5	0.210	0.377
120.93	8.1	62.7	425.3	0.147	0.419
120.03	16.3	-38.6	481.5	-0.080	0.580

119.68      15.0      -78.0      508.2      -0.153      0.642

## Schnittgrößen g,k

nach Theorie 2. Ordnung

Tiefe	H	M	V	e	b/6	
[m·HNN]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	[m]	[m]	
121.18	0.0	69.5	327.0	0.213	0.188	*
121.18	0.0	69.4	327.0	0.212	0.188	*
121.17	0.2	68.7	327.4	0.210	0.188	*
120.93	5.4	50.0	339.3	0.147	0.210	
120.03	4.0	-25.4	392.9	-0.065	0.290	
119.68	-1.0	-52.6	418.7	-0.126	0.321	

\*) Bedingung:  $|e| < b / 6$  nicht eingehalten.

## Schnittgrößen q,k

nach Theorie 2. Ordnung

Tiefe	H	M	V	e
[m·HNN]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	[m]
121.18	0.0	18.1	85.0	0.212
121.18	0.0	18.0	85.0	0.212
121.17	0.1	17.9	85.0	0.210
120.93	2.6	12.6	86.0	0.147
120.03	12.3	-13.2	88.6	-0.149
119.68	16.0	-25.4	89.5	-0.284

## Schnittgrößen g,d

nach Theorie 2. Ordnung

Tiefe	H	M	V	e
[m·HNN]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	[m]
121.18	0.0	93.8	441.4	0.213
121.18	0.0	93.7	441.5	0.212
121.17	0.3	92.8	442.0	0.210
120.93	6.9	67.3	457.1	0.147
120.03	11.1	-37.0	525.5	-0.070
119.68	8.5	-76.6	558.3	-0.137

Schubnachweis nach 4093:2012-08:

n-Wert für Lastausbreitung = 2.000

Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Bemessungswert der Druckfestigkeit  $f_{m,d} = 1.190 \text{ MN/m}^2$

$\tau_{E,d} \leq 0,2 \cdot f_{m,d} = 0.238 \text{ MN/m}^2 = 238.0 \text{ kN/m}^2$

$N_{cr} = \text{Knicklast} = E \cdot I \cdot \pi^2 / sk^2$

Knicknachweis nicht erforderlich, wenn  $N_{Ed} / N_{cr} < 0.10$

Nachweis für: g+q

Tiefe	$Q_{E,d}$	b	e	$\tau_{E,d}$	$\mu(\tau)$	$N_{E,d}/N_{cr}$	
[m·HNN]	[kN/m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	
121.179	0.045	1.126	0.212	0.095	0.000	0.000	(*)
121.179	0.045	1.126	0.212	0.095	0.000	0.000	(*)
121.178	0.056	1.126	0.212	0.119	0.001	0.000	(*)
121.178	0.056	1.126	0.212	0.119	0.001	0.000	(*)
121.178	0.099	1.126	0.212	0.211	0.001	0.000	(*)
121.178	0.099	1.126	0.212	0.211	0.001	0.000	(*)

121.170      0.471      1.130      0.210      0.994      0.004      0.000 (\*)  
 121.170      0.471      1.130      0.210      0.994      0.004      0.000 (\*)

120.930      10.892      1.258      0.147      12.984      0.055      0.000  
 120.930      10.892      1.258      0.147      12.984      0.055      0.000

120.026      29.492      1.740      0.080      25.418      0.107      0.000  
 120.026      29.492      1.740      0.080      25.418      0.107      0.000

119.680      32.463      1.925      0.153      25.296      0.106      0.000

max  $\mu(\tau_{E,d})$

119.878      31.012      1.820      0.113      25.566      0.107      0.000

(\*) ==&gt; klaffende Fuge

Nachweis für: g

Tiefe [m·HNN]	$Q_{E,d}$ [kN/m]	b [m]	e [m]	$T_{E,d}$ [kN/m²]	$\mu(\tau)$ [-]	$N_{E,d}/N_{cr}$ [-]	
121.179	0.036	1.126	0.212	0.076	0.000	0.000	(*)
121.179	0.036	1.126	0.212	0.076	0.000	0.000	(*)
121.178	0.044	1.126	0.212	0.094	0.000	0.000	(*)
121.178	0.044	1.126	0.212	0.094	0.000	0.000	(*)
121.178	0.074	1.126	0.212	0.158	0.001	0.000	(*)
121.178	0.074	1.126	0.212	0.158	0.001	0.000	(*)
121.170	0.319	1.130	0.210	0.672	0.003	0.000 (*)	
121.170	0.319	1.130	0.210	0.672	0.003	0.000 (*)	
120.930	6.920	1.258	0.147	8.249	0.035	0.000	
120.930	6.920	1.258	0.147	8.249	0.035	0.000	
120.026	11.074	1.740	0.065	9.545	0.040	0.000	
120.026	11.074	1.740	0.065	9.545	0.040	0.000	
119.680	8.532	1.925	0.126	6.648	0.028	0.000	

max  $\mu(T_{E,d})$ 

120.480 11.144 1.498 0.034 11.157 0.047 0.000

(\*) ==&gt; klaffende Fuge

Nachweis unbewehrter Beton (nach EC 2 / DIN 1045)

n-Wert für Lastausbreitung = 2.000

 $f_{m,d} = 1.19 \text{ MN/m}^2$ Knicklänge  $s_k = 1.750 \text{ m}$  $V_r = b(\text{Beton}) \cdot f_{m,d} \cdot \phi$  $\phi = 1,14 \cdot [1 - 2 \cdot e(\text{tot}) / b(\text{Beton})] - 0,02 s_k / b(\text{Beton})$  $e(\text{tot}) = e(\text{Beton}) + 0,5 \cdot s_k / 200$  $0.0 \leq \phi \leq 1 - 2 \cdot e(\text{tot}) / b(\text{Beton})$ 

Nachweis für: (g+q),k

 $\mu_e = \text{Ausnutzungsgrad}$ 

Tiefe [m·HNN]	$V_d$ [kN/m]	$V_{g+q,k}$ [kN/m]	b(Beton) [m]	e(Beton) [m]	e/b [-]	$\phi$ [-]	$V_r$ [kN/m]	$\mu_e$ [-]
121.18	569.0	412.0	0.700	0.000	0.000	0.987	822.6	0.501
121.18	569.0	412.0	0.700	0.000	0.000	0.987	822.6	0.692
121.17	569.6	412.5	0.710	0.000	0.000	0.988	834.4	0.683
120.93	586.1	425.3	0.950	0.002	0.002	0.988	1116.5	0.525
120.03	658.3	481.5	1.702	0.061	0.036	0.923	1869.7	0.352
119.68	692.6	508.2	1.875	0.128	0.069	0.858	1915.1	0.362

Nachweis für: g,k

Tiefe [m·HNN]	$V_{g,d}$ [kN/m]	$V_{g,k}$ [kN/m]	b(Beton) [m]	e(Beton) [m]	e/b [-]	$\phi$ [-]	$V_r$ [kN/m]	$\mu_e$ [-]
121.18	441.4	327.0	0.700	0.000	0.000	0.987	822.6	0.398
121.18	441.5	327.0	0.700	0.000	0.000	0.987	822.6	0.537
121.17	442.0	327.4	0.710	0.000	0.000	0.988	834.4	0.530
120.93	457.1	339.3	0.950	0.002	0.002	0.987	1116.3	0.409
120.03	525.5	392.9	1.702	0.045	0.027	0.942	1906.9	0.276
119.68	558.3	418.7	1.875	0.101	0.054	0.888	1981.6	0.282

Weggrößen d

Tiefe [m·HNN]	w [mm]
121.18	0.0
121.18	0.0
121.17	0.0
120.93	0.0
120.03	0.0
119.68	0.0

## Weggrößen (g+q),k (mit Fundamentverdrehung)

Tiefe	w
[m·HNN]	[mm]
121.18	4.6
121.18	4.6
121.17	4.6
120.93	3.9
120.03	1.1
119.68	0.0

## Weggrößen g,k

Tiefe	w
[m·HNN]	[mm]
121.18	0.0
121.18	0.0
121.17	0.0
120.93	0.0
120.03	0.0
119.68	0.0

## Weggrößen g,d

Tiefe	w
[m·HNN]	[mm]
121.18	0.0
121.18	0.0
121.17	0.0
120.93	0.0
120.03	0.0
119.68	0.0

## Weggrößen g,d

Tiefe	w
[m·HNN]	[mm]
121.18	0.0
121.18	0.0
121.17	0.0
120.93	0.0
120.03	0.0
119.68	0.0

## Gleitsicherheit

Maßgebend: g + q

$$\mu_{\text{Gleit}} = H_d / (V_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{\text{Gleiten}} + E_{p,d}) = 68.1 / (508.2 \cdot \tan(27.5) / 1.10 + 50.9) = 0.234$$

## Nachweis der Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)

Wenn beim Nachweis der Gleitsicherheit Erdwiderstand angesetzt wird, gilt folgende Regelung:

Bei Flach- und Flächengründungen darf der Nachweis gegen unzuträgliche Verschiebungen

des Fundamentes in der Sohlfläche als erbracht angesehen werden, wenn bei mindestens

mitteldicht gelagerten nichtbindigen Böden bzw. bei mindestens steifen bindigen Böden

- nicht mehr als zwei Drittel des charakteristischen Gleitwiderstands in der Fundamentsohle sowie

- nicht mehr als ein Drittel des charakteristischen Erdwiderstands vor der Stirnseite des Fundamentkörpers

zur Herstellung des Gleichgewichts der charakteristischen bzw. repräsentativen Kräfte

parallel zur Sohlfläche erforderlich sind.

$$\mu_e = H_k / (2/3 \cdot V_k \cdot \tan(\varphi) + 1/3 \cdot E_{p,k}) =$$

$$\mu_e = 50.6 / (2/3 \cdot 508.2 \cdot \tan(27.5) + 1/3 \cdot 71.2) = 0.253$$

## Grundbruchsicherheit

Maßgebend: = g + q

$$H_k = 14.97 \text{ kN/m}$$

$$M_k = 78.00 \text{ kN·m/m}$$

$$V_k = 692.64 \text{ kN/m}$$

$$R_k = 1449.42 \text{ kN/m}$$

$$a = 27.500 \text{ m}$$

$$b = 1.925 \text{ m}$$

$$b' = 1.618 \text{ m}$$

$$\text{Ausnutzungsgrad} = 0.478$$

$$\gamma_{\text{Grundbruch}} = 1.400$$

$$\varphi_k = 32.0^\circ$$

$$c_k = 9.0 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma_2 = 19.9 \text{ kN/m}^3$$

$\sigma_u = 23.8 \text{ kN/m}^2$   
 $N_{c0} = 35.63 / N_{d0} = 23.30 / N_{b0} = 13.96$   
 $v_c = 1.033 / v_d = 1.031 / v_b = 0.982$   
 $i(c) = 0.941 / i(d) = 0.944 / i(b) = 0.916$   
 Böschungsneigung =  $0.0^\circ$   
 $\lambda_c = 1.000 / \lambda_d = 1.000 / \lambda_b = 1.000$   
 Sohlneigung =  $0.0^\circ$   
 $\xi_c = 1.000 / \xi_d = 1.000 / \xi_b = 1.000$   
 Tiefenbeiwerte:  
 $T_c = 1.000 / T_d = 1.000$

Kippsicherheit  
 Maßgebend: g+q  
 Exzentrizität  $e(Fu\beta) = -0.153 \text{ m}$   
 $b/6 = 0.321 \text{ m}$  ;  $b/3 = 0.641 \text{ m}$   
 $\text{sig1/sig2}(Fu\beta) = 390.7 / 137.7 \text{ kN/m}^2$

Nachweis EQU:  
 $V_{g,k} = 418.68 / V_{q,k} = 89.53 \text{ kN/m}$   
 $M_{g,k} = -52.55 / M_{q,k} = -25.45 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $b = 1.93 \text{ m}$   
 $M_{\text{stb}} = 418.7 \cdot 1.93 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 362.69$   
 $M_{\text{dst}} = 52.6 \cdot 1.10 + 25.4 \cdot 1.50 = 95.98$   
 $\mu(\text{EQU}) = 95.98 / 362.69 = 0.265$

Setzungen  
 Steifemodulprofil und  
 Setzungsanteile in den kennzeichnenden Punkten  
 infolge ständiger Lasten

Tiefe	$E_s$	s(links)	s(rechts)
[m u. GS]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[cm]	[cm]
1.39	22.50	1.19	0.78
> 1.39	100.00	0.35	0.32

Grenztiefe mit  $p = 20.0 \%$   
 Grenztiefe =  $6.87 \text{ m u. GS}$   
 $V_k = 418.68 \text{ kN/m}$   
 $a = 27.50 \text{ m}$   
 $b = 1.93 \text{ m}$   
 $\sigma(\text{links}) = 302.59 \text{ kN/m}^2$   
 $\sigma(\text{rechts}) = 132.41 \text{ kN/m}^2$   
 Setzungen in den beiden kennzeichnenden Punkten:  
 links:  $s = 1.54 \text{ cm}$   
 rechts:  $s = 1.10 \text{ cm}$

Hydraulischer Gradient auf Passivseite für Erddruckberechnung verwendet !

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Untergrundhydraulische Berechnungen:  
 Durchlässigkeiten

Schicht	von	bis	k(rechts)	k(links)
[-]	[m·HNN]	[m·HNN]	[m/s]	[m/s]
1	121.18	121.18	1.0E-4	1.0E-4
2	121.18	121.18	1.0E-4	1.0E-4
3	121.18	121.18	1.0E-4	1.0E-4
4	121.18	121.17	1.0E-4	1.0E-4
5	121.17	120.93	1.0E-4	1.0E-4
6	120.93	120.68	1.0E-4	1.0E-4
7	120.68	120.18	1.0E-4	1.0E-4
8	120.18	120.03	1.0E-4	1.0E-4
9	120.03	119.68	1.0E-4	1.0E-4
10	119.68	119.18	1.0E-4	1.0E-4
11	119.18	118.68	1.0E-4	1.0E-4
12	118.68	118.29	1.0E-4	1.0E-4
13	118.29	118.18	1.0E-4	1.0E-4
14	118.18	117.68	1.0E-4	1.0E-4
15	117.68	117.19	1.0E-4	1.0E-4
16	117.19	117.18	1.0E-4	1.0E-4
17	117.18	116.68	1.0E-4	1.0E-4
18	116.68	116.18	1.0E-4	1.0E-4

19	116.18	115.68	1.0E-4	1.0E-4
20	115.68	115.18	1.0E-4	1.0E-4
21	115.18	115.00	1.0E-4	1.0E-4
22	115.00	114.68	1.0E-4	1.0E-4
23	114.68	114.18	1.0E-4	1.0E-4
24	114.18	113.68	1.0E-4	1.0E-4
25	113.68	113.18	1.0E-4	1.0E-4
26	113.18	112.68	1.0E-4	1.0E-4
27	112.68	112.18	1.0E-4	1.0E-4
28	112.18	111.68	1.0E-4	1.0E-4
29	111.68	111.18	1.0E-4	1.0E-4
30	111.18	110.68	1.0E-4	1.0E-4
31	110.68	110.18	1.0E-4	1.0E-4
32	110.18	109.68	1.0E-4	1.0E-4
33	109.68	109.18	1.0E-4	1.0E-4
34	109.18	108.68	1.0E-4	1.0E-4
35	108.68	108.18	1.0E-4	1.0E-4
36	108.18	107.68	1.0E-4	1.0E-4
37	107.68	107.18	1.0E-4	1.0E-4
38	107.18	106.68	1.0E-4	1.0E-4
39	106.68	106.18	1.0E-4	1.0E-4
40	106.18	105.68	1.0E-4	1.0E-4
41	105.68	105.18	1.0E-4	1.0E-4
42	105.18	104.68	1.0E-4	1.0E-4
43	104.68	104.18	1.0E-4	1.0E-4
44	104.18	103.68	1.0E-4	1.0E-4
45	103.68	103.18	1.0E-4	1.0E-4
46	103.18	102.68	1.0E-4	1.0E-4
47	102.68	102.18	1.0E-4	1.0E-4
48	102.18	101.68	1.0E-4	1.0E-4
49	101.68	101.18	1.0E-4	1.0E-4
50	101.18	100.68	1.0E-4	1.0E-4
51	100.68	100.18	1.0E-4	1.0E-4
52	100.18	100.00	1.0E-4	1.0E-4

## Untergrundhydraulik

Potentiale	h	und	Gradienten	i	(rechts)
Tiefe	h	i			
[m·HNN]	[m·HNN]	[-]			
121.18	-6.18	0.000			
121.18	-6.18	0.000			
121.18	-6.18	0.000			
121.18	-6.18	0.000			
121.17	-6.18	0.000			
120.93	-6.18	0.000			
120.68	-6.18	0.000			
120.18	-6.18	0.000			
120.03	-6.18	0.000			
119.68	-6.18	0.000			
119.68	-6.18	0.000			
119.18	-6.18	0.000			
118.68	-6.18	0.000			
118.29	-6.18	0.000			
118.18	-6.18	0.000			
117.68	-6.18	0.000			
117.19	-6.18	0.000			
117.18	-6.18	0.000			
116.68	-6.18	0.000			
116.18	-6.18	0.000			
115.68	-6.18	0.000			
115.18	-6.18	0.000			
115.00	-6.18	0.000			
114.68	-6.18	0.000			
114.18	-6.18	0.000			
113.68	-6.18	0.000			
113.18	-6.18	0.000			
112.68	-6.18	0.000			
112.18	-6.18	0.000			
111.68	-6.18	0.000			
111.18	-6.18	0.000			
110.68	-6.18	0.000			

110.18	-6.18	0.000
109.68	-6.18	0.000
109.18	-6.18	0.000
108.68	-6.18	0.000
108.18	-6.18	0.000
107.68	-6.18	0.000
107.18	-6.18	0.000
106.68	-6.18	0.000
106.18	-6.18	0.000
105.68	-6.18	0.000
105.18	-6.18	0.000
104.68	-6.18	0.000
104.18	-6.18	0.000
103.68	-6.18	0.000
103.18	-6.18	0.000
102.68	-6.18	0.000
102.18	-6.18	0.000
101.68	-6.18	0.000
101.18	-6.18	0.000
100.68	-6.18	0.000
100.18	-6.18	0.000

## Potentiale h und Gradienten i (links)

Tiefe	h	i
[m·HNN]	[m·HNN]	[-]
121.18	-6.18	0.000
121.18	-6.18	0.000
121.18	-6.18	0.000
121.18	-6.18	0.000
121.17	-6.18	0.000
120.93	-6.18	0.000
120.68	-6.18	0.000
120.18	-6.18	0.000
120.03	-6.18	0.000
119.68	-6.18	0.000
119.68	-6.18	0.000
119.18	-6.18	0.000
118.68	-6.18	0.000
118.29	-6.18	0.000
118.18	-6.18	0.000
117.68	-6.18	0.000
117.19	-6.18	0.000
117.18	-6.18	0.000
116.68	-6.18	0.000
116.18	-6.18	0.000
115.68	-6.18	0.000
115.18	-6.18	0.000
115.00	-6.18	0.000
114.68	-6.18	0.000
114.18	-6.18	0.000
113.68	-6.18	0.000
113.18	-6.18	0.000
112.68	-6.18	0.000
112.18	-6.18	0.000
111.68	-6.18	0.000
111.18	-6.18	0.000
110.68	-6.18	0.000
110.18	-6.18	0.000
109.68	-6.18	0.000
109.18	-6.18	0.000
108.68	-6.18	0.000
108.18	-6.18	0.000
107.68	-6.18	0.000
107.18	-6.18	0.000
106.68	-6.18	0.000
106.18	-6.18	0.000
105.68	-6.18	0.000
105.18	-6.18	0.000
104.68	-6.18	0.000
104.18	-6.18	0.000
103.68	-6.18	0.000



103.18	-6.18	0.000
102.68	-6.18	0.000
102.18	-6.18	0.000
101.68	-6.18	0.000
101.18	-6.18	0.000
100.68	-6.18	0.000
100.18	-6.18	0.000

Ausnutzungsgrad hydraulische Grundbruchsicherheit = 0.00

$\gamma(\text{Gewicht}) = 0.95$

$\gamma(\text{Strömungskraft}) = 1.45$

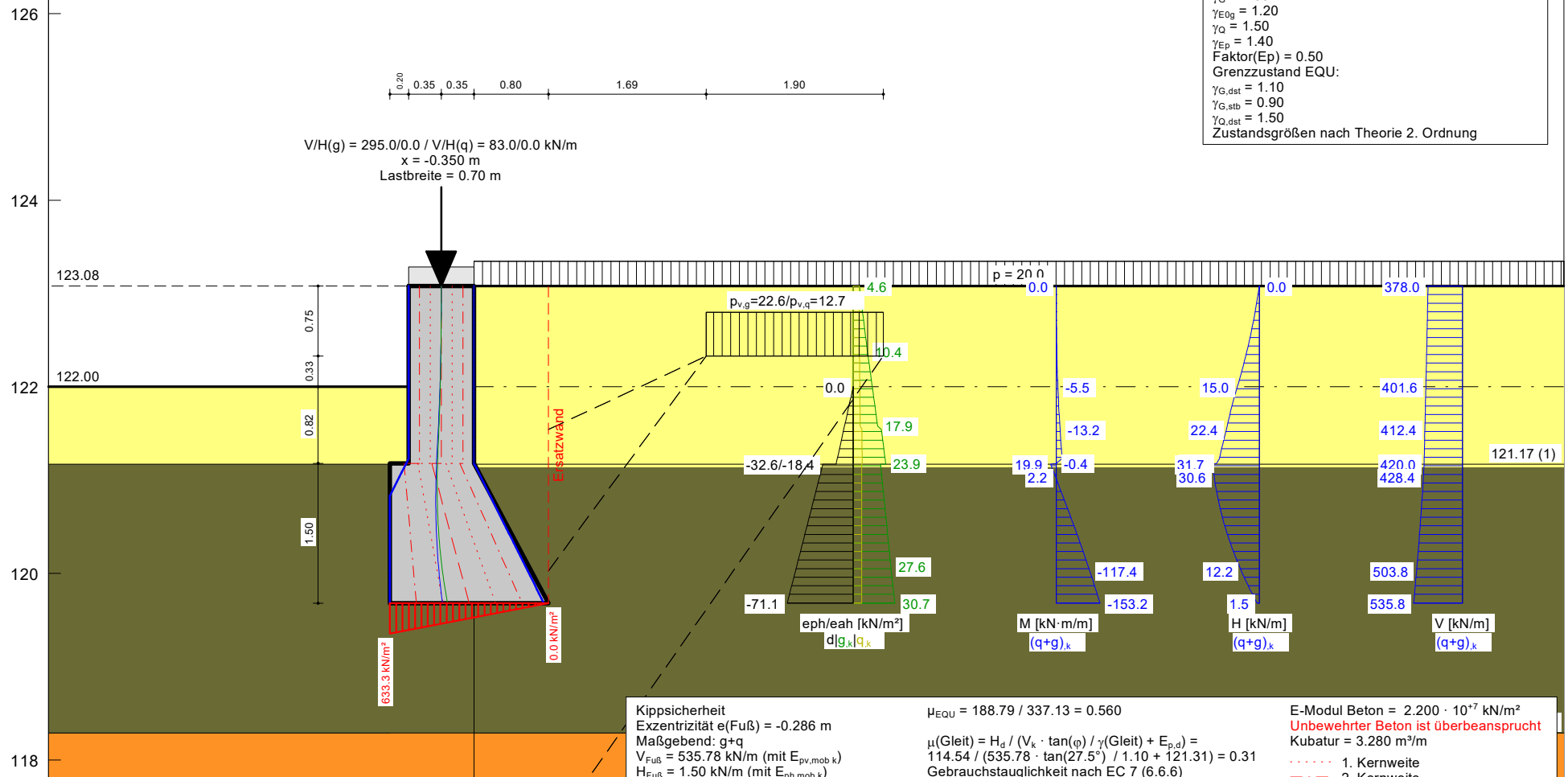
UK Schicht = 114.10 m·HNN

Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

Boden	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma'_{k1}$ [kN/m³]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	Bezeichnung
	18.0	9.0	25.0	0.0	0.0	0.000	0.667	Auffüllungen
	19.0	9.0	27.5	7.5	7.5	0.000	0.667	Hangschutt / Hanglehm
	22.0	12.0	35.0	10.0	10.0	0.000	0.667	Tst, v

26091 - Grundschule Alt-Wetter, Bergstr. 23  
Norm: EC 7  
Ersatzwand gemäß EAB 6. Auflage  
Berechnungsgrundlagen:  
keine Erddruckumlagerung  
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
Erhöhter aktiver Erddruck ( $f = 0.50$ )  
Erhöhter aktiver Erddruck für Blocklasten ( $f = 0.50$ )  
Konzentrationsfaktor = 3  
Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$  (+ EB 6)  
Passiver Erddruck nach: DIN 4085:2017  
BS: DIN 1054: BS-P  
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_{E0g} = 1.20$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 $\gamma_{Ep} = 1.40$   
Faktor( $E_p$ ) = 0.50  
Grenzzustand EQU:  
 $\gamma_{G, dst} = 1.10$   
 $\gamma_{G, stb} = 0.90$   
 $\gamma_{Q, dst} = 1.50$   
Zustandsgrößen nach Theorie 2. Ordnung

## Position Bestandsmauerwerk u. Spritzbetonverstärkung



Setzungen  
Steifemodulprofil und  
Setzungsanteile in den kennzeichnenden Punkten  
infolge ständiger Lasten

Tiefe	Es	s(links)	s(rechts)
[m u. GS]	[MN/m²]	[cm]	[cm]
1.39	25.00	1.46	0.59
> 1.39	100.00	0.37	0.32

Grenztiefe mit  $p = 20.0$  %  
Grenztiefe = 6.30 m u. GS

$a = 27.50$  m  
 $b = 1.70$  m  
 $\sigma_k(\text{links}) = 472.38$  kN/m²  
 $\sigma_k(\text{rechts}) = 46.07$  kN/m²  
Setzungen in den kennzeichnenden Punkten:  
links:  $s = 1.82$  cm  
rechts:  $s = 0.91$  cm

Nachweis EQU:  
 $M_{stb} = 440.7 \cdot 1.70 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 337.13$   
 $M_{dst} = 102.7 \cdot 1.10 + 50.6 \cdot 1.50 = 188.79$

$\mu(Grundbruch) = 0.657$   
mit:  $\varphi_k = 30.6^\circ$ ;  $c_k = 8.5$  kN/m²  
 $\varphi$  wegen 5°-Bedingung abgemindert  
 $\gamma_2 = 19.34$  kN/m²;  $\sigma_{(u)} = 43.2$  kN/m²

Unbewehrter Beton:  $f_{md} = 1.036$  MN/m²  
Nachweis Beton von 123.08 bis 121.18 m  
Raumgewicht Beton = 25.00 kN/m³

## Unterfangung

=====

## Teilsicherheitskonzept (EC 7)

26091 - Grundschule Alt-Wetter, Bergstr. 23

Wandkopf = 123.08 m·HNN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050

Baugrubensohle = 122.00 m·HNN

Grundwasserstand (rechts) = 115.00 m·HNN

Grundwasserstand (links) = 115.00 m·HNN

## Teilsicherheiten

BS: DIN 1054: BS-P

 $\gamma_{\text{g}} = 1.35$  $\gamma_{\text{g,Ruhe}} = 1.20$  $\gamma_{\text{q}} = 1.50$  $\gamma_{\text{Ep}} = 1.40$  (Gleiten)

Grenzzustand EQU:

 $\gamma_{\text{G,dst}} = 1.10$  $\gamma_{\text{G,stb}} = 0.90$  $\gamma_{\text{Q,dst}} = 1.50$ 

## Unterfangungskörper

 $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ E-Modul =  $2.2000\text{E}+7 \text{ kN/m}^2$ 

Vertikallast(G) = 295.00 kN/m

Vertikallast(Q) = 83.00 kN/m

Horizontallast(G) = 0.00 kN/m

Horizontallast(Q) = 0.00 kN/m

x (Last) = -0.35 m

Fundamentlänge a = 27.50 m

Tiefe	links	rechts	Breite
[m·HNN]	[m]	[m]	[m]
123.08	-0.70	0.00	0.70
121.18	-0.70	0.00	0.70
121.18	-0.90	0.00	0.90
119.68	-0.90	0.80	1.70

Flächenlast p = 10.00 kN/m<sup>2</sup> als ständige LastFlächenlast p = 10.00 kN/m<sup>2</sup> als Verkehrslast

## Ersatzwand gemäß EAB 6. Auflage

## Blocklasten

Erhöhter aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Beziehung:  $(1 - \text{Faktor}) \cdot e(\text{aktiv}) + \text{Faktor} \cdot e(\text{Ruhe})$ 

Faktor [-] = 0.50

Konzentrationsfaktor nach Fröhlich = 3

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m·HNN]
1	22.63	0.00	2.49	4.39	122.33
2	12.66	0.00	2.49	4.39	122.33

## Lastordinaten Blocklasten (aktiver Anteil)

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)	p(unten)	Typ
[-]	[m·HNN]	[m·HNN]	[m·HNN]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	
1	121.54	120.03	117.19	2.37	2.37	2.37	0
2	121.54	120.03	117.19	1.33	1.33	1.33	0      Verkehrslast

Typ = 0 ==&gt; rechteckförmig verteilt

keine Erddruckumlagerung

Blocklasten nicht umgelagert

**Bodenkennwerte**

Schicht	Tiefe	$\gamma_k$	$\gamma'_k$	$\varphi_k$	$c(p)_k$	$c(a)_k$	$d(p)/\varphi$	$d(a)/\varphi$	$E_s$
[-]	[m·HNN][kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[MN/m²]	
1	121.17	18.00	9.00	25.00	0.00	0.00	0.000	0.667	15.0
2	118.29	19.00	9.00	27.50	7.50	7.50	0.000	0.667	25.0
3	101.90	22.00	12.00	35.00	10.00	10.00	0.000	0.667	100.0

**Aktive Erddruckbeiwerte**

Erhöhter aktiver Erddruck verwendet

Beziehung:  $(1 - \text{Faktor}) \cdot k_{ah} + \text{Faktor} \cdot k_0$ 

Faktor [-] = 0.50

bestimmt nach: DIN 4085

Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$  (+ EB 6)

Schicht	$k_{agh}$	$k_{ach}$	$\varphi_k$	$\delta$	$k_{agh}(40^\circ)$
[-]	[-]	[-]	[°]	[°]	[-]
1	0.462	0.521	25.000	16.67	0.179
2	0.425	0.490	27.500	18.34	0.179
3	0.325	0.406	35.000	23.34	0.179

**Aktive Erddruckordinaten g,k**

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m·HNN]	[m·HNN]	[kN/m²]	[kN/m²]	oben[kN/m²]	unten[kN/m²]
123.080	122.000	4.615	14.052	0.00	0.00
122.000	121.542	14.052	20.683	0.00	0.00
121.542	121.180	20.683	23.902	0.00	0.00
121.180	121.170	23.902	24.007	0.00	0.00
121.170	121.030	20.094	21.108	0.00	0.00
121.030	120.026	21.108	28.021	0.00	0.00
120.026	119.680	28.021	30.737	0.00	0.00

**Passive Erddruckbeiwerte**Faktor( $E_p$ ) = 0.50 (Grundbruch/Stützzlinie)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

bestimmt nach: DIN 4085:2017

Schicht	$k_{pgh}$	$k_{pch}$	$\varphi_k$	delta
[-]	[-]	[-]	[°]	[°]
1	2.464	3.139	25.000	0.00
2	2.716	3.296	27.500	0.00
3	3.690	3.842	35.000	0.00

**Passive Erddruckordinaten mit:**Faktor( $E_p$ ) = 0.50 (Grundbruch/Stützzlinie)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten
[m·HNN]	[m·HNN]	[kN/m²]	[kN/m²]
123.08	122.00	0.00	0.00
122.00	121.54	0.00	-10.16
121.54	121.18	-10.16	-18.18
121.18	121.17	-18.18	-18.41
121.17	121.03	-32.65	-36.26
121.03	120.03	-36.26	-62.16
120.03	119.68	-62.16	-71.09

**Schnittgrößen d**

nach Theorie 2. Ordnung

Tiefe	H	M	V	e	H(ep,k)	M(ep,k)	V(ep,k)
[m·HNN]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	[m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
123.08	0.0	0.0	522.8	0.000	0.0	0.0	0.0
122.00	20.2	-7.5	553.2	-0.014	0.0	0.0	0.0
121.54	30.9	-18.0	567.1	-0.032	-2.3	0.4	0.0
121.18	41.3	-0.7	577.5	-0.001	-7.5	2.1	0.9
121.17	44.7	27.1	576.2	0.047	-7.4	2.2	1.7
121.03	44.8	2.2	587.1	0.004	-12.2	3.5	1.7
120.03	36.4	-173.7	683.4	-0.254	-61.6	37.9	1.7
119.68	29.5	-231.5	724.4	-0.320	-84.7	63.0	1.7

**Schnittgrößen (g+q),k**

nach Theorie 2. Ordnung

Tiefe	H	M	V	e	b/3
[m·HNN]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	[m]	[m]
123.08	0.0	0.0	378.0	0.000	0.233

122.00	15.0	-5.5	401.6	-0.014	0.233
121.54	22.4	-13.2	412.4	-0.032	0.233
121.18	29.0	-0.4	420.7	-0.001	0.267
121.17	31.7	19.9	420.0	0.047	0.302
121.03	30.6	2.2	428.4	0.005	0.327
120.03	12.2	-117.4	503.8	-0.233	0.505
119.68	1.5	-153.2	535.8	-0.286	0.567

## Schnittgrößen g,k

nach Theorie 2. Ordnung

Tiefe	H	M	V	e	b/6
[m·HNN]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	[m]	[m]
123.08	0.0	0.0	295.0	0.000	0.117
122.00	9.9	-3.4	317.0	-0.011	0.117
121.54	15.1	-8.4	327.2	-0.026	0.117
121.18	19.2	3.0	335.3	0.009	0.133
121.17	21.6	19.3	334.9	0.057	0.151
121.03	19.7	5.7	342.4	0.017	0.163
120.03	-5.0	-80.0	411.0	-0.195	0.253
119.68	-17.9	-102.7	440.7	-0.233	0.283

## Schnittgrößen q,k

nach Theorie 2. Ordnung

Tiefe	H	M	V	e
[m·HNN]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	[m]
123.08	0.0	0.0	83.0	0.000
122.00	5.0	-2.2	84.6	-0.026
121.54	7.4	-4.8	85.2	-0.056
121.18	9.8	-3.4	85.4	-0.040
121.17	10.1	0.7	85.0	0.008
121.03	11.0	-3.5	86.0	-0.041
120.03	17.3	-37.4	92.8	-0.403
119.68	19.4	-50.6	95.1	-0.532

## Schnittgrößen g,d

nach Theorie 2. Ordnung

Tiefe	H	M	V	e
[m·HNN]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	[m]
123.08	0.0	0.0	398.3	0.000
122.00	12.6	-4.3	426.3	-0.010
121.54	19.8	-10.9	439.3	-0.025
121.18	26.6	4.4	449.4	0.010
121.17	29.9	26.2	448.7	0.058
121.03	28.8	8.2	459.2	0.018
120.03	10.8	-113.7	553.4	-0.205
119.68	0.7	-150.6	593.6	-0.254

Schubnachweis nach 4093:2012-08:

n-Wert für Lastausbreitung = 2.000

Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Bemessungswert der Druckfestigkeit  $f_{m,d} = 1.036 \text{ MN/m}^2$  $T_{E,d} \leq 0,2 \cdot f_{m,d} = 0.207 \text{ MN/m}^2 = 207.2 \text{ kN/m}^2$  $N_{cr} = \text{Knicklast} = E \cdot I \cdot \pi^2 / sk^2$ Knicknachweis nicht erforderlich, wenn  $N_{Ed} / N_{cr} < 0.10$ 

Nachweis von 123.08 bis 121.18 m·HNN

Nachweis für: g+q

Tiefe	$Q_{E,d}$	b	e	$T_{E,d}$	$\mu(\tau)$	$N_{E,d}/N_{cr}$
[m·HNN]	[kN/m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]
122.000	20.195	0.700	0.014	43.274	0.209	0.002
122.000	20.195	0.700	0.014	43.274	0.209	0.002
121.542	30.861	0.700	0.032	66.132	0.319	0.002
121.542	30.861	0.700	0.032	66.132	0.319	0.002
121.180	41.256	0.800	0.001	77.355	0.373	0.001
121.180	41.256	0.800	0.001	77.355	0.373	0.001

max  $\mu(\tau_{E,d})$ 

121.232 38.411 0.700 0.048 82.309 0.397 0.002

Nachweis für: g

Tiefe	$Q_{E,d}$	b	e	$\tau_{E,d}$	$\mu(\tau)$	$N_{E,d}/N_{cr}$
[m·HNN]	[kN/m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]
122.000	12.644	0.700	0.011	27.095	0.131	0.001
122.000	12.644	0.700	0.011	27.095	0.131	0.001

121.542 19.832 0.700 0.026 42.497 0.205 0.001

121.542 19.832 0.700 0.026 42.497 0.205 0.001

121.180 26.580 0.800 0.009 49.837 0.241 0.001

121.180 26.580 0.800 0.009 49.837 0.241 0.001

max  $\mu(\tau_{E,d})$ 

121.232 24.348 0.700 0.039 52.175 0.252 0.001

Nachweis unbewehrter Beton (nach EC 2 / DIN 1045)

n-Wert für Lastausbreitung = 2.000

Nachweis Beton von 123.08 bis 121.18 m

 $f_{m,d} = 1.04 \text{ MN/m}^2$ Knicklänge  $s_k = 4.480 \text{ m}$  $V_r = b(\text{Beton}) \cdot f_{m,d} \cdot \varphi$  $\varphi = 1,14 \cdot [1 - 2 \cdot e(\text{tot}) / b(\text{Beton})] - 0,02 \cdot s_k / b(\text{Beton})$  $e(\text{tot}) = e(\text{Beton}) + 0,5 \cdot s_k / 200$  $0.0 \leq \varphi \leq 1 - 2 \cdot e(\text{tot}) / b(\text{Beton})$ 

Nachweis für: (g+q),k

 $\mu_e = \text{Ausnutzungsgrad}$ 

Tiefe	Vd	Vg+q,k	b(Beton)	e(Beton)	e/b	$\varphi$	Vr	$\mu_e$
[m·HNN]	[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN/m]	[-]
123.08	522.8	378.0	0.700	0.000	0.000	0.968	702.0	0.538
122.00	553.2	401.6	0.700	0.014	0.020	0.929	673.5	0.821
121.54	567.1	412.4	0.700	0.032	0.046	0.871	631.8	0.898
121.18	577.5	420.7	0.726	0.038	0.052	0.862	648.2	0.891
121.17	576.2	420.0	kein	Nachweis				
121.03	587.1	428.4	kein	Nachweis				
120.03	683.4	503.8	kein	Nachweis				
119.68	535.8	kein	Nachweis					

Nachweis für: g,k

Tiefe	Vg,d	Vg,k	b(Beton)	e(Beton)	e/b	$\varphi$	Vr	$\mu_e$
[m·HNN]	[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN/m]	[-]
123.08	398.3	295.0	0.700	0.000	0.000	0.968	702.0	0.420
122.00	426.3	317.0	0.700	0.011	0.015	0.938	680.0	0.627
121.54	439.3	327.2	0.700	0.026	0.037	0.892	646.5	0.679
121.18	449.4	335.3	0.726	0.028	0.039	0.892	670.5	0.670
121.17	448.7	334.9	kein	Nachweis				
121.03	459.2	342.4	kein	Nachweis				
120.03	553.4	411.0	kein	Nachweis				
119.68	440.7	kein	Nachweis					

Weggrößen d

Tiefe	w
[m·HNN]	[mm]
123.08	0.1
122.00	0.1
121.54	0.0
121.18	0.0
121.17	0.0

121.03	0.0
120.03	0.0
119.68	0.0

## Weggrößen (g+q),k

Tiefe	w
[m·HNN]	[mm]
123.08	0.1
122.00	0.0
121.54	0.0
121.18	0.0
121.17	0.0
121.03	0.0
120.03	0.0
119.68	0.0

## Weggrößen g,k

Tiefe	w
[m·HNN]	[mm]
123.08	0.0
122.00	0.0
121.54	0.0
121.18	0.0
121.17	0.0
121.03	0.0
120.03	0.0
119.68	0.0

## Weggrößen g,d

Tiefe	w
[m·HNN]	[mm]
123.08	0.1
122.00	0.0
121.54	0.0
121.18	0.0
121.17	0.0
121.03	0.0
120.03	0.0
119.68	0.0

## Weggrößen g,d

Tiefe	w
[m·HNN]	[mm]
123.08	0.1
122.00	0.0
121.54	0.0
121.18	0.0
121.17	0.0
121.03	0.0
120.03	0.0
119.68	0.0

## Gleitsicherheit

Maßgebend: g + q

$$\mu_{\text{Gleit}} = H_d / (V_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{\text{Gleiten}} + E_{p,d}) = 114.5 / (535.8 \cdot \tan(27.5) / 1.10 + 121.3) = 0.306$$

## Nachweis der Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)

Wenn beim Nachweis der Gleitsicherheit Erdwiderstand angesetzt wird, gilt folgende Regelung:

Bei Flach- und Flächengründungen darf der Nachweis gegen unzuträgliche Verschiebungen des Fundamentes in der Sohlfläche als erbracht angesehen werden, wenn bei mindestens mitteldicht gelagerten nichtbindigen Böden bzw. bei mindestens steifen bindigen Böden

- nicht mehr als zwei Drittel des charakteristischen Gleitwiderstands in der Fundamentsohle sowie
- nicht mehr als ein Drittel des charakteristischen Erdwiderstands vor der Stirnseite des Fundamentkörpers zur Herstellung des Gleichgewichts der charakteristischen bzw. repräsentativen Kräfte parallel zur Sohlfläche erforderlich sind.

$$\mu_e = H_k / (2/3 \cdot V_k \cdot \tan(\varphi) + 1/3 \cdot E_{p,k}) =$$

$$\mu_e = 86.2 / (2/3 \cdot 535.8 \cdot \tan(27.5) + 1/3 \cdot 169.8) = 0.355$$

## Grundbruchsicherheit

Maßgebend: = g + q

$H_k = 1.50 \text{ kN/m}$   
 $M_k = 153.24 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $V_d = 724.37 \text{ kN/m}$   
 $R_d = 1102.18 \text{ kN/m}$   
 $a = 27.500 \text{ m}$   
 $b = 1.700 \text{ m}$   
 $b' = 1.128 \text{ m}$   
 Ausnutzungsgrad = 0.657  
 $\gamma_{\text{gamma(Grundbruch)}} = 1.400$   
 $\varphi_k = 30.6^\circ$   
 $\varphi$  wegen  $5^\circ$ -Bedingung abgemindert  
 $c_k = 8.5 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma_2 = 19.3 \text{ kN/m}^3$   
 $\sigma_u = 43.2 \text{ kN/m}^2$   
 $N_{c0} = 31.53 / N_{d0} = 19.61 / N_{b0} = 10.99$   
 $v_c = 1.022 / v_d = 1.021 / v_b = 0.988$   
 $i(c) = 0.994 / i(d) = 0.995 / i(b) = 0.992$   
 Böschungsneigung =  $0.0^\circ$   
 $\lambda_c = 1.000 / \lambda_d = 1.000 / \lambda_b = 1.000$   
 Sohlneigung =  $0.0^\circ$   
 $\xi_c = 1.000 / \xi_d = 1.000 / \xi_b = 1.000$   
 Tiefenbeiwerte:  
 $T_c = 1.000 / T_d = 1.000$

Kippsicherheit  
 Maßgebend: g+q  
 Exzentrizität  $e(\text{Fuß}) = -0.286 \text{ m}$   
 $b/6 = 0.283 \text{ m}$  ;  $b/3 = 0.566 \text{ m}$   
 Klaffende Fuge  
 $\text{sig1}(\text{Fuß}) = 634.1 \text{ kN/m}^2$

Nachweis EQU:  
 $V_{g,k} = 440.69 / V_{q,k} = 95.09 \text{ kN/m}$   
 $M_{g,k} = -102.67 / M_{q,k} = -50.57 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $b = 1.70 \text{ m}$   
 $M_{\text{stb}} = 440.7 \cdot 1.70 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 337.13$   
 $M_{\text{dst}} = 102.7 \cdot 1.10 + 50.6 \cdot 1.50 = 188.79$   
 $\mu(\text{EQU}) = 188.79 / 337.13 = 0.560$

Setzungen  
 Steifemodulprofil und  
 Setzungsanteile in den kennzeichnenden Punkten  
 infolge ständiger Lasten

Tiefe	$E_s$	s(links)	s(rechts)
[m u. GS]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[cm]	[cm]
1.39	25.00	1.46	0.59
> 1.39	100.00	0.37	0.32

Grenztiefe mit  $p = 20.0 \%$   
 Grenztiefe = 6.30 m u. GS

$V_k = 440.69 \text{ kN/m}$   
 $a = 27.50 \text{ m}$   
 $b = 1.70 \text{ m}$   
 $\sigma_{\text{sigma (links)}} = 472.38 \text{ kN/m}^2$   
 $\sigma_{\text{sigma (rechts)}} = 46.07 \text{ kN/m}^2$   
 Setzungen in den beiden kennzeichnenden Punkten:  
 links:  $s = 1.82 \text{ cm}$   
 rechts:  $s = 0.91 \text{ cm}$

Hydraulischer Gradient auf Passivseite für Erddruckberechnung verwendet !

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Untergrundhydraulische Berechnungen:  
 Durchlässigkeiten

Schicht	von	bis	k(rechts)	k(links)
[-]	[m·HNN]	[m·HNN]	[m/s]	[m/s]
1	123.08	122.58	1.0E-4	1.0E-4
2	122.58	122.08	1.0E-4	1.0E-4
3	122.08	122.00	1.0E-4	1.0E-4
4	122.00	121.58	1.0E-4	1.0E-4



5	121.58	121.54	1.0E-4	1.0E-4
6	121.54	121.18	1.0E-4	1.0E-4
7	121.18	121.17	1.0E-4	1.0E-4
8	121.17	121.08	1.0E-4	1.0E-4
9	121.08	120.58	1.0E-4	1.0E-4
10	120.58	120.08	1.0E-4	1.0E-4
11	120.08	120.03	1.0E-4	1.0E-4
12	120.03	119.68	1.0E-4	1.0E-4
13	119.68	119.58	1.0E-4	1.0E-4
14	119.58	119.08	1.0E-4	1.0E-4
15	119.08	118.58	1.0E-4	1.0E-4
16	118.58	118.29	1.0E-4	1.0E-4
17	118.29	118.08	1.0E-4	1.0E-4
18	118.08	117.58	1.0E-4	1.0E-4
19	117.58	117.19	1.0E-4	1.0E-4
20	117.19	117.08	1.0E-4	1.0E-4
21	117.08	116.58	1.0E-4	1.0E-4
22	116.58	116.08	1.0E-4	1.0E-4
23	116.08	115.58	1.0E-4	1.0E-4
24	115.58	115.08	1.0E-4	1.0E-4
25	115.08	115.00	1.0E-4	1.0E-4
26	115.00	114.58	1.0E-4	1.0E-4
27	114.58	114.08	1.0E-4	1.0E-4
28	114.08	113.58	1.0E-4	1.0E-4
29	113.58	113.08	1.0E-4	1.0E-4
30	113.08	112.58	1.0E-4	1.0E-4
31	112.58	112.08	1.0E-4	1.0E-4
32	112.08	111.58	1.0E-4	1.0E-4
33	111.58	111.08	1.0E-4	1.0E-4
34	111.08	110.58	1.0E-4	1.0E-4
35	110.58	110.08	1.0E-4	1.0E-4
36	110.08	109.58	1.0E-4	1.0E-4
37	109.58	109.08	1.0E-4	1.0E-4
38	109.08	108.58	1.0E-4	1.0E-4
39	108.58	108.08	1.0E-4	1.0E-4
40	108.08	107.58	1.0E-4	1.0E-4
41	107.58	107.08	1.0E-4	1.0E-4
42	107.08	106.58	1.0E-4	1.0E-4
43	106.58	106.08	1.0E-4	1.0E-4
44	106.08	105.58	1.0E-4	1.0E-4
45	105.58	105.08	1.0E-4	1.0E-4
46	105.08	104.58	1.0E-4	1.0E-4
47	104.58	104.08	1.0E-4	1.0E-4
48	104.08	103.58	1.0E-4	1.0E-4
49	103.58	103.08	1.0E-4	1.0E-4
50	103.08	102.58	1.0E-4	1.0E-4
51	102.58	102.08	1.0E-4	1.0E-4
52	102.08	101.90	1.0E-4	1.0E-4

## Untergrundhydraulik

Potentiale	h	und	Gradienten	i (rechts)
Tiefe	h	i		
[m·HNN]	[m·HNN]	[-]		
123.08	-8.08	0.000		
122.58	-8.08	0.000		
122.08	-8.08	0.000		
122.00	-8.08	0.000		
121.58	-8.08	0.000		
121.54	-8.08	0.000		
121.18	-8.08	0.000		
121.17	-8.08	0.000		
121.08	-8.08	0.000		
120.58	-8.08	0.000		
120.08	-8.08	0.000		
120.03	-8.08	0.000		
119.68	-8.08	0.000		
119.68	-8.08	0.000		
119.58	-8.08	0.000		
119.08	-8.08	0.000		
118.58	-8.08	0.000		
118.29	-8.08	0.000		

118.08	-8.08	0.000
117.58	-8.08	0.000
117.19	-8.08	0.000
117.08	-8.08	0.000
116.58	-8.08	0.000
116.08	-8.08	0.000
115.58	-8.08	0.000
115.08	-8.08	0.000
115.00	-8.08	0.000
114.58	-8.08	0.000
114.08	-8.08	0.000
113.58	-8.08	0.000
113.08	-8.08	0.000
112.58	-8.08	0.000
112.08	-8.08	0.000
111.58	-8.08	0.000
111.08	-8.08	0.000
110.58	-8.08	0.000
110.08	-8.08	0.000
109.58	-8.08	0.000
109.08	-8.08	0.000
108.58	-8.08	0.000
108.08	-8.08	0.000
107.58	-8.08	0.000
107.08	-8.08	0.000
106.58	-8.08	0.000
106.08	-8.08	0.000
105.58	-8.08	0.000
105.08	-8.08	0.000
104.58	-8.08	0.000
104.08	-8.08	0.000
103.58	-8.08	0.000
103.08	-8.08	0.000
102.58	-8.08	0.000
102.08	-8.08	0.000

## Potentiale h und Gradienten i (links)

Tiefe	h	i
[m·HNN]	[m·HNN]	[-]
123.08	-8.08	0.000
122.58	-8.08	0.000
122.08	-8.08	0.000
122.00	-8.08	0.000
121.58	-8.08	0.000
121.54	-8.08	0.000
121.18	-8.08	0.000
121.17	-8.08	0.000
121.08	-8.08	0.000
120.58	-8.08	0.000
120.08	-8.08	0.000
120.03	-8.08	0.000
119.68	-8.08	0.000
119.68	-8.08	0.000
119.58	-8.08	0.000
119.08	-8.08	0.000
118.58	-8.08	0.000
118.29	-8.08	0.000
118.08	-8.08	0.000
117.58	-8.08	0.000
117.19	-8.08	0.000
117.08	-8.08	0.000
116.58	-8.08	0.000
116.08	-8.08	0.000
115.58	-8.08	0.000
115.08	-8.08	0.000
115.00	-8.08	0.000
114.58	-8.08	0.000
114.08	-8.08	0.000
113.58	-8.08	0.000
113.08	-8.08	0.000
112.58	-8.08	0.000

112.08	-8.08	0.000
111.58	-8.08	0.000
111.08	-8.08	0.000
110.58	-8.08	0.000
110.08	-8.08	0.000
109.58	-8.08	0.000
109.08	-8.08	0.000
108.58	-8.08	0.000
108.08	-8.08	0.000
107.58	-8.08	0.000
107.08	-8.08	0.000
106.58	-8.08	0.000
106.08	-8.08	0.000
105.58	-8.08	0.000
105.08	-8.08	0.000
104.58	-8.08	0.000
104.08	-8.08	0.000
103.58	-8.08	0.000
103.08	-8.08	0.000
102.58	-8.08	0.000
102.08	-8.08	0.000

Ausnutzungsgrad hydraulische Grundbruchsicherheit = 0.00

$\gamma(\text{Gewicht}) = 0.95$

$\gamma(\text{Strömungskraft}) = 1.45$

UK Schicht = 116.00 m·HNN

Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

Position: 05 Spritzbetonschale

Stahlbetonbemessung nach EC2 + NA Deutschland

Beton: C20/25

Betonstahl: B500 (A,B)

Höhe  $h_0 = 10,0$  cmBreite  $b_0 = 100,0$  cm $d_1 = 3,5$  cm; c,vl,unten = 3,5 cm $d_2 = 1,0$  cm; c,vl,oben = 3,5 cm

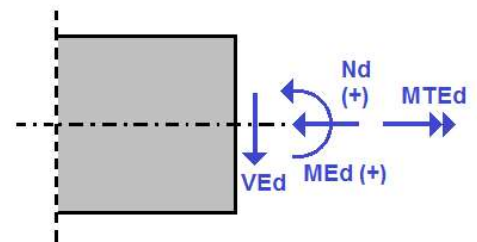
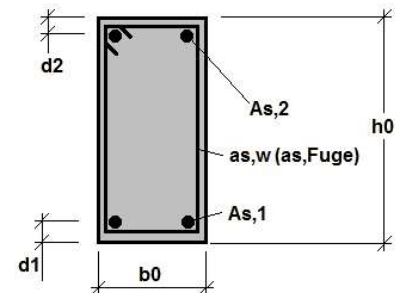
Berechnung als Platte

 $N_{Ed} = 0,000$  kN $M_{Ed} = 8,290$  kNm $V_{Ed} = 18,600$  kN (vorh.As = 3,35 cm<sup>2</sup>) --> für Nachweis QuerkraftBemessung: (normale Bemessungssituation)**Bemessung Längskraft/Biegung:**erf.As,1 = 3,19 cm<sup>2</sup>erf.As,2 = 0,00 cm<sup>2</sup> $x/d = 0,237$ vorh. Bewehrungsgehalt  $\mu_{te} = 0,3$  %

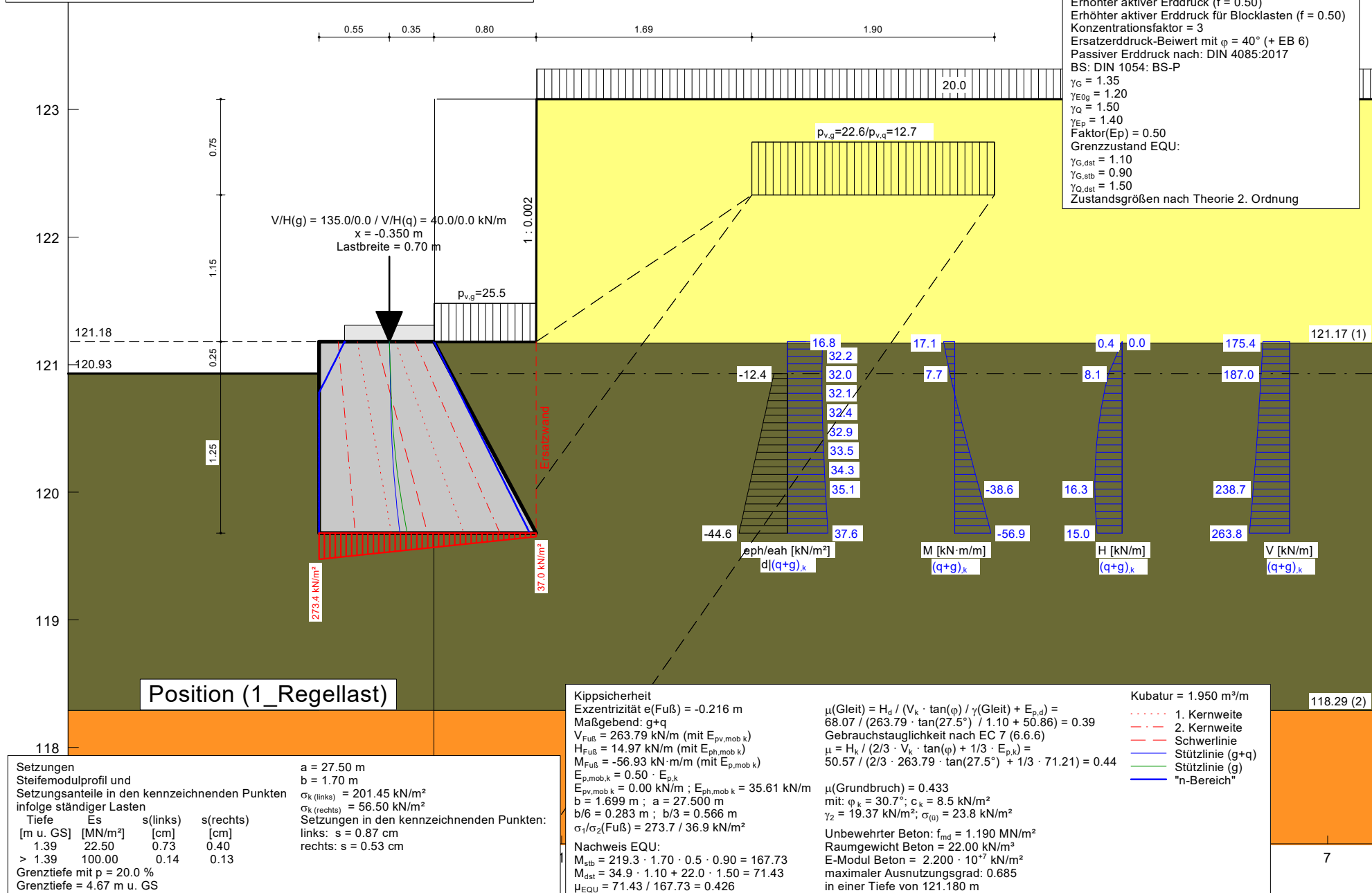
Bemessung für Zug- bzw. Druckkraft mit großer Ausmitte (Biegung mit kd-Verfahren)!

**Bemessung Querkraft:**

Keine Querkraftbewehrung erforderlich

 $V_{Rd,c} = 28,78$  kN ( $V_{Rd,c,min}$  wird berücksichtigt) $V_{Rd,max} = 0,00$  kN $\theta = 44,4^\circ$  $\cot(\theta) = 1,0$ 

Boden	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma'_{k1}$ [kN/m³]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	Bezeichnung
	18.0	9.0	25.0	0.0	0.0	0.000	0.667	Auffüllungen
	19.0	9.0	27.5	7.5	7.5	0.000	0.667	Hangschutt / Hanglehm
	22.0	12.0	35.0	10.0	10.0	0.000	0.667	Tst, v



## Unterfangung

=====

## Teilsicherheitskonzept (EC 7)

26091 - Grundschule Alt-Wetter, Bergstr. 23

Wandkopf = 121.18 m·HNN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050

Baugrubensohle = 120.93 m·HNN

Grundwasserstand (rechts) = 115.00 m·HNN

Grundwasserstand (links) = 115.00 m·HNN

## Teilsicherheiten

BS: DIN 1054: BS-P

 $\gamma_{g,1} = 1.35$  $\gamma_{g,Ruhe} = 1.20$  $\gamma_{g,q} = 1.50$  $\gamma_{g,Ep} = 1.40$  (Gleiten)

Grenzzustand EQU:

 $\gamma_{G,dst} = 1.10$  $\gamma_{G,stb} = 0.90$  $\gamma_{Q,dst} = 1.50$ 

## Unterfangungskörper

 $\gamma = 22.00 \text{ kN/m}^3$ E-Modul =  $2.2000 \times 10^7 \text{ kN/m}^2$ 

Vertikallast(G) = 135.00 kN/m

Vertikallast(Q) = 40.00 kN/m

Horizontallast(G) = 0.00 kN/m

Horizontallast(Q) = 0.00 kN/m

x (Last) = -0.35 m

Fundamentlänge a = 27.50 m

Tiefe	links	rechts	Breite
[m·HNN]	[m]	[m]	[m]
121.18	-0.90	0.00	0.90
119.68	-0.90	0.80	1.70

## Bermen auf der Aktivseite

Nr.	x1	x2	dh	Auflast	Verkehr
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]
1	0.80	0.80	1.90	20.00	ja

Der Einfluss von Aktivbermen auf den aktiven Erddruck wird gemäß den Beziehungen in "Spundwand-Handbuch Berechnung (1977) Abschnitt 4.9.2.2" berechnet.

## Ersatzwand gemäß EAB 6. Auflage

## Blocklasten

Erhöhter aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Beziehung:  $(1 - \text{Faktor}) \cdot e(\text{aktiv}) + \text{Faktor} \cdot e(\text{Ruhe})$ 

Faktor [-] = 0.50

Konzentrationsfaktor nach Fröhlich = 3

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m·HNN]
1	22.63	0.00	2.49	4.39	122.33
2	12.66	0.00	2.49	4.39	122.33
3	25.50	0.00	0.00	0.80	121.18

## Lastordinaten Blocklasten (aktiver Anteil)

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)	p(unten)	Typ
[-]	[m·HNN]	[m·HNN]	[m·HNN]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	
1	121.18	120.03	117.19	2.58	2.58	2.58	0
2	121.18	120.03	117.19	1.45	1.45	1.45	0
3	121.18	121.18	121.18	3525.37	3525.37	3525.37	0

Verkehrslast

Typ = 0 ==> rechteckförmig verteilt

keine Erddruckumlagerung

Blocklasten nicht umgelagert

#### Bodenkennwerte

Schicht	Tiefe	$\gamma_k$	$\gamma'_k$	$\varphi_k$	$c(p)_k$	$c(a)_k$	$d(p)/\varphi$	$d(a)/\varphi$	$E_s$
[-]	[m·HNN][kN/m³]	[kN/m³]	[°]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[MN/m²]	
1	121.17	18.00	9.00	25.00	0.00	0.00	0.000	0.667	15.0
2	118.29	19.00	9.00	27.50	7.50	7.50	0.000	0.667	22.5
3	100.00	22.00	12.00	35.00	10.00	10.00	0.000	0.667	100.0

#### Aktive Erddruckbeiwerte

Erhöhter aktiver Erddruck verwendet

Beziehung:  $(1 - \text{Faktor}) \cdot k_{ah} + \text{Faktor} \cdot k_0$

Faktor [-] = 0.50

bestimmt nach: DIN 4085

Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$  (+ EB 6)

(Erddruckbeiwerte für horizontales Gelände)

Schicht	$k_{agh}$	$k_{ach}$	$\varphi_k$	$\delta$	$k_{agh(40^\circ)}$
[-]	[-]	[-]	[°]	[°]	[-]
1	0.462	0.521	25.000	16.67	0.179
2	0.425	0.490	27.500	18.34	0.179
3	0.325	0.406	35.000	23.34	0.179

#### Aktive Erddruckordinaten (g+q),k

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m·HNN]	[m·HNN]	[kN/m²]	[kN/m²]	oben[kN/m²]	unten[kN/m²]
121.180	121.179	16.799	34.374	0.00	0.00
121.179	121.170	30.463	36.712	0.00	0.00
121.170	120.930	32.429	32.002	0.00	0.00
120.930	120.026	32.002	35.133	0.00	0.00

#### Passive Erddruckbeiwerte

Faktor( $E_p$ ) = 0.50 (Grundbruch/Stützzlinie)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

bestimmt nach: DIN 4085:2017

Schicht	$k_{pgh}$	$k_{pch}$	$\varphi_k$	delta
[-]	[-]	[-]	[°]	[°]
2	2.716	3.296	27.500	0.00
3	3.690	3.842	35.000	0.00

#### Passive Erddruckordinaten mit:

Faktor( $E_p$ ) = 0.50 (Grundbruch/Stützzlinie)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten
[m·HNN]	[m·HNN]	[kN/m²]	[kN/m²]
121.17	120.93	0.00	0.00
120.93	120.03	-12.36	-35.68

#### Schnittgrößen d

nach Theorie 2. Ordnung

Tiefe	H	M	V	e	H(ep,k)	M(ep,k)	V(ep,k)
[m·HNN]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	[m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
121.18	0.0	24.2	242.3	0.100	0.0	0.0	0.0
121.18	0.0	24.1	242.3	0.100	0.0	0.0	0.0
121.17	0.5	23.7	242.8	0.098	0.0	0.0	0.0
120.93	10.9	10.5	257.8	0.041	0.0	0.0	0.0
120.03	29.5	-56.7	324.3	-0.175	-21.7	8.2	0.0
119.68	32.5	-85.5	356.5	-0.240	-35.6	18.1	0.0

#### Schnittgrößen (g+q),k

nach Theorie 2. Ordnung

Tiefe	H	M	V	e	b/3
[m·HNN]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	[m]	[m]
121.18	0.0	17.5	175.0	0.100	0.300
121.18	0.0	17.4	175.0	0.100	0.300
121.17	0.4	17.1	175.4	0.098	0.302
120.93	8.1	7.7	187.0	0.041	0.344
120.03	16.3	-38.6	238.7	-0.162	0.505

119.68      15.0      -56.9      263.8      -0.216      0.567

Schnittgrößen g,k  
nach Theorie 2. Ordnung

Tiefe	H	M	V	e	b/6
[m·HNN]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	[m]	[m]
121.18	0.0	13.5	135.0	0.100	0.150
121.18	0.0	13.5	135.0	0.100	0.150
121.17	0.2	13.2	135.4	0.098	0.151
120.93	5.4	6.2	146.0	0.043	0.172
120.03	4.0	-24.7	195.2	-0.127	0.253
119.68	-1.0	-34.9	219.3	-0.159	0.283

Schnittgrößen q,k  
nach Theorie 2. Ordnung

Tiefe	H	M	V	e
[m·HNN]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	[m]
121.18	0.0	4.0	40.0	0.100
121.18	0.0	4.0	40.0	0.100
121.17	0.1	3.9	40.0	0.098
120.93	2.6	1.5	41.0	0.036
120.03	12.3	-13.9	43.6	-0.318
119.68	16.0	-22.0	44.5	-0.494

Schnittgrößen g,d  
nach Theorie 2. Ordnung

Tiefe	H	M	V	e
[m·HNN]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	[m]
121.18	0.0	18.2	182.2	0.100
121.18	0.0	18.2	182.3	0.100
121.17	0.3	17.8	182.7	0.098
120.93	6.9	8.3	196.3	0.042
120.03	11.1	-35.9	259.0	-0.139
119.68	8.5	-52.5	289.7	-0.181

Schubnachweis nach 4093:2012-08:  
n-Wert für Lastausbreitung = 2.000

Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit  
Bemessungswert der Druckfestigkeit  $f_{m,d} = 1.190 \text{ MN/m}^2$

$T_{E,d} \leq 0,2 \cdot f_{m,d} = 0.238 \text{ MN/m}^2 = 238.0 \text{ kN/m}^2$

$N_{cr} = \text{Knicklast} = E \cdot I \cdot \pi^2 / sk^2$

Knicknachweis nicht erforderlich, wenn  $N_{Ed} / N_{cr} < 0.10$

Nachweis für: g+q

Tiefe	$Q_{E,d}$	b	e	$T_{E,d}$	$\mu(\tau)$	$N_{E,d}/N_{cr}$
[m·HNN]	[kN/m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]
121.179	0.045	0.901	0.100	0.074	0.000	0.000
121.179	0.045	0.901	0.100	0.074	0.000	0.000
121.178	0.056	0.901	0.100	0.093	0.000	0.000
121.178	0.056	0.901	0.100	0.093	0.000	0.000
121.178	0.099	0.901	0.099	0.165	0.001	0.000
121.178	0.099	0.901	0.099	0.165	0.001	0.000
121.170	0.471	0.905	0.098	0.780	0.003	0.000
121.170	0.471	0.905	0.098	0.780	0.003	0.000
120.930	10.892	1.033	0.041	15.811	0.066	0.000
120.930	10.892	1.033	0.041	15.811	0.066	0.000
120.026	29.492	1.515	0.162	29.192	0.123	0.000
120.026	29.492	1.515	0.162	29.192	0.123	0.000
119.680	32.463	1.700	0.216	28.643	0.120	0.000

max  $\mu(T_{E,d})$

119.977      30.040      1.542      0.170      29.226      0.123      0.000

Nachweis für: g



Tiefe [m·HNN]	$Q_{E,d}$ [kN/m]	b [m]	e [m]	$T_{E,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\mu(\tau)$ [-]	$N_{E,d}/N_{cr}$ [-]
121.179	0.036	0.901	0.100	0.059	0.000	0.000
121.179	0.036	0.901	0.100	0.059	0.000	0.000
121.178	0.044	0.901	0.100	0.073	0.000	0.000
121.178	0.044	0.901	0.100	0.073	0.000	0.000
121.178	0.074	0.901	0.099	0.123	0.001	0.000
121.178	0.074	0.901	0.099	0.123	0.001	0.000

121.170	0.319	0.905	0.098	0.528	0.002	0.000
121.170	0.319	0.905	0.098	0.528	0.002	0.000

120.930	6.920	1.033	0.043	10.046	0.042	0.000
120.930	6.920	1.033	0.043	10.046	0.042	0.000

120.026	11.074	1.515	0.127	10.962	0.046	0.000
120.026	11.074	1.515	0.127	10.962	0.046	0.000

119.680	8.532	1.700	0.159	7.528	0.032	0.000
---------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

max  $\mu(T_{E,d})$

120.480	11.144	1.273	0.056	13.128	0.055	0.000
---------	--------	-------	-------	--------	-------	-------

Nachweis unbewehrter Beton (nach EC 2 / DIN 1045)

n-Wert für Lastausbreitung = 2.000

$f_{m,d} = 1.19 \text{ MN/m}^2$

Knicklänge  $s_k = 1.750 \text{ m}$

$V_r = b(\text{Beton}) \cdot f_{m,d} \cdot \phi$

$\phi = 1,14 \cdot [1 - 2 \cdot e(\text{tot}) / b(\text{Beton})] - 0,02 s_k / b(\text{Beton})$

$e(\text{tot}) = e(\text{Beton}) + 0,5 \cdot s_k / 200$

$0.0 \leq \phi \leq 1 - 2 \cdot e(\text{tot}) / b(\text{Beton})$

Nachweis für:  $(g+q)_k$

$\mu_e = \text{Ausnutzungsgrad}$

Tiefe [m·HNN]	$V_d$ [kN/m]	$V_{g+q,k}$ [kN/m]	b(Beton) [m]	e(Beton) [m]	e/b [-]	$\phi$ [-]	$V_r$ [kN/m]	$\mu_e$ [-]
121.18	242.3	175.0	0.700	0.000	0.000	0.987	822.6	0.213
121.18	242.3	175.0	0.700	0.000	0.000	0.987	822.6	0.295
121.17	242.8	175.4	0.710	0.000	0.000	0.987	833.7	0.291
120.93	257.8	187.0	0.950	0.008	0.008	0.974	1101.5	0.234
120.03	324.3	238.7	1.477	0.142	0.096	0.801	1408.2	0.230
119.68	356.5	263.8	1.650	0.191	0.116	0.763	1499.0	0.238

Nachweis für:  $g_k$

Tiefe [m·HNN]	$V_{g,d}$ [kN/m]	$V_{g,k}$ [kN/m]	b(Beton) [m]	e(Beton) [m]	e/b [-]	$\phi$ [-]	$V_r$ [kN/m]	$\mu_e$ [-]
121.18	182.2	135.0	0.700	0.000	0.000	0.987	822.6	0.164
121.18	182.3	135.0	0.700	0.000	0.000	0.987	822.6	0.222
121.17	182.7	135.4	0.710	0.000	0.000	0.987	833.7	0.219
120.93	196.3	146.0	0.950	0.009	0.010	0.971	1097.9	0.179
120.03	259.0	195.2	1.477	0.108	0.073	0.848	1491.2	0.174
119.68	289.7	219.3	1.650	0.134	0.081	0.832	1633.7	0.177

Weggrößen d

Tiefe [m·HNN]	w [mm]
121.18	0.0
121.18	0.0
121.17	0.0
120.93	0.0
120.03	0.0
119.68	0.0

Weggrößen  $(g+q)_k$  (mit Fundamentverdrehung)

Tiefe [m·HNN]	w [mm]
121.18	4.1
121.18	4.1
121.17	4.1

120.93	3.4
120.03	0.9
119.68	0.0

## Weggrößen g,k

Tiefe	w
[m·HNN]	[mm]
121.18	0.0
121.18	0.0
121.17	0.0
120.93	0.0
120.03	0.0
119.68	0.0

## Weggrößen g,d

Tiefe	w
[m·HNN]	[mm]
121.18	0.0
121.18	0.0
121.17	0.0
120.93	0.0
120.03	0.0
119.68	0.0

## Weggrößen g,d

Tiefe	w
[m·HNN]	[mm]
121.18	0.0
121.18	0.0
121.17	0.0
120.93	0.0
120.03	0.0
119.68	0.0

## Gleitsicherheit

Maßgebend: g + q

$$\mu_{\text{Gleit}} = H_d / (V_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{\text{Gleiten}} + E_{p,d}) = 68.1 / (263.8 \cdot \tan(27.5) / 1.10 + 50.9) = 0.387$$

## Nachweis der Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)

Wenn beim Nachweis der Gleitsicherheit Erdwiderstand angesetzt wird, gilt folgende Regelung:

Bei Flach- und Flächengründungen darf der Nachweis gegen unzuträgliche Verschiebungen

des Fundamentes in der Sohlfläche als erbracht angesehen werden, wenn bei mindestens

mitteldicht gelagerten nichtbindigen Böden bzw. bei mindestens steifen bindigen Böden

- nicht mehr als zwei Drittel des charakteristischen Gleitwiderstands in der Fundamentsohle sowie

- nicht mehr als ein Drittel des charakteristischen Erdwiderstands vor der Stirnseite des Fundamentkörpers

zur Herstellung des Gleichgewichts der charakteristischen bzw. repräsentativen Kräfte

parallel zur Sohlfläche erforderlich sind.

$$\mu_e = H_k / (2/3 \cdot V_k \cdot \tan(\varphi) + 1/3 \cdot E_{p,k}) =$$

$$\mu_e = 50.6 / (2/3 \cdot 263.8 \cdot \tan(27.5) + 1/3 \cdot 71.2) = 0.439$$

## Grundbruchsicherheit

Maßgebend: = g + q

$$H_k = 14.97 \text{ kN/m}$$

$$M_k = 56.93 \text{ kN·m/m}$$

$$V_d = 356.47 \text{ kN/m}$$

$$R_d = 823.14 \text{ kN/m}$$

$$a = 27.500 \text{ m}$$

$$b = 1.700 \text{ m}$$

$$b' = 1.268 \text{ m}$$

$$\text{Ausnutzungsgrad} = 0.433$$

$$\gamma_{\text{Grundbruch}} = 1.400$$

$$\varphi_k = 30.7^\circ$$

$$c_k = 8.5 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma_2 = 19.4 \text{ kN/m}^3$$

$$\sigma_{\bar{u}} = 23.8 \text{ kN/m}^2$$

$$N_{c0} = 31.89 / N_{d0} = 19.94 / N_{b0} = 11.25$$

$$v_c = 1.025 / v_d = 1.024 / v_b = 0.986$$

$$i(c) = 0.886 / i(d) = 0.892 / i(b) = 0.841$$

$$\text{Böschungsnäigung} = 0.0^\circ$$

$$\lambda_c = 1.000 / \lambda_d = 1.000 / \lambda_b = 1.000$$

Sohlneigung = 0.0 °

$\xi_c = 1.000 / \xi_d = 1.000 / \xi_b = 1.000$

Tiefenbeiwerte:

$T_c = 1.000 / T_d = 1.000$

Kippsicherheit

Maßgebend: g+q

Exzentrizität  $e(Fu\beta) = -0.216$  m

$b/6 = 0.283$  m ;  $b/3 = 0.566$  m

$\sigma_1/\sigma_2(Fu\beta) = 273.7 / 36.9$  kN/m<sup>2</sup>

Nachweis EQU:

$V_{g,k} = 219.26 / V_{q,k} = 44.53$  kN/m

$M_{g,k} = -34.91 / M_{q,k} = -22.02$  kN·m/m

$b = 1.70$  m

$M_{stb} = 219.3 \cdot 1.70 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 167.73$

$M_{dst} = 34.9 \cdot 1.10 + 22.0 \cdot 1.50 = 71.43$

$\mu(EQU) = 71.43 / 167.73 = 0.426$

Setzungen

Steifemodulprofil und

Setzungsanteile in den kennzeichnenden Punkten

infolge ständiger Lasten

Tiefe	$E_s$	s(links)	s(rechts)
[m u. GS]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[cm]	[cm]
1.39	22.50	0.73	0.40
> 1.39	100.00	0.14	0.13

Grenztiefe mit  $p = 20.0$  %

Grenztiefe = 4.67 m u. GS

$V_k = 219.26$  kN/m

$a = 27.50$  m

$b = 1.70$  m

$\sigma(\text{links}) = 201.45$  kN/m<sup>2</sup>

$\sigma(\text{rechts}) = 56.50$  kN/m<sup>2</sup>

Setzungen in den beiden kennzeichnenden Punkten:

links:  $s = 0.87$  cm

rechts:  $s = 0.53$  cm

Hydraulischer Gradient auf Passivseite für Erddruckberechnung verwendet !

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Untergrundhydraulische Berechnungen:

Durchlässigkeiten

Schicht	von	bis	k(rechts)	k(links)
[-]	[m·HNN]	[m·HNN]	[m/s]	[m/s]
1	121.18	121.18	1.0E-4	1.0E-4
2	121.18	121.18	1.0E-4	1.0E-4
3	121.18	121.18	1.0E-4	1.0E-4
4	121.18	121.17	1.0E-4	1.0E-4
5	121.17	120.93	1.0E-4	1.0E-4
6	120.93	120.68	1.0E-4	1.0E-4
7	120.68	120.18	1.0E-4	1.0E-4
8	120.18	120.03	1.0E-4	1.0E-4
9	120.03	119.68	1.0E-4	1.0E-4
10	119.68	119.18	1.0E-4	1.0E-4
11	119.18	118.68	1.0E-4	1.0E-4
12	118.68	118.29	1.0E-4	1.0E-4
13	118.29	118.18	1.0E-4	1.0E-4
14	118.18	117.68	1.0E-4	1.0E-4
15	117.68	117.19	1.0E-4	1.0E-4
16	117.19	117.18	1.0E-4	1.0E-4
17	117.18	116.68	1.0E-4	1.0E-4
18	116.68	116.18	1.0E-4	1.0E-4
19	116.18	115.68	1.0E-4	1.0E-4
20	115.68	115.18	1.0E-4	1.0E-4
21	115.18	115.00	1.0E-4	1.0E-4
22	115.00	114.68	1.0E-4	1.0E-4
23	114.68	114.18	1.0E-4	1.0E-4
24	114.18	113.68	1.0E-4	1.0E-4

25	113.68	113.18	1.0E-4	1.0E-4
26	113.18	112.68	1.0E-4	1.0E-4
27	112.68	112.18	1.0E-4	1.0E-4
28	112.18	111.68	1.0E-4	1.0E-4
29	111.68	111.18	1.0E-4	1.0E-4
30	111.18	110.68	1.0E-4	1.0E-4
31	110.68	110.18	1.0E-4	1.0E-4
32	110.18	109.68	1.0E-4	1.0E-4
33	109.68	109.18	1.0E-4	1.0E-4
34	109.18	108.68	1.0E-4	1.0E-4
35	108.68	108.18	1.0E-4	1.0E-4
36	108.18	107.68	1.0E-4	1.0E-4
37	107.68	107.18	1.0E-4	1.0E-4
38	107.18	106.68	1.0E-4	1.0E-4
39	106.68	106.18	1.0E-4	1.0E-4
40	106.18	105.68	1.0E-4	1.0E-4
41	105.68	105.18	1.0E-4	1.0E-4
42	105.18	104.68	1.0E-4	1.0E-4
43	104.68	104.18	1.0E-4	1.0E-4
44	104.18	103.68	1.0E-4	1.0E-4
45	103.68	103.18	1.0E-4	1.0E-4
46	103.18	102.68	1.0E-4	1.0E-4
47	102.68	102.18	1.0E-4	1.0E-4
48	102.18	101.68	1.0E-4	1.0E-4
49	101.68	101.18	1.0E-4	1.0E-4
50	101.18	100.68	1.0E-4	1.0E-4
51	100.68	100.18	1.0E-4	1.0E-4
52	100.18	100.00	1.0E-4	1.0E-4

## Untergrundhydraulik

Potentiale	h	und	Gradienten	i	(rechts)
Tiefe	h	i			
[m·HNN]	[m·HNN]	[-]			
121.18	-6.18	0.000			
121.18	-6.18	0.000			
121.18	-6.18	0.000			
121.18	-6.18	0.000			
121.17	-6.18	0.000			
120.93	-6.18	0.000			
120.68	-6.18	0.000			
120.18	-6.18	0.000			
120.03	-6.18	0.000			
119.68	-6.18	0.000			
119.68	-6.18	0.000			
119.18	-6.18	0.000			
118.68	-6.18	0.000			
118.29	-6.18	0.000			
118.18	-6.18	0.000			
117.68	-6.18	0.000			
117.19	-6.18	0.000			
117.18	-6.18	0.000			
116.68	-6.18	0.000			
116.18	-6.18	0.000			
115.68	-6.18	0.000			
115.18	-6.18	0.000			
115.00	-6.18	0.000			
114.68	-6.18	0.000			
114.18	-6.18	0.000			
113.68	-6.18	0.000			
113.18	-6.18	0.000			
112.68	-6.18	0.000			
112.18	-6.18	0.000			
111.68	-6.18	0.000			
111.18	-6.18	0.000			
110.68	-6.18	0.000			
110.18	-6.18	0.000			
109.68	-6.18	0.000			
109.18	-6.18	0.000			
108.68	-6.18	0.000			
108.18	-6.18	0.000			
107.68	-6.18	0.000			

107.18	-6.18	0.000
106.68	-6.18	0.000
106.18	-6.18	0.000
105.68	-6.18	0.000
105.18	-6.18	0.000
104.68	-6.18	0.000
104.18	-6.18	0.000
103.68	-6.18	0.000
103.18	-6.18	0.000
102.68	-6.18	0.000
102.18	-6.18	0.000
101.68	-6.18	0.000
101.18	-6.18	0.000
100.68	-6.18	0.000
100.18	-6.18	0.000

## Potentiale h und Gradienten i (links)

Tiefe	h	i
[m·HNN]	[m·HNN]	[-]
121.18	-6.18	0.000
121.18	-6.18	0.000
121.18	-6.18	0.000
121.18	-6.18	0.000
121.17	-6.18	0.000
120.93	-6.18	0.000
120.68	-6.18	0.000
120.18	-6.18	0.000
120.03	-6.18	0.000
119.68	-6.18	0.000
119.68	-6.18	0.000
119.18	-6.18	0.000
118.68	-6.18	0.000
118.29	-6.18	0.000
118.18	-6.18	0.000
117.68	-6.18	0.000
117.19	-6.18	0.000
117.18	-6.18	0.000
116.68	-6.18	0.000
116.18	-6.18	0.000
115.68	-6.18	0.000
115.18	-6.18	0.000
115.00	-6.18	0.000
114.68	-6.18	0.000
114.18	-6.18	0.000
113.68	-6.18	0.000
113.18	-6.18	0.000
112.68	-6.18	0.000
112.18	-6.18	0.000
111.68	-6.18	0.000
111.18	-6.18	0.000
110.68	-6.18	0.000
110.18	-6.18	0.000
109.68	-6.18	0.000
109.18	-6.18	0.000
108.68	-6.18	0.000
108.18	-6.18	0.000
107.68	-6.18	0.000
107.18	-6.18	0.000
106.68	-6.18	0.000
106.18	-6.18	0.000
105.68	-6.18	0.000
105.18	-6.18	0.000
104.68	-6.18	0.000
104.18	-6.18	0.000
103.68	-6.18	0.000
103.18	-6.18	0.000
102.68	-6.18	0.000
102.18	-6.18	0.000
101.68	-6.18	0.000
101.18	-6.18	0.000
100.68	-6.18	0.000

100.18      -6.18      0.000

Ausnutzungsgrad hydraulische Grundbruchsicherheit = 0.00

$\gamma(\text{Gewicht}) = 0.95$

$\gamma(\text{Strömungskraft}) = 1.45$

UK Schicht = 114.10 m·HNN

Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

# **Statische Nachweisführung Position (2)**


26091 - Grundschule Alt-Wetter, Bergstr. 23  
 Norm: EC 7  
 Ersatzdruck gemäß EAB 6. Auflage  
 Berechnungsgrundlagen:  
 keine Erddruckumlagerung  
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
 Erhöhter aktiver Erddruck ( $f = 0.50$ )  
 Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$  (+ EB 6)  
 Passiver Erddruck nach: DIN 4085:2017  
 BS: DIN 1054: BS-P  
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_{Eog} = 1.20$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 $\gamma_{Ep} = 1.40$   
 Faktor( $E_p$ ) = 0.50  
 Grenzzustand EQU:  
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$   
 $\gamma_{G,stb} = 0.90$   
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$   
 Zustandsgrößen nach Theorie 2. Ordnung

$$\mu(\text{Gleit}) = H_d / (V_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma(\text{Gleit}) + E_{p,d}) = 19.72 / (138.23 \cdot \tan(27.5^\circ) / 1.10 + 36.23) = 0.19$$
 Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)  

$$\mu = H_k / (2/3 \cdot V_k \cdot \tan(\varphi) + 1/3 \cdot E_{p,k}) = 14.58 / (2/3 \cdot 138.23 \cdot \tan(27.5^\circ) + 1/3 \cdot 50.72) = 0.22$$
  

$$\mu(\text{Grundbruch}) = 0.308$$
 mit:  $\varphi_k = 27.5^\circ$ ;  $c_k = 7.5 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma_2 = 19.00 \text{ kN/m}^2$ ;  $\sigma_{(0)} = 21.3 \text{ kN/m}^2$

Unbewehrter Beton:  $f_{md} = 1.360 \text{ MN/m}^2$   
 Nachweis Beton von 122.57 bis 122.08 m  
 Raumgewicht Beton =  $25.00 \text{ kN/m}^3$   
 E-Modul Beton =  $2.200 \cdot 10^{+7} \text{ kN/m}^2$   
 maximaler Ausnutzungsgrad: 0.337


  
 $V/H(g) = 65.0/0.0 / V/H(q) = 21.5/0.0 \text{ kN/m}$   
 $x = -0.180 \text{ m}$   
**Lastbreite = 0.36 m**



Setzungen				a = 9.50 m
Steifemodulprofil und				b = 1.31 m
Setzungsanteile in den kennzeichnenden Punkten				$\sigma_{k(\text{links})} = 83.84 \text{ kN/m}^2$
infolge ständiger Lasten				$\sigma_{k(\text{rechts})} = 82.74 \text{ kN/m}^2$
Tiefe	Es	s(links)	s(rechts)	Setzungen in den kennzeichnenden Punkten:
[m u. GS]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[cm]	[cm]	links: s = 0.46 cm
3.64	25.00	0.46	0.46	rechts: s = 0.46 cm
> 3.64	100.00	0.00	0.00	
Grenztiefe mit p = 20.0 %				
Grenztiefe = 3.07 m u. GS				



## Unterfangung

=====

## Teilsicherheitskonzept (EC 7)

26091 - Grundschule Alt-Wetter, Bergstr. 23

Wandkopf = 123.23 m·HNN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050

Baugrubensohle = 123.22 m·HNN

Grundwasserstand (rechts) = 115.00 m·HNN

Grundwasserstand (links) = 115.00 m·HNN

## Teilsicherheiten

BS: DIN 1054: BS-P

 $\gamma_{\text{g}} = 1.35$  $\gamma_{\text{g,Ruhe}} = 1.20$  $\gamma_{\text{g,q}} = 1.50$  $\gamma_{\text{g,Ep}} = 1.40$  (Gleiten)

Grenzzustand EQU:

 $\gamma_{\text{g,dst}} = 1.10$  $\gamma_{\text{g,stb}} = 0.90$  $\gamma_{\text{g,dst}} = 1.50$ 

## Unterfangungskörper

 $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ E-Modul =  $2.2000 \times 10^7 \text{ kN/m}^2$ 

Vertikallast(G) = 65.00 kN/m

Vertikallast(Q) = 21.50 kN/m

Horizontallast(G) = 0.00 kN/m

Horizontallast(Q) = 0.00 kN/m

x (Last) = -0.18 m

Fundamentlänge a = 9.50 m

Tiefe	links	rechts	Breite
[m·HNN]	[m]	[m]	[m]
123.23	-0.36	0.00	0.36
122.93	-0.36	0.00	0.36
122.92	-0.71	0.35	1.06
122.58	-0.71	0.35	1.06
122.57	-0.71	0.60	1.31
122.08	-0.71	0.60	1.31

Flächenlast p = 10.00 kN/m<sup>2</sup> als ständige LastFlächenlast p = 10.00 kN/m<sup>2</sup> als Verkehrslast

Ersatzwand gemäß EAB 6. Auflage

keine Erddruckumlagerung

## Bodenkennwerte

Schicht	Tiefe	$\gamma_k$	$\gamma'_k$	$\varphi_k$	$c(p)_k$	$c(a)_k$	$d(p)/\varphi$	$d(a)/\varphi$	$E_s$
[-]	[m·HNN][kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[MN/m <sup>2</sup> ]	
1	122.83	18.00	9.00	25.00	0.00	0.00	0.000	0.667	15.0
2	118.44	19.00	9.00	27.50	7.50	7.50	0.000	0.667	25.0
3	102.05	22.00	12.00	35.00	10.00	10.00	0.000	0.667	100.0

## Aktive Erddruckbeiwerte

Erhöhter aktiver Erddruck verwendet

Beziehung:  $(1 - \text{Faktor}) \cdot k_{ah} + \text{Faktor} \cdot k_0$ 

Faktor [-] = 0.50

bestimmt nach: DIN 4085

Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$  (+ EB 6)

Schicht	$k_{agh}$	$k_{ach}$	$\varphi_k$	$\delta$	$k_{agh(40^\circ)}$
[-]	[-]	[-]	[°]	[°]	[-]
1	0.462	0.521	25.000	16.67	0.179
2	0.425	0.490	27.500	18.34	0.179
3	0.325	0.406	35.000	23.34	0.179

## Aktive Erddruckkoordinaten (g+q),k

von [m·HNN]	bis [m·HNN]	oben [kN/m <sup>2</sup> ]	unten [kN/m <sup>2</sup> ]	Wasserdruck oben[kN/m <sup>2</sup> ]	Wasserdruck unten[kN/m <sup>2</sup> ]
123.230	123.220	9.230	9.313	0.00	0.00
123.220	122.930	9.313	11.722	0.00	0.00
122.930	122.920	11.722	11.805	0.00	0.00
122.920	122.830	11.805	12.553	0.00	0.00
122.830	122.580	11.072	12.775	0.00	0.00
122.580	122.570	12.775	12.843	0.00	0.00

## Passive Erddruckbeiwerte

Faktor(Ep) = 0.50 (Grundbruch/Stützzlinie)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

bestimmt nach: DIN 4085:2017

Schicht	k <sub>pgh</sub> [-]	k <sub>pch</sub> [-]	φ <sub>k</sub> [°]	delta [°]
1	2.464	3.139	25.000	0.00
2	2.716	3.296	27.500	0.00
3	3.690	3.842	35.000	0.00

## Passive Erddruckkoordinaten mit:

Faktor(Ep) = 0.50 (Grundbruch/Stützzlinie)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von [m·HNN]	bis [m·HNN]	oben [kN/m <sup>2</sup> ]	unten [kN/m <sup>2</sup> ]
123.23	123.22	0.00	0.00
123.22	122.93	0.00	-6.43
122.93	122.92	-6.43	-6.65
122.92	122.83	-6.65	-8.65
122.83	122.58	-21.89	-28.34
122.58	122.57	-28.34	-28.60

## Schnittgrößen d

nach Theorie 2. Ordnung

Tiefe [m·HNN]	H [kN/m]	M [kN·m/m]	V [kN/m]	e [m]	H(ep,k) [kN/m]	M(ep,k) [kN·m/m]	V(ep,k) [kN/m]
123.23	0.0	0.0	120.0	0.000	0.0	0.0	0.0
123.22	0.1	0.0	120.2	0.000	0.0	0.0	0.0
122.93	3.4	-0.3	124.8	-0.002	-0.9	0.1	0.0
122.92	3.5	2.9	138.8	0.021	-1.0	0.1	0.0
122.83	4.3	2.8	142.3	0.019	-1.7	0.2	0.0
122.58	2.0	2.7	152.1	0.018	-8.0	1.4	0.0
122.57	1.9	-10.9	162.7	-0.067	-8.3	1.5	0.0
122.08	-5.6	-8.1	186.3	-0.044	-25.4	9.5	0.0

## Schnittgrößen (g+q),k

nach Theorie 2. Ordnung

Tiefe [m·HNN]	H [kN/m]	M [kN·m/m]	V [kN/m]	e [m]	b/3 [m]
123.23	0.0	0.0	86.5	0.000	0.120
123.22	0.1	0.0	86.6	0.000	0.120
122.93	2.2	-0.2	90.2	-0.002	0.120
122.92	2.3	2.3	101.2	0.023	0.353
122.83	2.7	2.3	103.9	0.022	0.353
122.58	-0.6	2.5	111.5	0.022	0.353
122.57	-0.8	-7.2	119.8	-0.060	0.437
122.08	-10.8	-3.0	138.2	-0.022	0.437

## Schnittgrößen g,k

nach Theorie 2. Ordnung

Tiefe [m·HNN]	H [kN/m]	M [kN·m/m]	V [kN/m]	e [m]	b/6 [m]
123.23	0.0	0.0	65.0	0.000	0.060
123.22	0.0	0.0	65.1	0.000	0.060
122.93	0.8	-0.1	68.2	-0.001	0.060
122.92	0.8	1.2	75.7	0.016	0.177
122.83	0.8	1.2	78.3	0.016	0.177
122.58	-3.5	1.9	85.6	0.022	0.177
122.57	-3.7	-5.9	91.4	-0.064	0.218
122.08	-15.8	-0.2	109.1	-0.001	0.218

## Schnittgrößen q,k

nach Theorie 2. Ordnung

Tiefe	H	M	V	e
[m·HNN]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	[m]
123.23	0.0	0.0	21.5	0.000
123.22	0.0	0.0	21.5	0.000
122.93	1.4	-0.1	21.9	-0.006
122.92	1.4	1.1	25.4	0.043
122.83	1.8	1.0	25.6	0.040
122.58	2.9	0.6	25.9	0.024
122.57	2.9	-1.3	28.4	-0.047
122.08	5.0	-2.8	29.1	-0.097

## Schnittgrößen g,d

nach Theorie 2. Ordnung

Tiefe	H	M	V	e
[m·HNN]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	[m]
123.23	0.0	0.0	87.8	0.000
123.22	0.1	0.0	87.9	0.000
122.93	1.3	-0.1	91.9	-0.001
122.92	1.3	3.1	105.9	0.029
122.83	1.5	3.1	109.2	0.028
122.58	-2.3	3.6	118.4	0.030
122.57	-2.5	-5.8	129.0	-0.045
122.08	-13.2	-0.7	151.6	-0.005

Schubnachweis nach 4093:2012-08:

n-Wert für Lastausbreitung = 2.000

Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit

 Bemessungswert der Druckfestigkeit  $f_{m,d} = 1.360 \text{ MN/m}^2$  $\tau_{E,d} \leq 0,2 \cdot f_{m,d} = 0.272 \text{ MN/m}^2 = 272.0 \text{ kN/m}^2$  $N_{cr} = \text{Knicklast} = E \cdot I \cdot \pi^2 / sk^2$ Knicknachweis nicht erforderlich, wenn  $N_{Ed} / N_{cr} < 0.10$ 

Nachweis von 122.57 bis 122.08 m·HNN

Nachweis für: g+q

Tiefe	$Q_{E,d}$	b	e	$\tau_{E,d}$	$\mu(\tau)$	$N_{E,d}/N_{cr}$
[m·HNN]	[kN/m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]

122.570	1.932	1.310	0.060	2.212	0.008	0.000
---------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

max  $\mu(\tau_{E,d})$ 

122.130	4.684	1.310	0.027	5.363	0.020	0.000
---------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Nachweis für: g

Tiefe	$Q_{E,d}$	b	e	$\tau_{E,d}$	$\mu(\tau)$	$N_{E,d}/N_{cr}$
[m·HNN]	[kN/m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]

122.570	2.493	1.310	0.064	2.854	0.010	0.000
---------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

max  $\mu(\tau_{E,d})$ 

122.130	11.911	1.310	0.010	13.638	0.050	0.000
---------	--------	-------	-------	--------	-------	-------

Nachweis unbewehrter Beton (nach EC 2 / DIN 1045)

n-Wert für Lastausbreitung = 2.000

Nachweis Beton von 122.57 bis 122.08 m

$f_{m,d} = 1.36 \text{ MN/m}^2$

Knicklänge  $s_k = 0.580 \text{ m}$

$V_r = b(\text{Beton}) \cdot f_{m,d} \cdot \phi$

$\phi = 1,14 \cdot [1 - 2 \cdot e(\text{tot}) / b(\text{Beton})] - 0,02 s_k / b(\text{Beton})$

$e(\text{tot}) = e(\text{Beton}) + 0,5 \cdot s_k / 200$

$0.0 \leq \phi \leq 1 - 2 \cdot e(\text{tot}) / b(\text{Beton})$

Nachweis für:  $(g+q),k$

$\mu_e = \text{Ausnutzungsgrad}$

Tiefe	Vd	Vg+q,k	b(Beton)	e(Beton)	e/b	$\phi$	Vr	$\mu_e$
[m·HNN]	[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN/m]	[-]
123.23	120.0	86.5	kein	Nachweis				
123.22	120.2	86.6	kein	Nachweis				
122.93	124.8	90.2	kein	Nachweis				
122.92	138.8	101.2	kein	Nachweis				
122.83	142.3	103.9	kein	Nachweis				
122.58	152.1	111.5	kein	Nachweis				
122.57	162.7	119.8	0.720	0.065	0.090	0.815	798.2	0.204
122.08	138.2	kein	Nachweis					

Nachweis für: g,k

Tiefe	Vg,d	Vg,k	b(Beton)	e(Beton)	e/b	$\phi$	Vr	$\mu_e$
[m·HNN]	[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN/m]	[-]
123.23	87.8	65.0	kein	Nachweis				
123.22	87.9	65.1	kein	Nachweis				
122.93	91.9	68.2	kein	Nachweis				
122.92	105.9	75.7	kein	Nachweis				
122.83	109.2	78.3	kein	Nachweis				
122.58	118.4	85.6	kein	Nachweis				
122.57	129.0	91.4	0.720	0.061	0.085	0.827	809.5	0.159
122.08	109.1	kein	Nachweis					

Weggrößen d

Tiefe	w
[m·HNN]	[mm]
123.23	0.0
123.22	0.0
122.93	0.0
122.92	0.0
122.83	0.0
122.58	0.0
122.57	0.0
122.08	0.0

Weggrößen  $(g+q),k$  (mit Fundamentverdrehung)

Tiefe	w
[m·HNN]	[mm]
123.23	0.0
123.22	0.0
122.93	0.0
122.92	0.0
122.83	0.0
122.58	0.0
122.57	0.0
122.08	0.0

Weggrößen g,k

Tiefe	w
[m·HNN]	[mm]
123.23	0.0
123.22	0.0
122.93	0.0
122.92	0.0
122.83	0.0
122.58	0.0
122.57	0.0
122.08	0.0

Weggrößen g,d

Tiefe	w
[m·HNN]	[mm]
123.23	0.0

123.22	0.0
122.93	0.0
122.92	0.0
122.83	0.0
122.58	0.0
122.57	0.0
122.08	0.0

## Weggrößen g,d

Tiefe	w
[m·HNN]	[mm]
123.23	0.0
123.22	0.0
122.93	0.0
122.92	0.0
122.83	0.0
122.58	0.0
122.57	0.0
122.08	0.0

## Gleitsicherheit

Maßgebend: g + q

$$\mu_{\text{ue}}(\text{Gleit}) = H_{\text{d}} / (V_{\text{k}} \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{\text{Gleiten}} + E_{\text{p,d}}) =$$

$$19.7 / (138.2 \cdot \tan(27.5) / 1.10 + 36.2) = 0.194$$

## Nachweis der Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)

Wenn beim Nachweis der Gleitsicherheit Erdwiderstand angesetzt wird, gilt folgende Regelung:

Bei Flach- und Flächengründungen darf der Nachweis gegen unzuträgliche Verschiebungen des Fundamentes in der Sohlfläche als erbracht angesehen werden, wenn bei mindestens mitteldicht gelagerten nichtbindigen Böden bzw. bei mindestens steifen bindigen Böden

- nicht mehr als zwei Drittel des charakteristischen Gleitwiderstands in der Fundamentsohle sowie
- nicht mehr als ein Drittel des charakteristischen Erdwiderstands vor der Stirnseite des Fundamentkörpers zur Herstellung des Gleichgewichts der charakteristischen bzw. repräsentativen Kräfte parallel zur Sohlfläche erforderlich sind.

$$\mu_{\text{ue}} = H_{\text{k}} / (2/3 \cdot V_{\text{k}} \cdot \tan(\varphi) + 1/3 \cdot E_{\text{p,k}}) =$$

$$\mu_{\text{ue}} = 14.6 / (2/3 \cdot 138.2 \cdot \tan(27.5) + 1/3 \cdot 50.7) = 0.225$$

## Grundbruchsicherheit

Maßgebend: = g + q

$$H_{\text{k}} = -10.79 \text{ kN/m}$$

$$M_{\text{k}} = 2.99 \text{ kN·m/m}$$

$$V_{\text{d}} = 186.32 \text{ kN/m}$$

$$R_{\text{d}} = 605.36 \text{ kN/m}$$

$$a = 9.500 \text{ m}$$

$$b = 1.310 \text{ m}$$

$$b' = 1.267 \text{ m}$$

$$\text{Ausnutzungsgrad} = 0.308$$

$$\gamma_{\text{Grundbruch}} = 1.400$$

$$\varphi_{\text{k}} = 27.5^\circ$$

$$c_{\text{k}} = 7.5 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma_2 = 19.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\sigma_{\text{ü}} = 21.3 \text{ kN/m}^2$$

$$N_{\text{c0}} = 24.85 / N_{\text{d0}} = 13.94 / N_{\text{b0}} = 6.73$$

$$v_{\text{c}} = 1.066 / v_{\text{d}} = 1.062 / v_{\text{b}} = 0.960$$

$$i(\text{c}) = 1.000 / i(\text{d}) = 1.000 / i(\text{b}) = 1.000$$

$$\text{Böschungsneigung} = 0.0^\circ$$

$$\lambda_{\text{c}} = 1.000 / \lambda_{\text{d}} = 1.000 / \lambda_{\text{b}} = 1.000$$

$$\text{Sohlneigung} = 0.0^\circ$$

$$\xi_{\text{c}} = 1.000 / \xi_{\text{d}} = 1.000 / \xi_{\text{b}} = 1.000$$

Tiefenbeiwerte:

$$T_{\text{c}} = 1.000 / T_{\text{d}} = 1.000$$

## Kippsicherheit

Maßgebend: g+q

$$\text{Exzentrizität } e(\text{Fuß}) = -0.022 \text{ m}$$

$$b/6 = 0.218 \text{ m} ; b/3 = 0.437 \text{ m}$$

$$\text{sig1/sig2}(\text{Fuß}) = 116.0 / 95.1 \text{ kN/m}^2$$

## Nachweis EQU:

$$V_{\text{g,k}} = 109.11 / V_{\text{q,k}} = 29.12 \text{ kN/m}$$

$$M_{\text{g,k}} = -0.16 / M_{\text{q,k}} = -2.83 \text{ kN·m/m}$$

$b = 1.31 \text{ m}$   
 $M_{\text{stb}} = 109.1 \cdot 1.31 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 64.32$   
 $M_{\text{dst}} = 0.2 \cdot 1.10 + 2.8 \cdot 1.50 = 4.41$   
 $\mu(\text{EQU}) = 4.41 / 64.32 = 0.069$

Setzungen  
 Steifemodulprofil und  
 Setzungsanteile in den kennzeichnenden Punkten  
 infolge ständiger Lasten

Tiefe	$E_s$	s(links)	s(rechts)
[m u. GS]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[cm]	[cm]
3.64	25.00	0.46	0.46
> 3.64	100.00	0.00	0.00

Grenztiefe mit  $p = 20.0 \%$   
 Grenztiefe = 3.07 m u. GS

$V_k = 109.11 \text{ kN/m}$

$a = 9.50 \text{ m}$

$b = 1.31 \text{ m}$

$\sigma(\text{links}) = 83.84 \text{ kN/m}^2$

$\sigma(\text{rechts}) = 82.74 \text{ kN/m}^2$

Setzungen in den beiden kennzeichnenden Punkten:

links:  $s = 0.46 \text{ cm}$

rechts:  $s = 0.46 \text{ cm}$

Hydraulischer Gradient auf Passivseite für Erddruckberechnung verwendet !

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Untergrundhydraulische Berechnungen:

Durchlässigkeiten

Schicht	von	bis	k(rechts)	k(links)
[-]	[m·HNN]	[m·HNN]	[m/s]	[m/s]
1	123.23	123.22	1.0E-4	1.0E-4
2	123.22	122.93	1.0E-4	1.0E-4
3	122.93	122.92	1.0E-4	1.0E-4
4	122.92	122.83	1.0E-4	1.0E-4
5	122.83	122.73	1.0E-4	1.0E-4
6	122.73	122.58	1.0E-4	1.0E-4
7	122.58	122.57	1.0E-4	1.0E-4
8	122.57	122.23	1.0E-4	1.0E-4
9	122.23	122.08	1.0E-4	1.0E-4
10	122.08	121.73	1.0E-4	1.0E-4
11	121.73	121.23	1.0E-4	1.0E-4
12	121.23	120.73	1.0E-4	1.0E-4
13	120.73	120.23	1.0E-4	1.0E-4
14	120.23	119.73	1.0E-4	1.0E-4
15	119.73	119.23	1.0E-4	1.0E-4
16	119.23	118.73	1.0E-4	1.0E-4
17	118.73	118.44	1.0E-4	1.0E-4
18	118.44	118.23	1.0E-4	1.0E-4
19	118.23	117.73	1.0E-4	1.0E-4
20	117.73	117.23	1.0E-4	1.0E-4
21	117.23	116.73	1.0E-4	1.0E-4
22	116.73	116.23	1.0E-4	1.0E-4
23	116.23	115.73	1.0E-4	1.0E-4
24	115.73	115.23	1.0E-4	1.0E-4
25	115.23	115.00	1.0E-4	1.0E-4
26	115.00	114.73	1.0E-4	1.0E-4
27	114.73	114.23	1.0E-4	1.0E-4
28	114.23	113.73	1.0E-4	1.0E-4
29	113.73	113.23	1.0E-4	1.0E-4
30	113.23	112.73	1.0E-4	1.0E-4
31	112.73	112.23	1.0E-4	1.0E-4
32	112.23	111.73	1.0E-4	1.0E-4
33	111.73	111.23	1.0E-4	1.0E-4
34	111.23	110.73	1.0E-4	1.0E-4
35	110.73	110.23	1.0E-4	1.0E-4
36	110.23	109.73	1.0E-4	1.0E-4
37	109.73	109.23	1.0E-4	1.0E-4
38	109.23	108.73	1.0E-4	1.0E-4

39	108.73	108.23	1.0E-4	1.0E-4
40	108.23	107.73	1.0E-4	1.0E-4
41	107.73	107.23	1.0E-4	1.0E-4
42	107.23	106.73	1.0E-4	1.0E-4
43	106.73	106.23	1.0E-4	1.0E-4
44	106.23	105.73	1.0E-4	1.0E-4
45	105.73	105.23	1.0E-4	1.0E-4
46	105.23	104.73	1.0E-4	1.0E-4
47	104.73	104.23	1.0E-4	1.0E-4
48	104.23	103.73	1.0E-4	1.0E-4
49	103.73	103.23	1.0E-4	1.0E-4
50	103.23	102.73	1.0E-4	1.0E-4
51	102.73	102.23	1.0E-4	1.0E-4
52	102.23	102.05	1.0E-4	1.0E-4

## Untergrundhydraulik

Potentiale	h	und	Gradienten	i	(rechts)
Tiefe	h	i			
[m·HNN]	[m·HNN]	[-]			
123.23	-8.23	0.000			
123.22	-8.23	0.000			
122.93	-8.23	0.000			
122.92	-8.23	0.000			
122.83	-8.23	0.000			
122.73	-8.23	0.000			
122.58	-8.23	0.000			
122.57	-8.23	0.000			
122.23	-8.23	0.000			
122.08	-8.23	0.000			
122.08	-8.23	0.000			
121.73	-8.23	0.000			
121.23	-8.23	0.000			
120.73	-8.23	0.000			
120.23	-8.23	0.000			
119.73	-8.23	0.000			
119.23	-8.23	0.000			
118.73	-8.23	0.000			
118.44	-8.23	0.000			
118.23	-8.23	0.000			
117.73	-8.23	0.000			
117.23	-8.23	0.000			
116.73	-8.23	0.000			
116.23	-8.23	0.000			
115.73	-8.23	0.000			
115.23	-8.23	0.000			
115.00	-8.23	0.000			
114.73	-8.23	0.000			
114.23	-8.23	0.000			
113.73	-8.23	0.000			
113.23	-8.23	0.000			
112.73	-8.23	0.000			
112.23	-8.23	0.000			
111.73	-8.23	0.000			
111.23	-8.23	0.000			
110.73	-8.23	0.000			
110.23	-8.23	0.000			
109.73	-8.23	0.000			
109.23	-8.23	0.000			
108.73	-8.23	0.000			
108.23	-8.23	0.000			
107.73	-8.23	0.000			
107.23	-8.23	0.000			
106.73	-8.23	0.000			
106.23	-8.23	0.000			
105.73	-8.23	0.000			
105.23	-8.23	0.000			
104.73	-8.23	0.000			
104.23	-8.23	0.000			
103.73	-8.23	0.000			
103.23	-8.23	0.000			
102.73	-8.23	0.000			

102.23      -8.23      0.000

Potentiale h und Gradienten i (links)

Tiefe	h	i
[m·HNN]	[m·HNN]	[-]
123.23	-8.23	0.000
123.22	-8.23	0.000
122.93	-8.23	0.000
122.92	-8.23	0.000
122.83	-8.23	0.000
122.73	-8.23	0.000
122.58	-8.23	0.000
122.57	-8.23	0.000
122.23	-8.23	0.000
122.08	-8.23	0.000
122.08	-8.23	0.000
121.73	-8.23	0.000
121.23	-8.23	0.000
120.73	-8.23	0.000
120.23	-8.23	0.000
119.73	-8.23	0.000
119.23	-8.23	0.000
118.73	-8.23	0.000
118.44	-8.23	0.000
118.23	-8.23	0.000
117.73	-8.23	0.000
117.23	-8.23	0.000
116.73	-8.23	0.000
116.23	-8.23	0.000
115.73	-8.23	0.000
115.23	-8.23	0.000
115.00	-8.23	0.000
114.73	-8.23	0.000
114.23	-8.23	0.000
113.73	-8.23	0.000
113.23	-8.23	0.000
112.73	-8.23	0.000
112.23	-8.23	0.000
111.73	-8.23	0.000
111.23	-8.23	0.000
110.73	-8.23	0.000
110.23	-8.23	0.000
109.73	-8.23	0.000
109.23	-8.23	0.000
108.73	-8.23	0.000
108.23	-8.23	0.000
107.73	-8.23	0.000
107.23	-8.23	0.000
106.73	-8.23	0.000
106.23	-8.23	0.000
105.73	-8.23	0.000
105.23	-8.23	0.000
104.73	-8.23	0.000
104.23	-8.23	0.000
103.73	-8.23	0.000
103.23	-8.23	0.000
102.73	-8.23	0.000
102.23	-8.23	0.000

Ausnutzungsgrad hydraulische Grundbruchsicherheit = 0.00

gamma(Gewicht) = 0.95




gamma(Strömungskraft) = 1.45

UK Schicht = 116.15 m·HNN

Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !



# **Statische Nachweisführung Position (3)**

Boden	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma'_{k,k}$ [kN/m³]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	Bezeichnung
	18.0	9.0	25.0	0.0	0.0	0.000	0.667	Auffüllungen
	19.0	9.0	27.5	7.5	7.5	0.000	0.667	Hangschutt / Hanglehm
	22.0	12.0	35.0	10.0	10.0	0.000	0.667	Tst, v

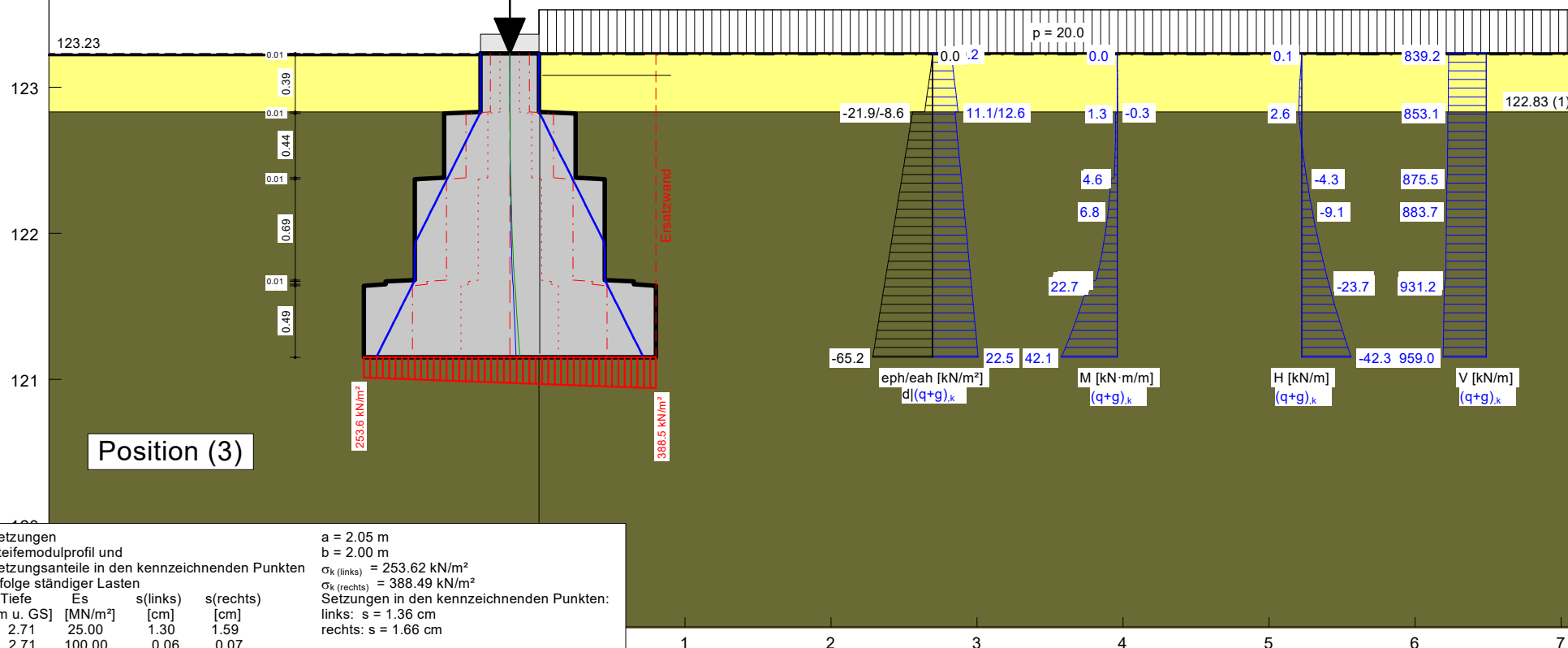
26091 - Grundschule Alt-Wetter, Bergstr. 23  
Norm: EC 7  
Ersatzwand gemäß EAB 6. Auflage  
Berechnungsgrundlagen:  
keine Erddruckumlagerung  
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
Erhöhter aktiver Erddruck ( $f = 0.50$ )  
Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$  (+ EB 6)  
Passiver Erddruck nach: DIN 4085:2017  
BS: DIN 1054: BS-P  
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_{E0g} = 1.20$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 $\gamma_{Ep} = 1.40$   
Faktor( $E_p$ ) = 0.50  
Grenz Zustand EQU:  
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$   
 $\gamma_{G,stb} = 0.90$   
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$   
Zustandsgrößen nach Theorie 2. Ordnung

Kippsicherheit  
Exzentrizität  $e(\text{Fuß}) = 0.070 \text{ m}$   
Maßgebend: g  
 $V_{\text{Fuß}} = 642.11 \text{ kN/m}$  (mit  $E_{p,\text{mob},k}$ )  
 $H_{\text{Fuß}} = -51.28 \text{ kN/m}$  (mit  $E_{p,\text{mob},k}$ )  
 $M_{\text{Fuß}} = 44.96 \text{ kN-m/m}$  (mit  $E_{p,\text{mob},k}$ )  
 $E_{p,\text{mob},k} = 0.50 \cdot E_{p,k}$   
 $E_{p,\text{mob},k} = 0.00 \text{ kN/m}$ ;  $E_{p,\text{mob},k} = 74.87 \text{ kN/m}$   
 $b = 2.000 \text{ m}$ ;  $a = 2.051 \text{ m}$   
 $b/6 = 0.333 \text{ m}$ ;  $b/3 = 0.667 \text{ m}$   
 $\sigma_1/\sigma_2(\text{Fuß}) = 253.6 / 388.5 \text{ kN/m}^2$   
Nachweis EQU:  
 $M_{\text{stb}} = 642.1 \cdot 2.00 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 577.90$   
 $M_{\text{dst}} = 45.0 \cdot 1.10 = 49.45$   
 $\mu_{\text{EQU}} = 49.45 / 577.90 = 0.086$

$\mu(\text{Gleit}) = H_d / (V_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma(\text{Gleit}) + E_{p,d}) =$   
 $43.54 / (959.04 \cdot \tan(27.5^\circ) / 1.10 + 106.96) = 0.08$   
Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)  
 $\mu = H_k / (2/3 \cdot V_k \cdot \tan(\varphi) + 1/3 \cdot E_{p,k}) =$   
 $23.59 / (2/3 \cdot 642.11 \cdot \tan(27.5^\circ) + 1/3 \cdot 149.75) = 0.09$   
 $\mu(\text{Grundbruch}) = 0.796$   
mit:  $\varphi_k = 27.5^\circ$ ;  $c_k = 7.5 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma_2 = 19.00 \text{ kN/m}^2$ ;  $\sigma_{(0)} = 38.9 \text{ kN/m}^2$   
Unbewehrter Beton:  $f_{md} = 1.360 \text{ MN/m}^2$   
Nachweis Beton von 122.15 bis 121.15 m  
Raumgewicht Beton =  $25.00 \text{ kN/m}^3$   
E-Modul Beton =  $2.200 \cdot 10^7 \text{ kN/m}^2$   
maximaler Ausnutzungsgrad: 0.920

in einer Tiefe von 121.680 m  
Kubatur =  $2.518 \text{ m}^3/\text{m}$   
1. Kernweite  
2. Kernweite  
Schwerlinie  
Stützlinie (g+q)  
Stützlinie (g)  
"n-Bereich"

$V/H(g) = 533.0/0.0$  /  $V/H(q) = 306.0/0.0 \text{ kN/m}$   
 $x = -0.200 \text{ m}$   
Lastbreite =  $0.40 \text{ m}$



## Unterfangung

=====

## Teilsicherheitskonzept (EC 7)

26091 - Grundschule Alt-Wetter, Bergstr. 23

Wandkopf = 123.23 m·HNN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050

Baugrubensohle = 123.22 m·HNN

Grundwasserstand (rechts) = 115.00 m·HNN

Grundwasserstand (links) = 115.00 m·HNN

## Teilsicherheiten

BS: DIN 1054: BS-P

 $\gamma_{g,1} = 1.35$  $\gamma_{g,Ruhe} = 1.20$  $\gamma_{g,q} = 1.50$  $\gamma_{g,Ep} = 1.40$  (Gleiten)

Grenzzustand EQU:

 $\gamma_{G,dst} = 1.10$  $\gamma_{G,stb} = 0.90$  $\gamma_{Q,dst} = 1.50$ 

## Unterfangungskörper

 $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ E-Modul =  $2.2000 \times 10^7 \text{ kN/m}^2$ 

Vertikallast(G) = 533.00 kN/m

Vertikallast(Q) = 306.00 kN/m

Horizontallast(G) = 0.00 kN/m

Horizontallast(Q) = 0.00 kN/m

x (Last) = -0.20 m

Fundamentlänge a = 2.05 m

Tiefe	links	rechts	Breite
[m·HNN]	[m]	[m]	[m]
123.23	-0.40	0.00	0.40
122.83	-0.40	0.00	0.40
122.82	-0.65	0.25	0.90
122.38	-0.65	0.25	0.90
122.37	-0.85	0.45	1.30
121.68	-0.85	0.45	1.30
121.67	-1.05	0.65	1.70
121.65	-1.05	0.65	1.70
121.64	-1.20	0.80	2.00
121.15	-1.20	0.80	2.00

Flächenlast p = 10.00 kN/m<sup>2</sup> als ständige LastFlächenlast p = 10.00 kN/m<sup>2</sup> als Verkehrslast

## Ersatzwand gemäß EAB 6. Auflage

keine Erddruckumlagerung

## Bodenkennwerte

Schicht	Tiefe	$\gamma_k$	$\gamma'_k$	$\varphi_k$	$c(p)_k$	$c(a)_k$	$d(p)/\varphi$	$d(a)/\varphi$	$E_s$
[-]	[m·HNN][kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[MN/m <sup>2</sup> ]	
1	122.83	18.00	9.00	25.00	0.00	0.00	0.000	0.667	15.0
2	118.44	19.00	9.00	27.50	7.50	7.50	0.000	0.667	25.0
3	102.05	22.00	12.00	35.00	10.00	10.00	0.000	0.667	100.0

## Aktive Erddruckbeiwerte

Erhöhter aktiver Erddruck verwendet

Beziehung:  $(1 - \text{Faktor}) \cdot k_{ah} + \text{Faktor} \cdot k_0$ 

Faktor [-] = 0.50

bestimmt nach: DIN 4085

Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$  (+ EB 6)

Schicht	$k_{agh}$	$k_{ach}$	$\varphi_k$	$\delta$	$k_{agh}(40^\circ)$
---------	-----------	-----------	-------------	----------	---------------------

[-]	[-]	[-]	[°]	[°]	[-]
1	0.462	0.521	25.000	16.67	0.179
2	0.425	0.490	27.500	18.34	0.179
3	0.325	0.406	35.000	23.34	0.179

## Aktive Erddruckkoordinaten (g+q),k

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m·HNN]	[m·HNN]	[kN/m²]	[kN/m²]	oben[kN/m²]	unten[kN/m²]
123.230	123.220	9.230	9.313	0.00	0.00
123.220	122.830	9.313	12.553	0.00	0.00
122.830	122.820	11.072	11.140	0.00	0.00
122.820	122.380	11.140	14.137	0.00	0.00
122.380	122.370	14.137	14.205	0.00	0.00
122.370	122.150	14.205	15.703	0.00	0.00
122.150	121.680	15.703	18.904	0.00	0.00
121.680	121.670	18.904	18.972	0.00	0.00
121.670	121.650	18.972	19.108	0.00	0.00
121.650	121.640	19.108	19.176	0.00	0.00
121.640	121.150	19.176	22.513	0.00	0.00

## Passive Erddruckbeiwerte

Faktor(Ep) = 0.50 (Grundbruch/Stützl原因)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

bestimmt nach: DIN 4085:2017

Schicht	k <sub>pgh</sub>	k <sub>pch</sub>	φ <sub>k</sub>	delta
[-]	[-]	[-]	[°]	[°]
1	2.464	3.139	25.000	0.00
2	2.716	3.296	27.500	0.00
3	3.690	3.842	35.000	0.00

## Passive Erddruckkoordinaten mit:

Faktor(Ep) = 0.50 (Grundbruch/Stützl原因)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von	bis	oben	unten
[m·HNN]	[m·HNN]	[kN/m²]	[kN/m²]
123.23	123.22	0.00	0.00
123.22	122.83	0.00	-8.65
122.83	122.82	-21.89	-22.15
122.82	122.38	-22.15	-33.50
122.38	122.37	-33.50	-33.76
122.37	122.15	-33.76	-39.44
122.15	121.68	-39.44	-51.56
121.68	121.67	-51.56	-51.82
121.67	121.65	-51.82	-52.34
121.65	121.64	-52.34	-52.59
121.64	121.15	-52.59	-65.23

## Schnittgrößen d

nach Theorie 2. Ordnung

Tiefe	H	M	V	e	H(ep,k)	M(ep,k)	V(ep,k)
[m·HNN]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	[m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
123.23	0.0	0.0	1178.5	0.000	0.0	0.0	0.0
123.22	0.1	0.0	1178.8	0.000	0.0	0.0	0.0
122.83	4.3	-0.6	1185.5	0.000	-1.7	0.2	0.0
122.82	4.2	1.5	1196.7	0.001	-1.9	0.2	0.0
122.38	-0.5	1.7	1211.8	0.001	-14.1	3.6	0.0
122.37	-0.7	4.6	1225.4	0.004	-14.5	3.7	0.0
122.15	-4.3	6.1	1235.9	0.005	-22.5	7.8	0.0
121.68	-14.9	12.7	1259.0	0.010	-43.9	23.2	0.0
121.67	-15.1	16.8	1279.5	0.013	-44.4	23.6	0.0
121.65	-15.7	17.3	1280.7	0.013	-45.5	24.5	0.0
121.64	-16.0	21.1	1296.6	0.016	-46.0	25.0	0.0
121.15	-31.3	37.0	1332.3	0.028	-74.9	54.3	0.0

## Schnittgrößen (g+q),k

nach Theorie 2. Ordnung

Tiefe	H	M	V	e	b/3
[m·HNN]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	[m]	[m]
123.23	0.0	0.0	839.0	0.000	0.133
123.22	0.1	0.0	839.2	0.000	0.133
122.83	2.7	-0.3	844.3	0.000	0.133

122.82	2.6	1.3	853.1	0.002	0.300
122.38	-4.1	2.3	864.9	0.003	0.300
122.37	-4.3	4.6	875.5	0.005	0.433
122.15	-9.1	6.8	883.7	0.008	0.433
121.68	-22.3	15.7	901.7	0.017	0.433
121.67	-22.7	19.0	917.8	0.021	0.567
121.65	-23.3	19.6	918.7	0.021	0.567
121.64	-23.7	22.7	931.2	0.024	0.667
121.15	-42.3	42.1	959.0	0.044	0.667

Schnittgrößen g,k  
nach Theorie 2. Ordnung

Tiefe	H	M	V	e	b/6
[m·HNN]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	[m]	[m]
123.23	0.0	0.0	533.0	0.000	0.067
123.22	0.0	0.0	533.1	0.000	0.067
122.83	0.8	-0.1	537.8	0.000	0.067
122.82	0.7	0.7	544.0	0.001	0.150
122.38	-7.9	2.7	555.2	0.005	0.150
122.37	-8.1	4.0	563.8	0.007	0.217
122.15	-13.8	6.9	571.7	0.012	0.217
121.68	-29.1	18.1	589.0	0.031	0.217
121.67	-29.4	20.0	603.1	0.033	0.283
121.65	-30.2	20.6	604.0	0.034	0.283
121.64	-30.5	22.4	614.9	0.036	0.333
121.15	-51.3	45.0	642.1	0.070	0.333

Schnittgrößen q,k  
nach Theorie 2. Ordnung

Tiefe	H	M	V	e
[m·HNN]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	[m]
123.23	0.0	0.0	306.0	0.000
123.22	0.0	0.0	306.0	0.000
122.83	1.8	-0.3	306.6	-0.001
122.82	1.9	0.5	309.1	0.002
122.38	3.8	-0.4	309.7	-0.001
122.37	3.8	0.6	311.7	0.002
122.15	4.7	-0.1	312.0	0.000
121.68	6.7	-2.4	312.7	-0.008
121.67	6.8	-0.9	314.7	-0.003
121.65	6.9	-1.0	314.7	-0.003
121.64	6.9	0.3	316.2	0.001
121.15	9.0	-2.9	316.9	-0.009

Schnittgrößen g,d  
nach Theorie 2. Ordnung

Tiefe	H	M	V	e
[m·HNN]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	[m]
123.23	0.0	0.0	719.6	0.000
123.22	0.1	0.0	719.7	0.000
122.83	1.5	-0.2	725.6	0.000
122.82	1.4	1.9	736.8	0.003
122.38	-6.2	3.5	751.0	0.005
122.37	-6.4	6.5	764.5	0.008
122.15	-11.4	9.1	774.6	0.012
121.68	-25.0	19.1	796.7	0.024
121.67	-25.3	23.3	817.2	0.029
121.65	-26.0	23.9	818.4	0.029
121.64	-26.3	27.8	834.2	0.033
121.15	-44.8	48.5	868.9	0.056

Schubnachweis nach 4093:2012-08:  
n-Wert für Lastausbreitung = 2.000

Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit  
 Bemessungswert der Druckfestigkeit  $f_{m,d} = 1.360 \text{ MN/m}^2$   
 $\tau_{E,d} \leq 0,2 \cdot f_{m,d} = 0.272 \text{ MN/m}^2 = 272.0 \text{ kN/m}^2$   
 $N_{cr} = \text{Knicklast} = E \cdot I \cdot \pi^2 / sk^2$   
 Knicknachweis nicht erforderlich, wenn  $N_{Ed} / N_{cr} < 0.10$   
 Nachweis von 122.15 bis 121.15 m·HNN  
 Nachweis für: g+q

Tiefe [m·HNN]	$Q_{E,d}$ [kN/m]	b [m]	e [m]	$T_{E,d}$ [kN/m²]	$\mu(\tau)$ [-]	$N_{E,d}/N_{cr}$ [-]
122.150	4.311	1.300	0.008	4.974	0.018	0.000
121.680	14.877	1.300	0.017	17.166	0.063	0.000
121.680	14.877	1.300	0.017	17.166	0.063	0.000
121.670	15.143	1.700	0.021	13.362	0.049	0.000
121.670	15.143	1.700	0.021	13.362	0.049	0.000
121.650	15.680	1.700	0.021	13.835	0.051	0.000
121.650	15.680	1.700	0.021	13.835	0.051	0.000
121.640	15.951	2.000	0.024	11.963	0.044	0.000
121.640	15.951	2.000	0.024	11.963	0.044	0.000
121.150	31.328	2.000	0.044	23.496	0.086	0.000

max  $\mu(T_{E,d})$ 

121.150	31.328	2.000	0.044	23.496	0.086	0.000
---------	--------	-------	-------	--------	-------	-------

Nachweis für: g

Tiefe [m·HNN]	$Q_{E,d}$ [kN/m]	b [m]	e [m]	$T_{E,d}$ [kN/m²]	$\mu(\tau)$ [-]	$N_{E,d}/N_{cr}$ [-]
122.150	11.411	1.300	0.012	13.166	0.048	0.000
121.680	24.970	1.300	0.031	28.812	0.106	0.000
121.680	24.970	1.300	0.031	28.812	0.106	0.000
121.670	25.300	1.700	0.033	22.324	0.082	0.000
121.670	25.300	1.700	0.033	22.324	0.082	0.000
121.650	25.964	1.700	0.034	22.910	0.084	0.000
121.650	25.964	1.700	0.034	22.910	0.084	0.000
121.640	26.299	2.000	0.036	19.724	0.073	0.000
121.640	26.299	2.000	0.036	19.724	0.073	0.000
121.150	44.797	2.000	0.070	33.598	0.124	0.000

max  $\mu(T_{E,d})$ 

121.150	44.797	2.000	0.070	33.598	0.124	0.000
---------	--------	-------	-------	--------	-------	-------

Nachweis unbewehrter Beton (nach EC 2 / DIN 1045)

n-Wert für Lastausbreitung = 2.000

Nachweis Beton von 122.15 bis 121.15 m

 $f_{m,d} = 1.36 \text{ MN/m}^2$ Knicklänge  $s_k = 1.045 \text{ m}$  $V_r = b(\text{Beton}) \cdot f_{m,d} \cdot \phi$  $\phi = 1,14 \cdot [1 - 2 \cdot e(\text{tot}) / b(\text{Beton})] - 0,02 s_k / b(\text{Beton})$  $e(\text{tot}) = e(\text{Beton}) + 0,5 \cdot s_k / 200$  $0.0 \leq \phi \leq 1 - 2 \cdot e(\text{tot}) / b(\text{Beton})$ 

Nachweis für: (g+q),k

 $\mu_e = \text{Ausnutzungsgrad}$ 

Tiefe [m·HNN]	$V_d$ [kN/m]	$V_{g+q,k}$ [kN/m]	b(Beton) [m]	e(Beton) [m]	e/b [-]	$\phi$ [-]	$V_r$ [kN/m]	$\mu_e$ [-]
123.23	1178.5	839.0	kein	Nachweis				

123.22	1178.8	839.2	kein	Nachweis					
122.83	1185.5	844.3	kein	Nachweis					
122.82	1196.7	853.1	kein	Nachweis					
122.38	1211.8	864.9	kein	Nachweis					
122.37	1225.4	875.5	kein	Nachweis					
122.15	1235.9	883.7	1.080	0.008	0.007	0.981	1440.8	0.858	
121.68	1259.0	901.7	1.300	0.017	0.013	0.969	1713.4	0.735	
121.67	1279.5	917.8	1.310	0.021	0.016	0.964	1718.0	0.745	
121.65	1280.7	918.7	1.330	0.021	0.016	0.964	1743.6	0.735	
121.64	1296.6	931.2	1.340	0.024	0.018	0.960	1749.0	0.741	
121.15	1332.3	959.0	1.830	0.044	0.024	0.949	2362.4	0.564	

Nachweis für: g,k

Tiefe	Vg,d	Vg,k	b(Beton)	e(Beton)	e/b	$\varphi$	Vr	mue
[m·HNN]	[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN/m]	[-]
123.23	719.6	533.0	kein	Nachweis				
123.22	719.7	533.1	kein	Nachweis				
122.83	725.6	537.8	kein	Nachweis				
122.82	736.8	544.0	kein	Nachweis				
122.38	751.0	555.2	kein	Nachweis				
122.37	764.5	563.8	kein	Nachweis				
122.15	774.6	571.7	1.080	0.012	0.011	0.973	1429.0	0.542
121.68	796.7	589.0	1.300	0.031	0.024	0.949	1677.3	0.475
121.67	817.2	603.1	1.310	0.033	0.025	0.945	1684.5	0.485
121.65	818.4	604.0	1.330	0.034	0.026	0.945	1708.8	0.479
121.64	834.2	614.9	1.340	0.036	0.027	0.942	1716.2	0.486
121.15	868.9	642.1	1.830	0.070	0.038	0.921	2291.3	0.379

Weggrößen d

Tiefe	w
[m·HNN]	[mm]
123.23	0.0
123.22	0.0
122.83	0.0
122.82	0.0
122.38	0.0
122.37	0.0
122.15	0.0
121.68	0.0
121.67	0.0
121.65	0.0
121.64	0.0
121.15	0.0

Weggrößen (g+q),k (mit Fundamentverdrehung)

Tiefe	w
[m·HNN]	[mm]
123.23	-4.1
123.22	-4.1
122.83	-3.3
122.82	-3.3
122.38	-2.4
122.37	-2.4
122.15	-2.0
121.68	-1.0
121.67	-1.0
121.65	-1.0
121.64	-1.0
121.15	0.0

Weggrößen g,k

Tiefe	w
[m·HNN]	[mm]
123.23	0.0
123.22	0.0
122.83	0.0
122.82	0.0
122.38	0.0
122.37	0.0
122.15	0.0
121.68	0.0

121.67	0.0
121.65	0.0
121.64	0.0
121.15	0.0

## Weggrößen g,d

Tiefe	w
[m·HNN]	[mm]
123.23	0.0
123.22	0.0
122.83	0.0
122.82	0.0
122.38	0.0
122.37	0.0
122.15	0.0
121.68	0.0
121.67	0.0
121.65	0.0
121.64	0.0
121.15	0.0

## Weggrößen g,d

Tiefe	w
[m·HNN]	[mm]
123.23	0.0
123.22	0.0
122.83	0.0
122.82	0.0
122.38	0.0
122.37	0.0
122.15	0.0
121.68	0.0
121.67	0.0
121.65	0.0
121.64	0.0
121.15	0.0

## Gleitsicherheit

Maßgebend: g + q

$$\mu_{\text{Gleit}} = H_d / (V_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{\text{Gleiten}} + E_{p,d}) = 43.5 / (959.0 \cdot \tan(27.5) / 1.10 + 107.0) = 0.078$$

## Nachweis der Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)

Wenn beim Nachweis der Gleitsicherheit Erdwiderstand angesetzt wird, gilt folgende Regelung:

Bei Flach- und Flächengründungen darf der Nachweis gegen unzuträgliche Verschiebungen

des Fundamentes in der Sohlfläche als erbracht angesehen werden, wenn bei mindestens

mitteldicht gelagerten nichtbindigen Böden bzw. bei mindestens steifen bindigen Böden

- nicht mehr als zwei Drittel des charakteristischen Erdwiderstands in der Fundamentsohle sowie

- nicht mehr als ein Drittel des charakteristischen Erdwiderstands vor der Stirnseite des Fundamentkörpers

zur Herstellung des Gleichgewichts der charakteristischen bzw. repräsentativen Kräfte

parallel zur Sohlfläche erforderlich sind.

$$\mu_e = H_k / (2/3 \cdot V_k \cdot \tan(\varphi) + 1/3 \cdot E_{p,k}) =$$

$$\mu_e = 23.6 / (2/3 \cdot 642.1 \cdot \tan(27.5) + 1/3 \cdot 149.7) = 0.086$$

## Grundbruchsicherheit

Maßgebend: = g + q

H,k = -42.30 kN/m

M,k = -42.07 kN·m/m

V,d = 1332.26 kN/m

R,d = 1673.70 kN/m

a = 2.051 m

b = 2.000 m

b' = 1.912 m

Ausnutzungsgrad = 0.796

 $\gamma_{\text{Grundbruch}} = 1.400$  $\varphi_k = 27.5^\circ$  $c_k = 7.5 \text{ kN/m}^2$  $\gamma_2 = 19.0 \text{ kN/m}^3$  $\sigma_{\bar{u}} = 38.9 \text{ kN/m}^2$  $N_{c0} = 24.85 / N_{d0} = 13.94 / N_{b0} = 6.73$  $v_c = 1.464 / v_d = 1.431 / v_b = 0.720$



$$i(c) = 1.000 / i(d) = 1.000 / i(b) = 1.000$$

$$\text{Böschungsneigung} = 0.0^\circ$$

$$\lambda_c = 1.000 / \lambda_d = 1.000 / \lambda_b = 1.000$$

$$\text{Sohlneigung} = 0.0^\circ$$

$$\xi_c = 1.000 / \xi_d = 1.000 / \xi_b = 1.000$$

Tiefenbeiwerte:

$$T_c = 1.000 / T_d = 1.000$$

Kippsicherheit

Maßgebend: g

$$\text{Exzentrizität } e(\text{Fuß}) = 0.070 \text{ m}$$

$$b/6 = 0.333 \text{ m} ; b/3 = 0.667 \text{ m}$$

$$\text{sig1/sig2}(\text{Fuß}) = 253.6 / 388.5 \text{ kN/m}^2$$

Nachweis EQU:

$$V_{g,k} = 642.11 / V_{q,k} = 316.93 \text{ kN/m}$$

$$M_{g,k} = 44.96 / M_{q,k} = -2.89 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$$

$$b = 2.00 \text{ m}$$

$$M_{\text{stb}} = 642.1 \cdot 2.00 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 577.90$$

$$M_{\text{dst}} = 45.0 \cdot 1.10 = 49.45$$

$$\mu(\text{EQU}) = 49.45 / 577.90 = 0.086$$

Setzungen

Steifemodulprofil und

Setzungsanteile in den kennzeichnenden Punkten

infolge ständiger Lasten

Tiefe	$E_s$	s(links)	s(rechts)
[m u. GS]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[cm]	[cm]
2.71	25.00	1.30	1.59
> 2.71	100.00	0.06	0.07

Grenztiefe mit p = 20.0 %

Grenztiefe = 4.46 m u. GS

$$V_{g,k} = 642.11 \text{ kN/m}$$

$$a = 2.05 \text{ m}$$

$$b = 2.00 \text{ m}$$

$$\text{sigma (links)} = 253.62 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{sigma (rechts)} = 388.49 \text{ kN/m}^2$$

Setzungen in den beiden kennzeichnenden Punkten:

$$\text{links: } s = 1.36 \text{ cm}$$

$$\text{rechts: } s = 1.66 \text{ cm}$$

Hydraulischer Gradient auf Passivseite für Erddruckberechnung verwendet !

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Untergrundhydraulische Berechnungen:

Durchlässigkeiten

Schicht	von	bis	k(rechts)	k(links)
[-]	[m·HNN]	[m·HNN]	[m/s]	[m/s]
1	123.23	123.22	1.0E-4	1.0E-4
2	123.22	122.83	1.0E-4	1.0E-4
3	122.83	122.82	1.0E-4	1.0E-4
4	122.82	122.73	1.0E-4	1.0E-4
5	122.73	122.38	1.0E-4	1.0E-4
6	122.38	122.37	1.0E-4	1.0E-4
7	122.37	122.23	1.0E-4	1.0E-4
8	122.23	122.15	1.0E-4	1.0E-4
9	122.15	121.73	1.0E-4	1.0E-4
10	121.73	121.68	1.0E-4	1.0E-4
11	121.68	121.67	1.0E-4	1.0E-4
12	121.67	121.65	1.0E-4	1.0E-4
13	121.65	121.64	1.0E-4	1.0E-4
14	121.64	121.23	1.0E-4	1.0E-4
15	121.23	121.15	1.0E-4	1.0E-4
16	121.15	120.73	1.0E-4	1.0E-4
17	120.73	120.23	1.0E-4	1.0E-4
18	120.23	119.73	1.0E-4	1.0E-4
19	119.73	119.23	1.0E-4	1.0E-4
20	119.23	118.73	1.0E-4	1.0E-4
21	118.73	118.44	1.0E-4	1.0E-4

22	118.44	118.23	1.0E-4	1.0E-4
23	118.23	117.73	1.0E-4	1.0E-4
24	117.73	117.23	1.0E-4	1.0E-4
25	117.23	116.73	1.0E-4	1.0E-4
26	116.73	116.23	1.0E-4	1.0E-4
27	116.23	115.73	1.0E-4	1.0E-4
28	115.73	115.23	1.0E-4	1.0E-4
29	115.23	115.00	1.0E-4	1.0E-4
30	115.00	114.73	1.0E-4	1.0E-4
31	114.73	114.23	1.0E-4	1.0E-4
32	114.23	113.73	1.0E-4	1.0E-4
33	113.73	113.23	1.0E-4	1.0E-4
34	113.23	112.73	1.0E-4	1.0E-4
35	112.73	112.23	1.0E-4	1.0E-4
36	112.23	111.73	1.0E-4	1.0E-4
37	111.73	111.23	1.0E-4	1.0E-4
38	111.23	110.73	1.0E-4	1.0E-4
39	110.73	110.23	1.0E-4	1.0E-4
40	110.23	109.73	1.0E-4	1.0E-4
41	109.73	109.23	1.0E-4	1.0E-4
42	109.23	108.73	1.0E-4	1.0E-4
43	108.73	108.23	1.0E-4	1.0E-4
44	108.23	107.73	1.0E-4	1.0E-4
45	107.73	107.23	1.0E-4	1.0E-4
46	107.23	106.73	1.0E-4	1.0E-4
47	106.73	106.23	1.0E-4	1.0E-4
48	106.23	105.73	1.0E-4	1.0E-4
49	105.73	105.23	1.0E-4	1.0E-4
50	105.23	104.73	1.0E-4	1.0E-4
51	104.73	104.23	1.0E-4	1.0E-4
52	104.23	103.73	1.0E-4	1.0E-4
53	103.73	103.23	1.0E-4	1.0E-4
54	103.23	102.73	1.0E-4	1.0E-4
55	102.73	102.23	1.0E-4	1.0E-4
56	102.23	102.05	1.0E-4	1.0E-4

## Untergrundhydraulik

Potentiale	h	und	Gradienten	i	(rechts)
Tiefe	h	i			
[m·HNN]	[m·HNN]	[-]			
123.23	-8.23	0.000			
123.22	-8.23	0.000			
122.83	-8.23	0.000			
122.82	-8.23	0.000			
122.73	-8.23	0.000			
122.38	-8.23	0.000			
122.37	-8.23	0.000			
122.23	-8.23	0.000			
122.15	-8.23	0.000			
121.73	-8.23	0.000			
121.68	-8.23	0.000			
121.67	-8.23	0.000			
121.65	-8.23	0.000			
121.64	-8.23	0.000			
121.23	-8.23	0.000			
121.15	-8.23	0.000			
121.15	-8.23	0.000			
120.73	-8.23	0.000			
120.23	-8.23	0.000			
119.73	-8.23	0.000			
119.23	-8.23	0.000			
118.73	-8.23	0.000			
118.44	-8.23	0.000			
118.23	-8.23	0.000			
117.73	-8.23	0.000			
117.23	-8.23	0.000			
116.73	-8.23	0.000			
116.23	-8.23	0.000			
115.73	-8.23	0.000			
115.23	-8.23	0.000			
115.00	-8.23	0.000			

114.73	-8.23	0.000
114.23	-8.23	0.000
113.73	-8.23	0.000
113.23	-8.23	0.000
112.73	-8.23	0.000
112.23	-8.23	0.000
111.73	-8.23	0.000
111.23	-8.23	0.000
110.73	-8.23	0.000
110.23	-8.23	0.000
109.73	-8.23	0.000
109.23	-8.23	0.000
108.73	-8.23	0.000
108.23	-8.23	0.000
107.73	-8.23	0.000
107.23	-8.23	0.000
106.73	-8.23	0.000
106.23	-8.23	0.000
105.73	-8.23	0.000
105.23	-8.23	0.000
104.73	-8.23	0.000
104.23	-8.23	0.000
103.73	-8.23	0.000
103.23	-8.23	0.000
102.73	-8.23	0.000
102.23	-8.23	0.000

## Potentiale h und Gradienten i (links)

Tiefe	h	i
[m·HNN]	[m·HNN]	[-]
123.23	-8.23	0.000
123.22	-8.23	0.000
122.83	-8.23	0.000
122.82	-8.23	0.000
122.73	-8.23	0.000
122.38	-8.23	0.000
122.37	-8.23	0.000
122.23	-8.23	0.000
122.15	-8.23	0.000
121.73	-8.23	0.000
121.68	-8.23	0.000
121.67	-8.23	0.000
121.65	-8.23	0.000
121.64	-8.23	0.000
121.23	-8.23	0.000
121.15	-8.23	0.000
121.15	-8.23	0.000
120.73	-8.23	0.000
120.23	-8.23	0.000
119.73	-8.23	0.000
119.23	-8.23	0.000
118.73	-8.23	0.000
118.44	-8.23	0.000
118.23	-8.23	0.000
117.73	-8.23	0.000
117.23	-8.23	0.000
116.73	-8.23	0.000
116.23	-8.23	0.000
115.73	-8.23	0.000
115.23	-8.23	0.000
115.00	-8.23	0.000
114.73	-8.23	0.000
114.23	-8.23	0.000
113.73	-8.23	0.000
113.23	-8.23	0.000
112.73	-8.23	0.000
112.23	-8.23	0.000
111.73	-8.23	0.000
111.23	-8.23	0.000
110.73	-8.23	0.000
110.23	-8.23	0.000

109.73	-8.23	0.000
109.23	-8.23	0.000
108.73	-8.23	0.000
108.23	-8.23	0.000
107.73	-8.23	0.000
107.23	-8.23	0.000
106.73	-8.23	0.000
106.23	-8.23	0.000
105.73	-8.23	0.000
105.23	-8.23	0.000
104.73	-8.23	0.000
104.23	-8.23	0.000
103.73	-8.23	0.000
103.23	-8.23	0.000
102.73	-8.23	0.000
102.23	-8.23	0.000

Ausnutzungsgrad hydraulische Grundbruchsicherheit = 0.00

$\gamma(\text{Gewicht}) = 0.95$

$\gamma(\text{Strömungskraft}) = 1.45$

UK Schicht = 116.15 m·HNN

Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

# **Statische Nachweisführung Position (4)**

Boden	$\gamma_k$ [kN/m³]	$\gamma'_{k,k}$ [kN/m³]	$\varphi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m²]	$c(a)_k$ [kN/m²]	$\delta/\varphi$ passiv	$\delta/\varphi$ aktiv	Bezeichnung
	18.0	9.0	25.0	0.0	0.0	0.000	0.667	Auffüllungen
	19.0	9.0	27.5	7.5	7.5	0.000	0.667	Hangschutt / Hanglehm
	22.0	12.0	35.0	10.0	10.0	0.000	0.667	Tst, v

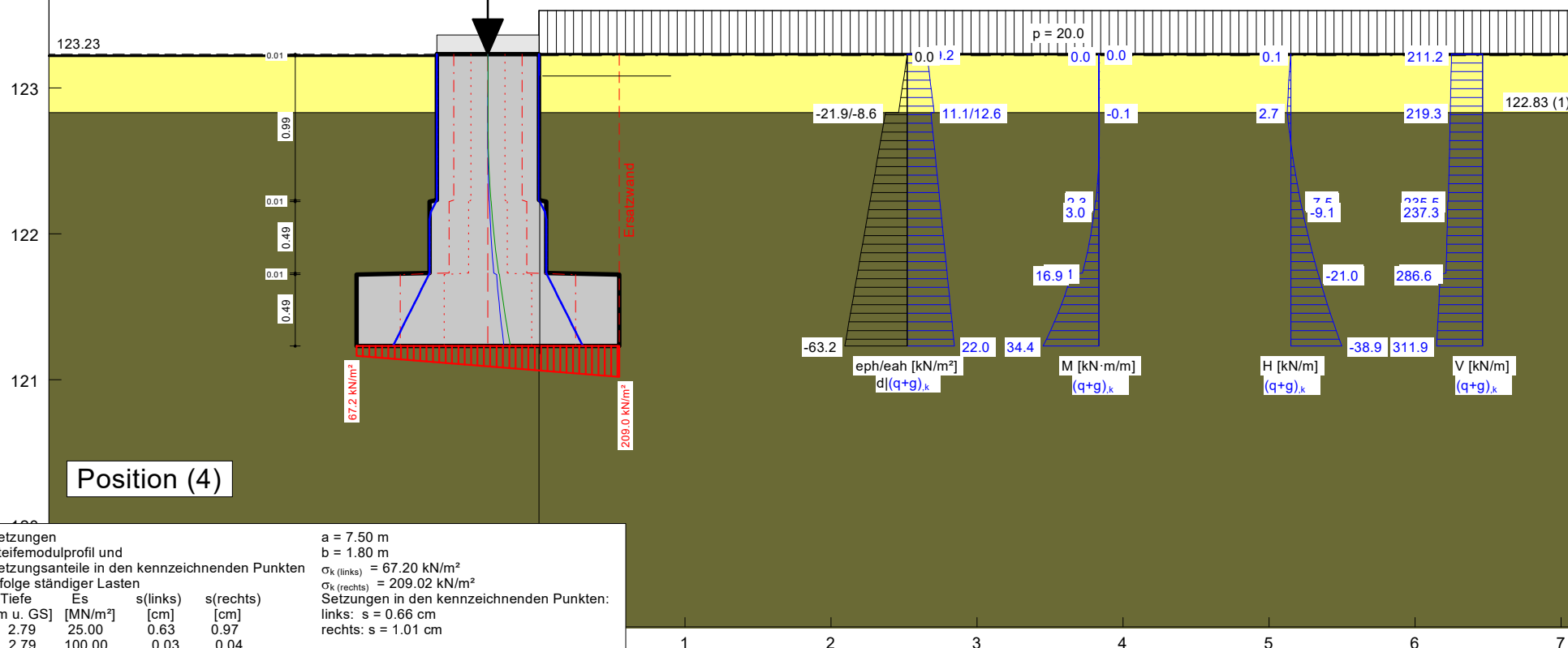
26091 - Grundschule Alt-Wetter, Bergstr. 23  
Norm: EC 7  
Ersatzwand gemäß EAB 6. Auflage  
Berechnungsgrundlagen:  
keine Erddruckumlagerung  
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
Erhöhter aktiver Erddruck ( $f = 0.50$ )  
Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$  (+ EB 6)  
Passiver Erddruck nach: DIN 4085:2017  
BS: DIN 1054: BS-P  
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_{E0g} = 1.20$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 $\gamma_{Ep} = 1.40$   
Faktor( $E_p$ ) = 0.50  
Grenz Zustand EQU:  
 $\gamma_{G,dst} = 1.10$   
 $\gamma_{G,stb} = 0.90$   
 $\gamma_{Q,dst} = 1.50$   
Zustandsgrößen nach Theorie 2. Ordnung

Kippsicherheit  
Exzentrizität  $e(\text{Fuß}) = 0.154 \text{ m}$   
Maßgebend: g  
 $V_{\text{Fuß}} = 248.61 \text{ kN/m}$  (mit  $E_{p,\text{mob},k}$ )  
 $H_{\text{Fuß}} = -47.59 \text{ kN/m}$  (mit  $E_{p,\text{mob},k}$ )  
 $M_{\text{Fuß}} = 38.29 \text{ kN-m/m}$  (mit  $E_{p,\text{mob},k}$ )  
 $E_{p,\text{mob},k} = 0.50 \cdot E_{p,k}$   
 $E_{p,\text{mob},k} = 0.00 \text{ kN/m}$ ;  $E_{p,\text{mob},k} = 69.74 \text{ kN/m}$   
 $b = 1.800 \text{ m}$ ;  $a = 7.500 \text{ m}$   
 $b/6 = 0.300 \text{ m}$ ;  $b/3 = 0.600 \text{ m}$   
 $\sigma_1/\sigma_2(\text{Fuß}) = 67.2 / 209.0 \text{ kN/m}^2$   
Nachweis EQU:  
 $M_{\text{stb}} = 248.6 \cdot 1.80 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 201.37$   
 $M_{\text{dst}} = 38.3 \cdot 1.10 = 42.12$   
 $\mu_{\text{EQU}} = 42.12 / 201.37 = 0.209$

$\mu(\text{Gleit}) = H_d / (V_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma(\text{Gleit}) + E_{p,d}) =$   
 $41.20 / (311.92 \cdot \tan(27.5^\circ) / 1.10 + 99.62) = 0.17$   
Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)  
 $\mu = H_k / (2/3 \cdot V_k \cdot \tan(\varphi) + 1/3 \cdot E_{p,k}) =$   
 $30.79 / (2/3 \cdot 311.92 \cdot \tan(27.5^\circ) + 1/3 \cdot 139.47) = 0.20$   
 $\mu(\text{Grundbruch}) = 0.387$   
mit:  $\varphi_k = 27.5^\circ$ ;  $c_k = 7.5 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma_2 = 19.00 \text{ kN/m}^2$ ;  $\sigma_{(0)} = 37.4 \text{ kN/m}^2$   
Unbewehrter Beton:  $f_{\text{md}} = 1.360 \text{ MN/m}^2$   
Nachweis Beton von 122.15 bis 121.23 m  
Raumgewicht Beton =  $25.00 \text{ kN/m}^3$   
E-Modul Beton =  $2.200 \cdot 10^{17} \text{ kN/m}^2$   
maximaler Ausnutzungsgrad: 0.665

in einer Tiefe von 121.730 m  
Kubatur =  $1.994 \text{ m}^3/\text{m}$   
--- 1. Kernweite  
--- 2. Kernweite  
--- Schwerlinie  
--- Stützlinie (g+q)  
--- Stützlinie (g)  
--- "n-Bereich"

0.55 0.35 0.35 0.55  
 $V/H(g) = 156.0/0.0$  /  $V/H(q) = 55.0/0.0 \text{ kN/m}$   
 $x = -0.350 \text{ m}$   
Lastbreite =  $0.70 \text{ m}$



Setzungen  
Steifemodulprofil und  
Setzungsanteile in den kennzeichnenden Punkten  
infolge ständiger Lasten  
Tiefe Es s(links) s(rechts)  
[m u. GS] [MN/m²] [cm] [cm]  
2.79 25.00 0.63 0.97  
> 2.79 100.00 0.03 0.04  
Grenztiefe mit p = 20.0 %  
Grenztiefe = 4.04 m u. GS

a = 7.50 m  
b = 1.80 m  
 $\sigma_k(\text{links}) = 67.20 \text{ kN/m}^2$   
 $\sigma_k(\text{rechts}) = 209.02 \text{ kN/m}^2$   
Setzungen in den kennzeichnenden Punkten:  
links: s = 0.66 cm  
rechts: s = 1.01 cm

## Unterfangung

=====

## Teilsicherheitskonzept (EC 7)

26091 - Grundschule Alt-Wetter, Bergstr. 23

Wandkopf = 123.23 m·HNN

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.050

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.050

Baugrubensohle = 123.22 m·HNN

Grundwasserstand (rechts) = 115.00 m·HNN

Grundwasserstand (links) = 115.00 m·HNN

## Teilsicherheiten

BS: DIN 1054: BS-P

 $\gamma_{\text{g}} = 1.35$  $\gamma_{\text{g,Ruhe}} = 1.20$  $\gamma_{\text{g,q}} = 1.50$  $\gamma_{\text{g,Ep}} = 1.40$  (Gleiten)

Grenzzustand EQU:

 $\gamma_{\text{g,dst}} = 1.10$  $\gamma_{\text{g,stb}} = 0.90$  $\gamma_{\text{g,dst}} = 1.50$ 

## Unterfangungskörper

 $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ E-Modul =  $2.2000 \times 10^7 \text{ kN/m}^2$ 

Vertikallast(G) = 156.00 kN/m

Vertikallast(Q) = 55.00 kN/m

Horizontallast(G) = 0.00 kN/m

Horizontallast(Q) = 0.00 kN/m

x (Last) = -0.35 m

Fundamentlänge a = 7.50 m

Tiefe	links	rechts	Breite
[m·HNN]	[m]	[m]	[m]
123.23	-0.70	0.00	0.70
122.23	-0.70	0.00	0.70
122.22	-0.75	0.05	0.80
121.73	-0.75	0.05	0.80
121.72	-1.25	0.55	1.80
121.23	-1.25	0.55	1.80

Flächenlast p = 10.00 kN/m<sup>2</sup> als ständige LastFlächenlast p = 10.00 kN/m<sup>2</sup> als Verkehrslast

Ersatzwand gemäß EAB 6. Auflage

keine Erddruckumlagerung

## Bodenkennwerte

Schicht	Tiefe	$\gamma_k$	$\gamma'_k$	$\varphi_k$	$c(p)_k$	$c(a)_k$	$d(p)/\varphi$	$d(a)/\varphi$	$E_s$
[-]	[m·HNN][kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[MN/m <sup>2</sup> ]	
1	122.83	18.00	9.00	25.00	0.00	0.00	0.000	0.667	15.0
2	118.44	19.00	9.00	27.50	7.50	7.50	0.000	0.667	25.0
3	102.05	22.00	12.00	35.00	10.00	10.00	0.000	0.667	100.0

## Aktive Erddruckbeiwerte

Erhöhter aktiver Erddruck verwendet

Beziehung:  $(1 - \text{Faktor}) \cdot k_{ah} + \text{Faktor} \cdot k_0$ 

Faktor [-] = 0.50

bestimmt nach: DIN 4085

Ersatzerddruck-Beiwert mit  $\varphi = 40^\circ$  (+ EB 6)

Schicht	$k_{agh}$	$k_{ach}$	$\varphi_k$	$\delta$	$k_{agh(40^\circ)}$
[-]	[-]	[-]	[°]	[°]	[-]
1	0.462	0.521	25.000	16.67	0.179
2	0.425	0.490	27.500	18.34	0.179
3	0.325	0.406	35.000	23.34	0.179

## Aktive Erddruckordinaten (g+q),k

von [m·HNN]	bis [m·HNN]	oben [kN/m <sup>2</sup> ]	unten [kN/m <sup>2</sup> ]	Wasserdruck oben[kN/m <sup>2</sup> ]	Wasserdruck unten[kN/m <sup>2</sup> ]
123.230	123.220	9.230	9.313	0.00	0.00
123.220	122.830	9.313	12.553	0.00	0.00
122.830	122.230	11.072	15.158	0.00	0.00
122.230	122.220	15.158	15.226	0.00	0.00
122.220	122.150	15.226	15.703	0.00	0.00
122.150	121.730	15.703	18.563	0.00	0.00
121.730	121.720	18.563	18.631	0.00	0.00
121.720	121.230	18.631	21.968	0.00	0.00

## Passive Erddruckbeiwerte

Faktor(Ep) = 0.50 (Grundbruch/Stützzlinie)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

bestimmt nach: DIN 4085:2017

Schicht [-]	k <sub>pgh</sub> [-]	k <sub>pch</sub> [-]	φ <sub>k</sub> [°]	delta [°]
1	2.464	3.139	25.000	0.00
2	2.716	3.296	27.500	0.00
3	3.690	3.842	35.000	0.00

## Passive Erddruckordinaten mit:

Faktor(Ep) = 0.50 (Grundbruch/Stützzlinie)

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 1.00

von [m·HNN]	bis [m·HNN]	oben [kN/m <sup>2</sup> ]	unten [kN/m <sup>2</sup> ]
123.23	123.22	0.00	0.00
123.22	122.83	0.00	-8.65
122.83	122.23	-21.89	-37.37
122.23	122.22	-37.37	-37.63
122.22	122.15	-37.63	-39.44
122.15	121.73	-39.44	-50.27
121.73	121.72	-50.27	-50.53
121.72	121.23	-50.53	-63.17

## Schnittgrößen d

nach Theorie 2. Ordnung

Tiefe [m·HNN]	H [kN/m]	M [kN·m/m]	V [kN/m]	e [m]	H(ep,k) [kN/m]	M(ep,k) [kN·m/m]	V(ep,k) [kN/m]
123.23	0.0	0.0	293.1	0.000	0.0	0.0	0.0
123.22	0.1	0.0	293.4	0.000	0.0	0.0	0.0
122.83	4.3	-0.3	303.9	-0.001	-1.7	0.2	0.0
122.23	-2.9	0.2	320.8	0.001	-19.5	6.1	0.0
122.22	-3.1	0.8	324.7	0.002	-19.8	6.3	0.0
122.15	-4.3	1.2	327.0	0.004	-22.5	7.8	0.0
121.73	-13.6	6.1	340.9	0.018	-41.4	21.0	0.0
121.72	-13.8	14.7	389.9	0.038	-41.9	21.5	0.0
121.23	-28.5	28.8	422.4	0.068	-69.7	48.6	0.0

## Schnittgrößen (g+q),k

nach Theorie 2. Ordnung

Tiefe [m·HNN]	H [kN/m]	M [kN·m/m]	V [kN/m]	e [m]	b/3 [m]
123.23	0.0	0.0	211.0	0.000	0.233
123.22	0.1	0.0	211.2	0.000	0.233
122.83	2.7	-0.1	219.3	-0.001	0.233
122.23	-7.2	1.8	232.4	0.008	0.233
122.22	-7.5	2.3	235.5	0.010	0.267
122.15	-9.1	3.0	237.3	0.013	0.267
121.73	-20.7	10.1	248.1	0.041	0.267
121.72	-21.0	16.9	286.6	0.059	0.600
121.23	-38.9	34.4	311.9	0.110	0.600

## Schnittgrößen g,k

nach Theorie 2. Ordnung

Tiefe [m·HNN]	H [kN/m]	M [kN·m/m]	V [kN/m]	e [m]	b/6 [m]
123.23	0.0	0.0	156.0	0.000	0.117
123.22	0.0	0.0	156.2	0.000	0.117



122.83	0.8	0.0	163.8	0.000	0.117
122.23	-11.6	3.5	176.0	0.020	0.117
122.22	-11.9	3.9	178.6	0.022	0.133
122.15	-13.8	4.9	180.3	0.027	0.133
121.73	-27.2	14.1	190.5	0.074	0.133
121.72	-27.6	17.7	223.9	0.079	0.300
121.23	-47.6	38.3	248.6	0.154	0.300

## Schnittgrößen q,k

nach Theorie 2. Ordnung

Tiefe	H	M	V	e
[m·HNN]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	[m]
123.23	0.0	0.0	55.0	0.000
123.22	0.0	0.0	55.0	0.000
122.83	1.8	-0.2	55.6	-0.003
122.23	4.4	-1.7	56.4	-0.031
122.22	4.4	-1.6	56.9	-0.028
122.15	4.7	-1.9	57.0	-0.033
121.73	6.5	-4.0	57.6	-0.070
121.72	6.6	-0.8	62.6	-0.013
121.23	8.6	-3.9	63.3	-0.062

## Schnittgrößen g,d

nach Theorie 2. Ordnung

Tiefe	H	M	V	e
[m·HNN]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]	[m]
123.23	0.0	0.0	210.6	0.000
123.22	0.1	0.0	210.9	0.000
122.83	1.5	0.0	220.5	0.000
122.23	-9.5	2.8	236.1	0.012
122.22	-9.7	3.4	240.1	0.014
122.15	-11.4	4.3	242.2	0.018
121.73	-23.3	12.4	255.2	0.049
121.72	-23.7	21.1	304.2	0.069
121.23	-41.5	39.9	335.7	0.119

Schubnachweis nach 4093:2012-08:

n-Wert für Lastausbreitung = 2.000

Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit

 Bemessungswert der Druckfestigkeit  $f_{m,d} = 1.360 \text{ MN/m}^2$  $T_{E,d} \leq 0,2 \cdot f_{m,d} = 0.272 \text{ MN/m}^2 = 272.0 \text{ kN/m}^2$  $N_{cr} = \text{Knicklast} = E \cdot I \cdot \pi^2 / sk^2$ Knicknachweis nicht erforderlich, wenn  $N_{Ed} / N_{cr} < 0.10$ 

Nachweis von 122.15 bis 121.23 m·HNN

Nachweis für: g+q

Tiefe	$Q_{E,d}$	b	e	$T_{E,d}$	$\mu(\tau)$	$N_{E,d}/N_{cr}$
[m·HNN]	[kN/m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]

121.730	13.574	0.800	0.041	25.450	0.094	0.000
121.730	13.574	0.800	0.041	25.450	0.094	0.000
121.720	13.831	1.800	0.059	11.526	0.042	0.000
121.720	13.831	1.800	0.059	11.526	0.042	0.000
121.230	28.537	1.800	0.110	23.781	0.087	0.000

max  $\mu(T_{E,d})$ 

121.730	13.574	0.800	0.041	25.450	0.094	0.000
---------	--------	-------	-------	--------	-------	-------

Nachweis für: g

Tiefe	$Q_{E,d}$	b	e	$T_{E,d}$	$\mu(\tau)$	$N_{E,d}/N_{cr}$
[m·HNN]	[kN/m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]

121.730	23.348	0.800	0.074	43.778	0.161	0.000
121.730	23.348	0.800	0.074	43.778	0.161	0.000
121.720	23.669	1.800	0.079	19.724	0.073	0.000
121.720	23.669	1.800	0.079	19.724	0.073	0.000
121.230	41.496	1.800	0.154	34.580	0.127	0.000

max  $\mu(\tau_{E,d})$

121.730	23.348	0.800	0.074	43.778	0.161	0.000
---------	--------	-------	-------	--------	-------	-------

Nachweis unbewehrter Beton (nach EC 2 / DIN 1045)

n-Wert für Lastausbreitung = 2.000

Nachweis Beton von 122.15 bis 121.23 m

$f_{m,d} = 1.36 \text{ MN/m}^2$

Knicklänge  $s_k = 1.005 \text{ m}$

$V_r = b(\text{Beton}) \cdot f_{m,d} \cdot \phi$

$\phi = 1,14 \cdot [1 - 2 \cdot e(\text{tot}) / b(\text{Beton})] - 0,02 \cdot s_k / b(\text{Beton})$

$e(\text{tot}) = e(\text{Beton}) + 0,5 \cdot s_k / 200$

$0.0 \leq \phi \leq 1 - 2 \cdot e(\text{tot}) / b(\text{Beton})$

Nachweis für: (g+q),k

$\mu_e = \text{Ausnutzungsgrad}$

Tiefe	Vd	Vg+q,k	b(Beton)	e(Beton)	e/b	$\phi$	Vr	$\mu_e$
[m·HNN]	[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN/m]	[-]
123.23	293.1	211.0	kein	Nachweis				
123.22	293.4	211.2	kein	Nachweis				
122.83	303.9	219.3	kein	Nachweis				
122.23	320.8	232.4	kein	Nachweis				
122.22	324.7	235.5	kein	Nachweis				
122.15	327.0	237.3	kein	Nachweis				
121.73	340.9	248.1	0.800	0.041	0.051	0.892	970.5	0.351
121.72	389.9	286.6	0.810	0.059	0.073	0.848	934.4	0.417
121.23	422.4	311.9	1.300	0.110	0.085	0.827	1461.4	0.289

Nachweis für: g,k

Tiefe	Vg,d	Vg,k	b(Beton)	e(Beton)	e/b	$\phi$	Vr	$\mu_e$
[m·HNN]	[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN/m]	[-]
123.23	210.6	156.0	kein	Nachweis				
123.22	210.9	156.2	kein	Nachweis				
122.83	220.5	163.8	kein	Nachweis				
122.23	236.1	176.0	kein	Nachweis				
122.22	240.1	178.6	kein	Nachweis				
122.15	242.2	180.3	kein	Nachweis				
121.73	255.2	190.5	0.800	0.074	0.093	0.809	879.9	0.290
121.72	304.2	223.9	0.810	0.079	0.098	0.799	879.7	0.346
121.23	335.7	248.6	1.300	0.154	0.118	0.759	1342.2	0.250

Weggrößen d

Tiefe	w
[m·HNN]	[mm]
123.23	0.0
123.22	0.0
122.83	0.0
122.23	0.0
122.22	0.0
122.15	0.0
121.73	0.0
121.72	0.0
121.23	0.0

Weggrößen (g+q),k (mit Fundamentverdrehung)

Tiefe	w
[m·HNN]	[mm]
123.23	-5.1
123.22	-5.1
122.83	-4.1

122.23	-2.6
122.22	-2.5
122.15	-2.4
121.73	-1.3
121.72	-1.3
121.23	0.0

## Weggrößen g,k

Tiefe	w
[m·HNN]	[mm]
123.23	0.0
123.22	0.0
122.83	0.0
122.23	0.0
122.22	0.0
122.15	0.0
121.73	0.0
121.72	0.0
121.23	0.0

## Weggrößen g,d

Tiefe	w
[m·HNN]	[mm]
123.23	0.0
123.22	0.0
122.83	0.0
122.23	0.0
122.22	0.0
122.15	0.0
121.73	0.0
121.72	0.0
121.23	0.0

## Weggrößen g,d

Tiefe	w
[m·HNN]	[mm]
123.23	0.0
123.22	0.0
122.83	0.0
122.23	0.0
122.22	0.0
122.15	0.0
121.73	0.0
121.72	0.0
121.23	0.0

## Gleitsicherheit

Maßgebend: g + q

$$\mu_{\text{Gleit}} = H_d / (V_k \cdot \tan(\varphi) / \gamma_{\text{Gleiten}} + E_{p,d}) = 41.2 / (311.9 \cdot \tan(27.5) / 1.10 + 99.6) = 0.167$$

## Nachweis der Gebrauchstauglichkeit nach EC 7 (6.6.6)

Wenn beim Nachweis der Gleitsicherheit Erdwiderstand angesetzt wird, gilt folgende Regelung:

Bei Flach- und Flächengründungen darf der Nachweis gegen unzuträgliche Verschiebungen des Fundamentes in der Sohlfläche als erbracht angesehen werden, wenn bei mindestens mitteldicht gelagerten nichtbindigen Böden bzw. bei mindestens steifen bindigen Böden

- nicht mehr als zwei Drittel des charakteristischen Gleitwiderstands in der Fundamentsohle sowie
- nicht mehr als ein Drittel des charakteristischen Erdwiderstands vor der Stirnseite des Fundamentkörpers zur Herstellung des Gleichgewichts der charakteristischen bzw. repräsentativen Kräfte parallel zur Sohlfläche erforderlich sind.

$$\mu_e = H_k / (2/3 \cdot V_k \cdot \tan(\varphi) + 1/3 \cdot E_{p,k}) =$$

$$\mu_e = 30.8 / (2/3 \cdot 311.9 \cdot \tan(27.5) + 1/3 \cdot 139.5) = 0.199$$

## Grundbruchsicherheit

Maßgebend: = g + q

H,k = -38.95 kN/m

M,k = -34.38 kN·m/m

V,d = 422.41 kN/m

R,d = 1091.53 kN/m

a = 7.500 m

b = 1.800 m

$b' = 1.580 \text{ m}$   
 Ausnutzungsgrad = 0.387  
 $\gamma_{\text{Gamma}}(\text{Grundbruch}) = 1.400$   
 $\varphi_k = 27.5^\circ$   
 $c_k = 7.5 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma_2 = 19.0 \text{ kN/m}^3$   
 $\sigma_u = 37.4 \text{ kN/m}^2$   
 $N_{c0} = 24.85 / N_{d0} = 13.94 / N_{b0} = 6.73$   
 $v_c = 1.105 / v_d = 1.097 / v_b = 0.937$   
 $i(c) = 1.000 / i(d) = 1.000 / i(b) = 1.000$   
 Böschungsnegung =  $0.0^\circ$   
 $\lambda_c = 1.000 / \lambda_d = 1.000 / \lambda_b = 1.000$   
 Sohlneigung =  $0.0^\circ$   
 $\xi_c = 1.000 / \xi_d = 1.000 / \xi_b = 1.000$   
 Tiefenbeiwerte:  
 $T_c = 1.000 / T_d = 1.000$

Kippsicherheit  
 Maßgebend: g  
 Exzentrizität  $e(\text{Fuß}) = 0.154 \text{ m}$   
 $b/6 = 0.300 \text{ m}$  ;  $b/3 = 0.600 \text{ m}$   
 $\text{sig1/sig2}(\text{Fuß}) = 67.2 / 209.0 \text{ kN/m}^2$

Nachweis EQU:  
 $V_{g,k} = 248.61 / V_{q,k} = 63.32 \text{ kN/m}$   
 $M_{g,k} = 38.29 / M_{q,k} = -3.92 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$   
 $b = 1.80 \text{ m}$   
 $M_{\text{stb}} = 248.6 \cdot 1.80 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 201.37$   
 $M_{\text{dst}} = 38.3 \cdot 1.10 = 42.12$   
 $\mu(\text{EQU}) = 42.12 / 201.37 = 0.209$

Setzungen  
 Steifemodulprofil und  
 Setzungsanteile in den kennzeichnenden Punkten  
 infolge ständiger Lasten

Tiefe	$E_s$	s(links)	s(rechts)
[m u. GS]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[cm]	[cm]
2.79	25.00	0.63	0.97
> 2.79	100.00	0.03	0.04

Grenztiefe mit  $p = 20.0 \%$   
 Grenztiefe = 4.04 m u. GS  
 $V_k = 248.61 \text{ kN/m}$   
 $a = 7.50 \text{ m}$   
 $b = 1.80 \text{ m}$   
 $\sigma(\text{links}) = 67.20 \text{ kN/m}^2$   
 $\sigma(\text{rechts}) = 209.02 \text{ kN/m}^2$   
 Setzungen in den beiden kennzeichnenden Punkten:  
 links:  $s = 0.66 \text{ cm}$   
 rechts:  $s = 1.01 \text{ cm}$

Hydraulischer Gradient auf Passivseite für Erddruckberechnung verwendet !

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Untergrundhydraulische Berechnungen:

Durchlässigkeiten

Schicht	von	bis	k(rechts)	k(links)
[-]	[m·HNN]	[m·HNN]	[m/s]	[m/s]
1	123.23	123.22	1.0E-4	1.0E-4
2	123.22	122.83	1.0E-4	1.0E-4
3	122.83	122.73	1.0E-4	1.0E-4
4	122.73	122.23	1.0E-4	1.0E-4
5	122.23	122.22	1.0E-4	1.0E-4
6	122.22	122.15	1.0E-4	1.0E-4
7	122.15	121.73	1.0E-4	1.0E-4
8	121.73	121.72	1.0E-4	1.0E-4
9	121.72	121.23	1.0E-4	1.0E-4
10	121.23	120.73	1.0E-4	1.0E-4
11	120.73	120.23	1.0E-4	1.0E-4
12	120.23	119.73	1.0E-4	1.0E-4

13	119.73	119.23	1.0E-4	1.0E-4
14	119.23	118.73	1.0E-4	1.0E-4
15	118.73	118.44	1.0E-4	1.0E-4
16	118.44	118.23	1.0E-4	1.0E-4
17	118.23	117.73	1.0E-4	1.0E-4
18	117.73	117.23	1.0E-4	1.0E-4
19	117.23	116.73	1.0E-4	1.0E-4
20	116.73	116.23	1.0E-4	1.0E-4
21	116.23	115.73	1.0E-4	1.0E-4
22	115.73	115.23	1.0E-4	1.0E-4
23	115.23	115.00	1.0E-4	1.0E-4
24	115.00	114.73	1.0E-4	1.0E-4
25	114.73	114.23	1.0E-4	1.0E-4
26	114.23	113.73	1.0E-4	1.0E-4
27	113.73	113.23	1.0E-4	1.0E-4
28	113.23	112.73	1.0E-4	1.0E-4
29	112.73	112.23	1.0E-4	1.0E-4
30	112.23	111.73	1.0E-4	1.0E-4
31	111.73	111.23	1.0E-4	1.0E-4
32	111.23	110.73	1.0E-4	1.0E-4
33	110.73	110.23	1.0E-4	1.0E-4
34	110.23	109.73	1.0E-4	1.0E-4
35	109.73	109.23	1.0E-4	1.0E-4
36	109.23	108.73	1.0E-4	1.0E-4
37	108.73	108.23	1.0E-4	1.0E-4
38	108.23	107.73	1.0E-4	1.0E-4
39	107.73	107.23	1.0E-4	1.0E-4
40	107.23	106.73	1.0E-4	1.0E-4
41	106.73	106.23	1.0E-4	1.0E-4
42	106.23	105.73	1.0E-4	1.0E-4
43	105.73	105.23	1.0E-4	1.0E-4
44	105.23	104.73	1.0E-4	1.0E-4
45	104.73	104.23	1.0E-4	1.0E-4
46	104.23	103.73	1.0E-4	1.0E-4
47	103.73	103.23	1.0E-4	1.0E-4
48	103.23	102.73	1.0E-4	1.0E-4
49	102.73	102.23	1.0E-4	1.0E-4
50	102.23	102.05	1.0E-4	1.0E-4

## Untergrundhydraulik

Potentiale	h	und	Gradienten	i	(rechts)
Tiefe	h	i			
[m·HNN]	[m·HNN]	[-]			
123.23	-8.23	0.000			
123.22	-8.23	0.000			
122.83	-8.23	0.000			
122.73	-8.23	0.000			
122.23	-8.23	0.000			
122.22	-8.23	0.000			
122.15	-8.23	0.000			
121.73	-8.23	0.000			
121.72	-8.23	0.000			
121.23	-8.23	0.000			
121.23	-8.23	0.000			
120.73	-8.23	0.000			
120.23	-8.23	0.000			
119.73	-8.23	0.000			
119.23	-8.23	0.000			
118.73	-8.23	0.000			
118.44	-8.23	0.000			
118.23	-8.23	0.000			
117.73	-8.23	0.000			
117.23	-8.23	0.000			
116.73	-8.23	0.000			
116.23	-8.23	0.000			
115.73	-8.23	0.000			
115.23	-8.23	0.000			
115.00	-8.23	0.000			
114.73	-8.23	0.000			
114.23	-8.23	0.000			
113.73	-8.23	0.000			

113.23	-8.23	0.000
112.73	-8.23	0.000
112.23	-8.23	0.000
111.73	-8.23	0.000
111.23	-8.23	0.000
110.73	-8.23	0.000
110.23	-8.23	0.000
109.73	-8.23	0.000
109.23	-8.23	0.000
108.73	-8.23	0.000
108.23	-8.23	0.000
107.73	-8.23	0.000
107.23	-8.23	0.000
106.73	-8.23	0.000
106.23	-8.23	0.000
105.73	-8.23	0.000
105.23	-8.23	0.000
104.73	-8.23	0.000
104.23	-8.23	0.000
103.73	-8.23	0.000
103.23	-8.23	0.000
102.73	-8.23	0.000
102.23	-8.23	0.000

## Potentiale h und Gradienten i (links)

Tiefe	h	i
[m·HNN]	[m·HNN]	[-]
123.23	-8.23	0.000
123.22	-8.23	0.000
122.83	-8.23	0.000
122.73	-8.23	0.000
122.23	-8.23	0.000
122.22	-8.23	0.000
122.15	-8.23	0.000
121.73	-8.23	0.000
121.72	-8.23	0.000
121.23	-8.23	0.000
121.23	-8.23	0.000
120.73	-8.23	0.000
120.23	-8.23	0.000
119.73	-8.23	0.000
119.23	-8.23	0.000
118.73	-8.23	0.000
118.44	-8.23	0.000
118.23	-8.23	0.000
117.73	-8.23	0.000
117.23	-8.23	0.000
116.73	-8.23	0.000
116.23	-8.23	0.000
115.73	-8.23	0.000
115.23	-8.23	0.000
115.00	-8.23	0.000
114.73	-8.23	0.000
114.23	-8.23	0.000
113.73	-8.23	0.000
113.23	-8.23	0.000
112.73	-8.23	0.000
112.23	-8.23	0.000
111.73	-8.23	0.000
111.23	-8.23	0.000
110.73	-8.23	0.000
110.23	-8.23	0.000
109.73	-8.23	0.000
109.23	-8.23	0.000
108.73	-8.23	0.000
108.23	-8.23	0.000
107.73	-8.23	0.000
107.23	-8.23	0.000
106.73	-8.23	0.000
106.23	-8.23	0.000
105.73	-8.23	0.000

105.23	-8.23	0.000
104.73	-8.23	0.000
104.23	-8.23	0.000
103.73	-8.23	0.000
103.23	-8.23	0.000
102.73	-8.23	0.000
102.23	-8.23	0.000

Ausnutzungsgrad hydraulische Grundbruchsicherheit = 0.00

gamma(Gewicht) = 0.95

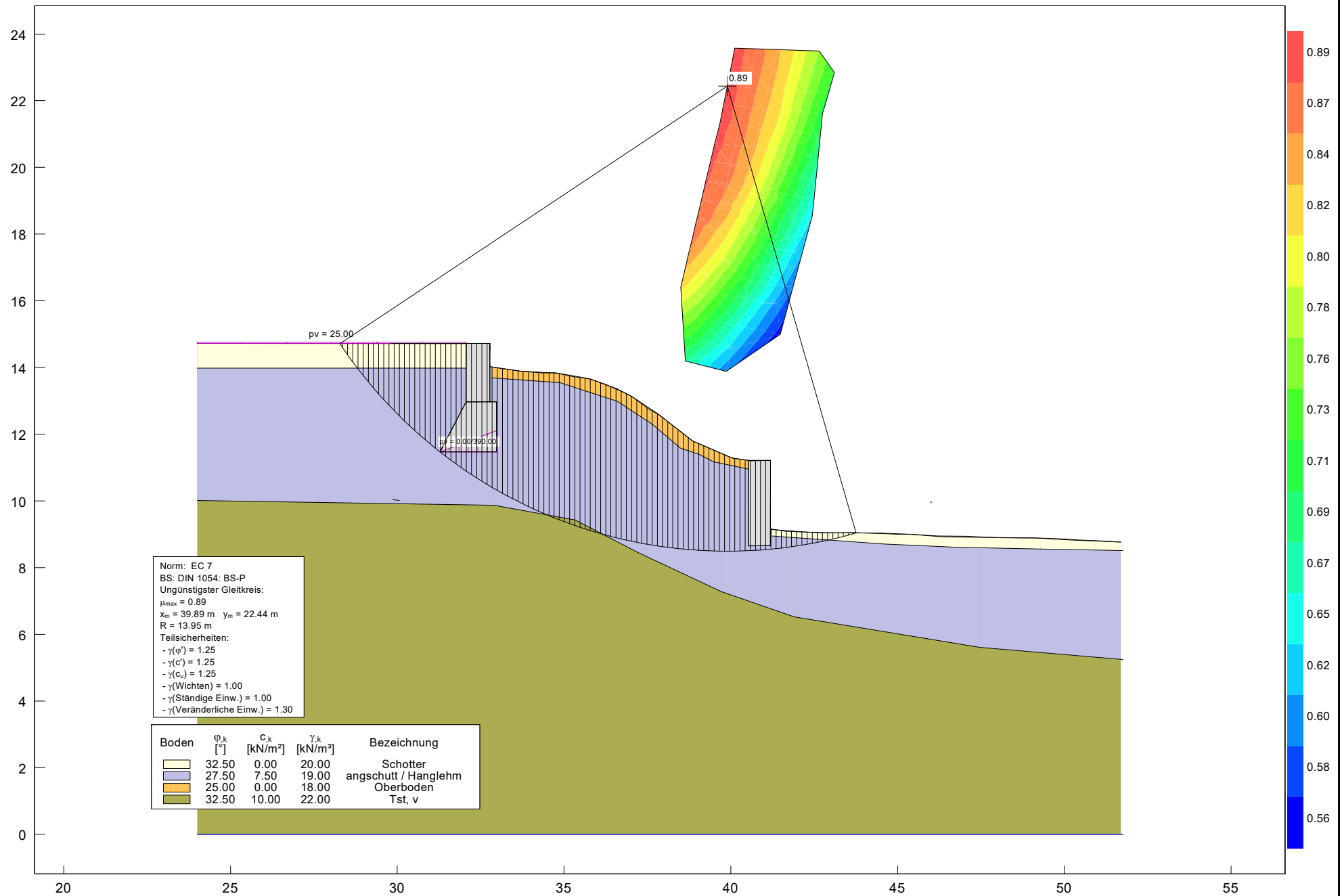
gamma(Strömungskraft) = 1.45

UK Schicht = 116.15 m·HNN

Nachweis Auftriebssicherheit nicht erforderlich !

# **Geländebruch- / Standsicherheitsnachweis**





**Böschungsberechnung nach EC 7  
mit Kreisgleitflächen**

**Parameterliste**

$\varphi$  [°] = Reibungswinkel  
 $c$  [kN/m<sup>2</sup>] = Kohäsion  
 $\gamma$  [kN/m<sup>3</sup>] = Wichte  
 $\mu$  [-] = Ausnutzungsgrad  
 $x_m, y_m$  [m] = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes  
 $rad$  [m] = Radius des Gleitkreises

**Teilsicherheiten: (GEO-3)**

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

**Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach rechts**

**Koordinaten der Geländepunkte**

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	24.000	14.719	2	32.752	14.715	3	32.777	14.026	4	33.709	13.889	5	34.321	13.836
6	34.750	13.837	7	35.265	13.727	8	35.776	13.658	9	36.584	13.364	10	37.046	13.124
11	37.516	12.771	12	37.880	12.558	13	38.107	12.383	14	38.854	11.800	15	40.042	11.282
16	40.536	11.211	17	41.192	11.211	18	41.192	9.163	19	41.631	9.091	20	42.568	9.052
21	43.314	9.043	22	43.984	9.034	23	44.585	9.031	24	45.388	8.997	25	46.376	8.922
26	47.405	8.910	27	49.115	8.887	28	50.261	8.825	29	51.692	8.768			

**Charakteristische Bodenkennwerte**

Boden	$\varphi_k$	$c_k$	$\gamma_k$	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	
1	32.50	0.00	20.00	Schotter
2	27.50	7.50	19.00	angschutt / Hanglehm
3	25.00	0.00	18.00	Oberboden
4	32.50	10.00	22.00	Tst, v

**Bemessungs-Bodenkennwerte**

Boden	$\varphi_d$	$c_d$	$\gamma_d$	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	
1	27.01	0.00	20.00	Schotter
2	22.61	6.00	19.00	angschutt / Hanglehm
3	20.46	0.00	18.00	Oberboden
4	27.01	8.00	22.00	Tst, v

**Koordinaten der Schichten und Bodennummern**

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	24.000	13.981	32.776	13.981	1
2	32.820	13.691	34.878	13.546	3
3	34.878	13.546	36.596	12.989	3
4	36.596	12.989	37.661	12.287	3
5	39.477	11.173	40.518	10.955	3
6	41.244	8.946	44.609	8.704	1
7	46.787	8.607	49.281	8.559	1
8	29.867	10.036	30.060	10.011	2
9	24.000	10.011	32.893	9.870	2
10	32.893	9.870	35.337	9.430	2
11	35.337	9.430	37.202	8.462	2
12	37.661	12.287	38.484	11.585	3
13	38.484	11.585	39.065	11.391	3
14	39.065	11.391	39.477	11.173	3
15	37.202	8.462	39.719	7.276	2
16	39.719	7.276	41.898	6.526	2
17	44.609	8.704	46.787	8.607	1
18	41.898	6.526	47.465	5.606	2
19	49.281	8.559	51.750	8.511	1
20	47.465	5.606	51.750	5.243	2
21	24.000	0.000	51.750	0.000	4



20	48.4758	11.6941	Kein Schnitt mit Gelände								
21	39.6708	18.7864	11.1424	100	0.8511	7390.975	8684.432	8684.4	0.0	7391.0	0.0
22	41.0575	18.6705	12.1473	100	0.7532	9173.057	12178.867	12178.9	0.0	9173.1	0.0
23	42.4442	18.5547	13.2225	101	0.6353	11076.002	17433.127	17433.1	0.0	11076.0	0.0
24	43.8309	18.4389	Kein Schnitt mit Gelände								
25	45.2176	18.3231	Kein Schnitt mit Gelände								
26	46.6043	18.2072	Kein Schnitt mit Gelände								
27	47.9911	18.0914	Kein Schnitt mit Gelände								
28	49.3778	17.9756	Kein Schnitt mit Gelände								
29	50.7645	17.8598	Kein Schnitt mit Gelände								
30	47.2459	12.0065	Kein Schnitt mit Gelände								
31	39.5231	18.1302	10.6050	100	0.8369	7112.744	8499.312	8499.3	0.0	7112.7	0.0
32	40.8874	17.9863	11.6109	100	0.7357	8861.720	12045.778	12045.8	0.0	8861.7	0.0
33	42.2517	17.8424	12.6857	101	0.6230	10748.810	17254.562	17254.6	0.0	10748.8	0.0
34	43.6160	17.6985	Kein Schnitt mit Gelände								
35	44.9803	17.5546	Kein Schnitt mit Gelände								
36	46.3446	17.4107	Kein Schnitt mit Gelände								
37	47.7089	17.2668	Kein Schnitt mit Gelände								
38	49.0732	17.1229	Kein Schnitt mit Gelände								
39	50.4375	16.9790	Kein Schnitt mit Gelände								
40	46.0161	12.3189	Kein Schnitt mit Gelände								
41	39.3754	17.4741	10.0839	100	0.8206	6834.483	8328.534	8328.5	0.0	6834.5	0.0
42	40.7173	17.3021	11.0934	100	0.7223	8579.393	11877.138	11877.1	0.0	8579.4	0.0
43	42.0592	17.1301	12.1848	101	0.6082	10452.463	17186.593	17186.6	0.0	10452.5	0.0
44	43.4011	16.9581	Kein Schnitt mit Gelände								
45	44.7430	16.7861	Kein Schnitt mit Gelände								
46	46.0849	16.6141	Kein Schnitt mit Gelände								
47	47.4268	16.4421	Kein Schnitt mit Gelände								
48	48.7687	16.2701	Kein Schnitt mit Gelände								
49	50.1106	16.0982	Kein Schnitt mit Gelände								
50	51.4525	15.9262	Kein Schnitt mit Gelände								
51	39.2277	16.8180	9.5816	100	0.8004	6565.428	8203.083	8203.1	0.0	6565.4	0.0
52	40.5472	16.6179	10.5976	101	0.7020	8265.858	11774.882	11774.9	0.0	8265.9	0.0
53	41.8667	16.4178	11.6932	102	0.5933	10147.140	17102.818	17102.8	0.0	10147.1	0.0
54	43.1862	16.2178	Kein Schnitt mit Gelände								
55	44.5057	16.0177	Kein Schnitt mit Gelände								
56	45.8252	15.8176	Kein Schnitt mit Gelände								
57	47.1446	15.6175	Kein Schnitt mit Gelände								
58	48.4641	15.4174	Kein Schnitt mit Gelände								
59	49.7836	15.2173	Kein Schnitt mit Gelände								
60	51.1031	15.0173	Kein Schnitt mit Gelände								
61	39.0800	16.1619	9.1013	100	0.7766	6292.232	8102.368	8102.4	0.0	6292.2	0.0
62	40.3771	15.9337	10.1417	101	0.6761	7994.582	11824.921	11824.9	0.0	7994.6	0.0
63	41.6742	15.7056	11.2287	103	0.5750	9816.977	17072.014	17072.0	0.0	9817.0	0.0
64	42.9713	15.4774	Kein Schnitt mit Gelände								
65	44.2683	15.2492	Kein Schnitt mit Gelände								
66	45.5654	15.0210	Kein Schnitt mit Gelände								
67	46.8625	14.7929	Kein Schnitt mit Gelände								
68	48.1596	14.5647	Kein Schnitt mit Gelände								
69	49.4567	14.3365	Kein Schnitt mit Gelände								
70	50.7537	14.1084	Kein Schnitt mit Gelände								
71	38.9323	15.5058	8.6615	100	0.7483	6040.702	8072.831	8072.8	0.0	6040.7	0.0
72	40.2070	15.2495	9.6995	101	0.6508	7711.058	11848.560	11848.6	0.0	7711.1	0.0
73	41.4817	14.9933	10.7946	104	0.5574	9535.642	17108.347	17108.3	0.0	9535.6	0.0
74	42.7563	14.7370	Kein Schnitt mit Gelände								
75	44.0310	14.4807	Kein Schnitt mit Gelände								
76	45.3057	14.2245	Kein Schnitt mit Gelände								
77	46.5804	13.9682	Kein Schnitt mit Gelände								
78	47.8550	13.7120	Kein Schnitt mit Gelände								
79	49.1297	13.4557	Kein Schnitt mit Gelände								
80	50.4044	13.1994	Kein Schnitt mit Gelände								
81	38.7846	14.8497	8.2373	100	0.7183	5775.656	8041.207	8041.2	0.0	5775.7	0.0
82	40.0369	14.5653	9.2899	102	0.6262	7411.020	11834.834	11834.8	0.0	7411.0	0.0
83	41.2892	14.2810	Gleitkörper schneidet Bauteil								
84	42.5414	13.9966	Kein Schnitt mit Gelände								
85	43.7937	13.7123	Kein Schnitt mit Gelände								
86	45.0460	13.4279	Kein Schnitt mit Gelände								
87	46.2982	13.1436	Kein Schnitt mit Gelände								
88	47.5505	12.8592	Kein Schnitt mit Gelände								
89	48.8028	12.5749	Kein Schnitt mit Gelände								
90	50.0550	12.2905	Kein Schnitt mit Gelände								
91	38.6369	14.1936	7.8478	101	0.6810	5500.267	8077.279	8077.3	0.0	5500.3	0.0

92	39.8668	13.8811	8.9173	104	0.5969	7136.366	11954.722	11954.7	0.0	7136.4	0.0
93	41.0967	13.5687	Gleitkörper schneidet Bauteil								
94	42.3265	13.2563	Kein Schnitt mit Gelände								
95	43.5564	12.9438	Kein Schnitt mit Gelände								
96	44.7862	12.6314	Kein Schnitt mit Gelände								
97	37.1531	20.7635	Gleitkörper schneidet Bauteil								
98	38.3339	20.7315	Gleitkörper schneidet Bauteil								
99	39.5146	20.6995	12.3864	100	0.8839	7487.849	8471.417	8471.4	0.0	7487.8	0.0
100	40.6954	20.6675	13.1632	100	0.8394	8942.033	10652.376	10652.4	0.0	8942.0	0.0
101	41.8762	20.6355	14.0194	100	0.7519	10495.245	13958.097	13958.1	0.0	10495.2	0.0
102	43.0569	20.6035	Gleitkörper schneidet Bauteil								
103	44.2377	20.5715	Kein Schnitt mit Gelände								
104	45.4184	20.5395	Kein Schnitt mit Gelände								
105	46.5992	20.5074	Kein Schnitt mit Gelände								
106	47.7800	20.4754	Kein Schnitt mit Gelände								
107	37.0891	20.3154	Gleitkörper schneidet Bauteil								
108	38.2454	20.2688	Gleitkörper schneidet Bauteil								
109	39.4016	20.2221	11.9447	100	0.8824	7255.683	8222.442	8222.4	0.0	7255.7	0.0
110	40.5579	20.1755	12.7222	100	0.8367	8682.485	10376.805	10376.8	0.0	8682.5	0.0
111	41.7141	20.1289	13.5800	100	0.7511	10234.419	13626.760	13626.8	0.0	10234.4	0.0
112	42.8704	20.0822	Gleitkörper schneidet Bauteil								
113	44.0267	20.0356	Kein Schnitt mit Gelände								
114	45.1829	19.9890	Kein Schnitt mit Gelände								
115	46.3392	19.9424	Kein Schnitt mit Gelände								
116	47.4954	19.8957	Kein Schnitt mit Gelände								
117	37.0251	19.8673	Gleitkörper schneidet Bauteil								
118	38.1568	19.8060	Gleitkörper schneidet Bauteil								
119	39.2886	19.7448	11.5190	100	0.8808	7042.283	7995.376	7995.4	0.0	7042.3	0.0
120	40.4204	19.6835	12.2866	100	0.8369	8452.951	10100.340	10100.3	0.0	8453.0	0.0
121	41.5521	19.6223	13.1206	100	0.7445	9927.139	13333.996	13334.0	0.0	9927.1	0.0
122	42.6839	19.5610	Gleitkörper schneidet Bauteil								
123	43.8156	19.4998	Kein Schnitt mit Gelände								
124	44.9474	19.4385	Kein Schnitt mit Gelände								
125	46.0792	19.3773	Kein Schnitt mit Gelände								
126	47.2109	19.3160	Kein Schnitt mit Gelände								
127	36.9611	19.4192	Gleitkörper schneidet Bauteil								
128	38.0683	19.3433	Gleitkörper schneidet Bauteil								
129	39.1756	19.2674	11.0986	100	0.8794	6841.179	7779.014	7779.0	0.0	6841.2	0.0
130	40.2828	19.1915	11.8698	100	0.8309	8228.031	9902.642	9902.6	0.0	8228.0	0.0
131	41.3901	19.1157	12.6808	100	0.7453	9668.802	12972.699	12972.7	0.0	9668.8	0.0
132	42.4974	19.0398	13.5344	101	0.6485	11171.495	17227.888	17227.9	0.0	11171.5	0.0
133	43.6046	18.9639	Kein Schnitt mit Gelände								
134	44.7119	18.8880	Kein Schnitt mit Gelände								
135	45.8191	18.8122	Kein Schnitt mit Gelände								
136	46.9264	18.7363	Kein Schnitt mit Gelände								
137	36.8971	18.9710	Gleitkörper schneidet Bauteil								
138	37.9798	18.8805	Gleitkörper schneidet Bauteil								
139	39.0626	18.7900	10.6842	100	0.8768	6625.650	7556.737	7556.7	0.0	6625.6	0.0
140	40.1453	18.6996	11.4471	100	0.8259	7990.928	9675.360	9675.4	0.0	7990.9	0.0
141	41.2281	18.6091	12.2483	100	0.7337	9390.059	12798.893	12798.9	0.0	9390.1	0.0
142	42.3108	18.5186	13.0908	101	0.6463	10883.787	16839.898	16839.9	0.0	10883.8	0.0
143	43.3936	18.4281	Gleitkörper schneidet Bauteil								
144	44.4764	18.3376	Kein Schnitt mit Gelände								
145	45.5591	18.2471	Kein Schnitt mit Gelände								
146	46.6419	18.1566	Kein Schnitt mit Gelände								
147	36.8330	18.5229	Gleitkörper schneidet Bauteil								
148	37.8913	18.4178	Gleitkörper schneidet Bauteil								
149	38.9496	18.3127	10.2765	100	0.8698	6420.789	7381.533	7381.5	0.0	6420.8	0.0
150	40.0078	18.2076	11.0319	100	0.8128	7745.223	9529.604	9529.6	0.0	7745.2	0.0
151	41.0661	18.1025	11.8239	100	0.7273	9120.600	12540.149	12540.1	0.0	9120.6	0.0
152	42.1243	17.9973	12.6558	101	0.6390	10573.453	16546.588	16546.6	0.0	10573.5	0.0
153	43.1826	17.8922	Gleitkörper schneidet Bauteil								
154	44.2408	17.7871	Kein Schnitt mit Gelände								
155	45.2991	17.6820	Kein Schnitt mit Gelände								
156	46.3574	17.5769	Kein Schnitt mit Gelände								
157	36.7690	18.0748	Gleitkörper schneidet Bauteil								
158	37.8028	17.9551	Gleitkörper schneidet Bauteil								
159	38.8365	17.8353	9.8891	100	0.8634	6232.490	7218.771	7218.8	0.0	6232.5	0.0
160	39.8703	17.7156	10.6250	100	0.8046	7507.014	9329.995	9330.0	0.0	7507.0	0.0
161	40.9041	17.5959	11.4085	100	0.7191	8856.610	12316.450	12316.5	0.0	8856.6	0.0
162	41.9378	17.4761	12.2452	101	0.6307	10292.091	16319.348	16319.3	0.0	10292.1	0.0
163	42.9716	17.3564	Gleitkörper schneidet Bauteil								

164	44.0053	17.2366	Kein Schnitt mit Gelände								
165	45.0391	17.1169	Kein Schnitt mit Gelände								
166	46.0728	16.9972	Kein Schnitt mit Gelände								
167	36.7050	17.6267	Gleitkörper schneidet Bauteil								
168	37.7143	17.4923	Gleitkörper schneidet Bauteil								
169	38.7235	17.3580	9.5107	100	0.8473	6038.146	7126.059	7126.1	0.0	6038.1	0.0
170	39.7328	17.2236	10.2275	100	0.7924	7268.106	9171.783	9171.8	0.0	7268.1	0.0
171	40.7420	17.0892	11.0032	101	0.7074	8577.840	12125.868	12125.9	0.0	8577.8	0.0
172	41.7513	16.9549	11.8307	101	0.6251	9998.256	15994.144	15994.1	0.0	9998.3	0.0
173	42.7605	16.8205	Gleitkörper schneidet Bauteil								
174	43.7698	16.6862	Kein Schnitt mit Gelände								
175	44.7791	16.5518	Kein Schnitt mit Gelände								
176	45.7883	16.4175	Kein Schnitt mit Gelände								
177	36.6410	17.1786	Gleitkörper schneidet Bauteil								
178	37.6257	17.0296	Gleitkörper schneidet Bauteil								
179	38.6105	16.8806	9.1293	100	0.8315	5828.929	7009.811	7009.8	0.0	5828.9	0.0
180	39.5953	16.7316	9.8545	100	0.7738	7055.434	9117.569	9117.6	0.0	7055.4	0.0
181	40.5800	16.5826	10.6090	101	0.7006	8320.488	11876.271	11876.3	0.0	8320.5	0.0
182	41.5648	16.4337	11.4280	101	0.6162	9712.656	15761.621	15761.6	0.0	9712.7	0.0
183	42.5495	16.2847	Gleitkörper schneidet Bauteil								
184	43.5343	16.1357	Kein Schnitt mit Gelände								
185	44.5190	15.9867	Kein Schnitt mit Gelände								
186	45.5038	15.8378	Kein Schnitt mit Gelände								
187	36.5770	16.7304	Gleitkörper schneidet Bauteil								
188	37.5372	16.5668	Gleitkörper schneidet Bauteil								
189	38.4975	16.4032	8.7450	100	0.8172	5591.301	6841.742	6841.7	0.0	5591.3	0.0
190	39.4577	16.2396	9.4650	100	0.7569	6779.406	8956.394	8956.4	0.0	6779.4	0.0
191	40.4180	16.0760	10.2423	101	0.6800	8059.963	11852.503	11852.5	0.0	8060.0	0.0
192	41.3783	15.9124	11.0384	102	0.6052	9399.116	15529.834	15529.8	0.0	9399.1	0.0
193	42.3385	15.7488	Gleitkörper schneidet Bauteil								
194	43.2988	15.5852	Kein Schnitt mit Gelände								
195	44.2590	15.4216	Kein Schnitt mit Gelände								
196	45.2193	15.2580	Kein Schnitt mit Gelände								
197	48.4201	18.7470	Kein Schnitt mit Gelände								
198	48.9572	18.7043	Kein Schnitt mit Gelände								
199	49.4942	18.6616	Kein Schnitt mit Gelände								
200	50.0312	18.6189	Kein Schnitt mit Gelände								
201	50.5683	18.5763	Kein Schnitt mit Gelände								
202	51.1053	18.5336	Kein Schnitt mit Gelände								
203	51.6423	18.4909	Kein Schnitt mit Gelände								
204	51.4930	12.7934	Kein Schnitt mit Gelände								
205	51.1088	12.9250	Kein Schnitt mit Gelände								
206	50.7247	13.0566	Kein Schnitt mit Gelände								
207	48.3775	18.2171	Kein Schnitt mit Gelände								
208	48.8975	18.1645	Kein Schnitt mit Gelände								
209	49.4175	18.1119	Kein Schnitt mit Gelände								
210	49.9376	18.0594	Kein Schnitt mit Gelände								
211	50.4576	18.0068	Kein Schnitt mit Gelände								
212	50.9777	17.9543	Kein Schnitt mit Gelände								
213	51.4977	17.9017	Kein Schnitt mit Gelände								
214	50.3406	13.1882	Kein Schnitt mit Gelände								
215	49.9565	13.3197	Kein Schnitt mit Gelände								
216	49.5724	13.4513	Kein Schnitt mit Gelände								
217	48.3348	17.6871	Kein Schnitt mit Gelände								
218	48.8378	17.6247	Kein Schnitt mit Gelände								
219	49.3409	17.5623	Kein Schnitt mit Gelände								
220	49.8439	17.4998	Kein Schnitt mit Gelände								
221	50.3470	17.4374	Kein Schnitt mit Gelände								
222	50.8500	17.3750	Kein Schnitt mit Gelände								
223	51.3531	17.3125	Kein Schnitt mit Gelände								
224	49.1883	13.5829	Kein Schnitt mit Gelände								
225	48.8042	13.7145	Kein Schnitt mit Gelände								
226	48.4201	13.8461	Kein Schnitt mit Gelände								
227	48.2921	17.1572	Kein Schnitt mit Gelände								
228	48.7782	17.0849	Kein Schnitt mit Gelände								
229	49.2642	17.0126	Kein Schnitt mit Gelände								
230	49.7503	16.9403	Kein Schnitt mit Gelände								
231	50.2363	16.8680	Kein Schnitt mit Gelände								
232	50.7224	16.7956	Kein Schnitt mit Gelände								
233	51.2084	16.7233	Kein Schnitt mit Gelände								
234	48.0360	13.9777	Kein Schnitt mit Gelände								
235	51.6886	13.4122	Kein Schnitt mit Gelände								

236	51.2875	13.5339	Kein Schnitt mit Gelände								
237	48.2494	16.6273	Kein Schnitt mit Gelände								
238	48.7185	16.5451	Kein Schnitt mit Gelände								
239	49.1875	16.4629	Kein Schnitt mit Gelände								
240	49.6566	16.3807	Kein Schnitt mit Gelände								
241	50.1257	16.2985	Kein Schnitt mit Gelände								
242	50.5947	16.2163	Kein Schnitt mit Gelände								
243	51.0638	16.1341	Kein Schnitt mit Gelände								
244	51.5329	16.0519	Kein Schnitt mit Gelände								
245	50.8864	13.6556	Kein Schnitt mit Gelände								
246	50.4853	13.7774	Kein Schnitt mit Gelände								
247	48.2067	16.0974	Kein Schnitt mit Gelände								
248	48.6588	16.0053	Kein Schnitt mit Gelände								
249	49.1109	15.9132	Kein Schnitt mit Gelände								
250	49.5630	15.8212	Kein Schnitt mit Gelände								
251	50.0150	15.7291	Kein Schnitt mit Gelände								
252	50.4671	15.6370	Kein Schnitt mit Gelände								
253	50.9192	15.5449	Kein Schnitt mit Gelände								
254	51.3712	15.4529	Kein Schnitt mit Gelände								
255	50.0842	13.8991	Kein Schnitt mit Gelände								
256	49.6831	14.0208	Kein Schnitt mit Gelände								
257	48.1641	15.5675	Kein Schnitt mit Gelände								
258	48.5991	15.4655	Kein Schnitt mit Gelände								
259	49.0342	15.3636	Kein Schnitt mit Gelände								
260	49.4693	15.2616	Kein Schnitt mit Gelände								
261	49.9044	15.1596	Kein Schnitt mit Gelände								
262	50.3395	15.0577	Kein Schnitt mit Gelände								
263	50.7745	14.9557	Kein Schnitt mit Gelände								
264	51.2096	14.8538	Kein Schnitt mit Gelände								
265	51.6447	14.7518	Kein Schnitt mit Gelände								
266	49.2820	14.1425	Kein Schnitt mit Gelände								
267	48.1214	15.0375	Kein Schnitt mit Gelände								
268	48.5395	14.9257	Kein Schnitt mit Gelände								
269	48.9576	14.8139	Kein Schnitt mit Gelände								
270	49.3756	14.7020	Kein Schnitt mit Gelände								
271	49.7937	14.5902	Kein Schnitt mit Gelände								
272	50.2118	14.4784	Kein Schnitt mit Gelände								
273	50.6299	14.3665	Kein Schnitt mit Gelände								
274	51.0480	14.2547	Kein Schnitt mit Gelände								
275	51.4661	14.1429	Kein Schnitt mit Gelände								
276	48.8809	14.2642	Kein Schnitt mit Gelände								
277	48.0787	14.5076	Kein Schnitt mit Gelände								
278	48.4798	14.3859	Kein Schnitt mit Gelände								
279	37.5922	23.6660	Gleitkörper schneidet Bauteil								
280	38.2241	23.6439	Gleitkörper schneidet Bauteil								
281	38.8561	23.6219	Gleitkörper schneidet Bauteil								
282	39.4881	23.5998	Gleitkörper schneidet Bauteil								
283	40.1200	23.5778	15.0045	100	0.8868	8649.604	9753.883	9753.9	0.0	8649.6	0.0
284	40.7520	23.5557	15.3553	100	0.8689	9388.799	10805.159	10805.2	0.0	9388.8	0.0
285	41.3839	23.5337	15.7441	100	0.8403	10190.420	12127.694	12127.7	0.0	10190.4	0.0
286	42.0159	23.5116	16.1383	100	0.8063	11005.215	13648.462	13648.5	0.0	11005.2	0.0
287	42.6478	23.4896	16.5474	100	0.7660	11828.851	15441.416	15441.4	0.0	11828.9	0.0
288	43.2798	23.4676	Gleitkörper schneidet Bauteil								
289	37.5297	23.1369	Gleitkörper schneidet Bauteil								
290	38.1490	23.1046	Gleitkörper schneidet Bauteil								
291	38.7683	23.0724	Gleitkörper schneidet Bauteil								
292	39.3876	23.0401	Gleitkörper schneidet Bauteil								
293	40.0069	23.0079	14.4784	100	0.8884	8430.508	9489.797	9489.8	0.0	8430.5	0.0
294	40.6262	22.9756	14.8326	100	0.8684	9180.725	10572.190	10572.2	0.0	9180.7	0.0
295	41.2455	22.9434	15.2038	100	0.8437	9948.823	11791.990	11792.0	0.0	9948.8	0.0
296	41.8648	22.9111	15.5909	100	0.8058	10745.901	13334.935	13334.9	0.0	10745.9	0.0
297	42.4841	22.8789	15.9927	100	0.7656	11540.091	15072.841	15072.8	0.0	11540.1	0.0
298	43.1034	22.8466	16.4081	100	0.7211	12342.006	17115.248	17115.2	0.0	12342.0	0.0
299	37.4673	22.6078	Gleitkörper schneidet Bauteil								
300	38.0739	22.5653	Gleitkörper schneidet Bauteil								
301	38.6806	22.5229	Gleitkörper schneidet Bauteil								
302	39.2872	22.4804	Gleitkörper schneidet Bauteil								
303	39.8939	22.4380	13.9463	100	0.8889	8181.187	9203.250	9203.3	0.0	8181.2	0.0
304	40.5005	22.3955	14.3043	100	0.8683	8923.972	10276.986	10277.0	0.0	8924.0	0.0
305	41.1071	22.3531	14.6801	100	0.8423	9719.205	11539.566	11539.6	0.0	9719.2	0.0
306	41.7138	22.3106	15.0491	100	0.8049	10451.630	12985.226	12985.2	0.0	10451.6	0.0
307	42.3204	22.2681	15.4440	100	0.7639	11235.073	14707.884	14707.9	0.0	11235.1	0.0

308	42.9271	22.2257	15.8524	100	0.7175	12062.119	16812.111	16812.1	0.0	12062.1	0.0
309	37.4048	22.0787	Gleitkörper schneidet Bauteil								
310	37.9988	22.0261	Gleitkörper schneidet Bauteil								
311	38.5928	21.9734	Gleitkörper schneidet Bauteil								
312	39.1868	21.9207	Gleitkörper schneidet Bauteil								
313	39.7808	21.8681	13.4399	100	0.8870	7966.144	8980.847	8980.8	0.0	7966.1	0.0
314	40.3748	21.8154	13.7812	100	0.8689	8695.050	10007.228	10007.2	0.0	8695.1	0.0
315	40.9687	21.7627	14.1395	100	0.8405	9426.718	11215.078	11215.1	0.0	9426.7	0.0
316	41.5627	21.7101	14.5134	100	0.8077	10185.933	12610.873	12610.9	0.0	10185.9	0.0
317	42.1567	21.6574	14.9019	100	0.7613	10950.686	14384.626	14384.6	0.0	10950.7	0.0
318	42.7507	21.6048	15.3164	100	0.7103	11786.941	16594.402	16594.4	0.0	11786.9	0.0
319	37.3423	21.5496	Gleitkörper schneidet Bauteil								
320	37.9237	21.4868	Gleitkörper schneidet Bauteil								
321	38.5050	21.4239	Gleitkörper schneidet Bauteil								
322	39.0864	21.3610	Gleitkörper schneidet Bauteil								
323	39.6677	21.2982	12.9285	100	0.8856	7751.492	8752.564	8752.6	0.0	7751.5	0.0
324	40.2490	21.2353	13.2641	100	0.8699	8445.387	9708.572	9708.6	0.0	8445.4	0.0
325	40.8304	21.1724	13.6166	100	0.8381	9171.989	10943.258	10943.3	0.0	9172.0	0.0
326	41.4117	21.1096	13.9847	100	0.8063	9920.533	12303.946	12303.9	0.0	9920.5	0.0
327	41.9930	21.0467	14.3797	100	0.7575	10690.287	14112.028	14112.0	0.0	10690.3	0.0
328	42.5744	20.9838	14.7758	100	0.7093	11440.256	16129.172	16129.2	0.0	11440.3	0.0
329	37.2799	21.0206	Gleitkörper schneidet Bauteil								
330	37.8486	20.9475	Gleitkörper schneidet Bauteil								
331	38.4172	20.8744	Gleitkörper schneidet Bauteil								
332	38.9859	20.8013	Gleitkörper schneidet Bauteil								
333	39.5546	20.7283	12.4233	100	0.8848	7519.593	8498.609	8498.6	0.0	7519.6	0.0
334	40.1233	20.6552	12.7537	100	0.8659	8213.525	9485.592	9485.6	0.0	8213.5	0.0
335	40.6920	20.5821	13.1009	100	0.8378	8911.013	10636.343	10636.3	0.0	8911.0	0.0
336	41.2606	20.5090	13.4636	100	0.7996	9634.141	12048.080	12048.1	0.0	9634.1	0.0
337	41.8293	20.4360	13.8535	100	0.7514	10411.375	13855.959	13856.0	0.0	10411.4	0.0
338	42.3980	20.3629	14.2439	100	0.7029	11152.795	15867.657	15867.7	0.0	11152.8	0.0
339	37.2174	20.4915	Gleitkörper schneidet Bauteil								
340	37.7734	20.4082	Gleitkörper schneidet Bauteil								
341	38.3295	20.3249	Gleitkörper schneidet Bauteil								
342	38.8855	20.2416	Gleitkörper schneidet Bauteil								
343	39.4415	20.1584	11.9249	100	0.8798	7290.458	8286.097	8286.1	0.0	7290.5	0.0
344	39.9975	20.0751	12.2508	100	0.8643	7967.434	9218.160	9218.2	0.0	7967.4	0.0
345	40.5536	19.9918	12.5933	100	0.8352	8665.289	10375.125	10375.1	0.0	8665.3	0.0
346	41.1096	19.9085	12.9640	100	0.7941	9397.106	11834.131	11834.1	0.0	9397.1	0.0
347	41.6656	19.8252	13.3364	100	0.7433	10102.585	13591.886	13591.9	0.0	10102.6	0.0
348	42.2216	19.7419	13.7217	100	0.6920	10856.173	15687.138	15687.1	0.0	10856.2	0.0
349	37.1550	19.9624	Gleitkörper schneidet Bauteil								
350	37.6983	19.8689	Gleitkörper schneidet Bauteil								
351	38.2417	19.7754	Gleitkörper schneidet Bauteil								
352	38.7851	19.6819	Gleitkörper schneidet Bauteil								
353	39.3284	19.5885	11.4343	100	0.8777	7070.220	8055.117	8055.1	0.0	7070.2	0.0
354	39.8718	19.4950	11.7563	100	0.8600	7739.168	8999.054	8999.1	0.0	7739.2	0.0
355	40.4152	19.4015	12.1075	100	0.8297	8421.152	10149.754	10149.8	0.0	8421.2	0.0
356	40.9585	19.3080	12.4616	100	0.7844	9113.306	11618.238	11618.2	0.0	9113.3	0.0
357	41.5019	19.2145	12.8297	100	0.7329	9834.851	13419.502	13419.5	0.0	9834.9	0.0
358	42.0453	19.1210	13.2105	100	0.6904	10548.569	15278.198	15278.2	0.0	10548.6	0.0
359	37.0925	19.4333	Gleitkörper schneidet Bauteil								
360	37.6232	19.3296	Gleitkörper schneidet Bauteil								
361	38.1539	19.2259	Gleitkörper schneidet Bauteil								
362	38.6846	19.1222	Gleitkörper schneidet Bauteil								
363	39.2154	19.0185	10.9647	100	0.8740	6872.485	7863.578	7863.6	0.0	6872.5	0.0
364	39.7461	18.9149	11.2839	100	0.8520	7509.168	8813.190	8813.2	0.0	7509.2	0.0
365	40.2768	18.8112	11.6195	100	0.8158	8179.762	10026.520	10026.5	0.0	8179.8	0.0
366	40.8075	18.7075	11.9701	100	0.7755	8850.739	11413.117	11413.1	0.0	8850.7	0.0
367	41.3382	18.6038	12.3345	100	0.7209	9523.293	13210.456	13210.5	0.0	9523.3	0.0
368	41.8689	18.5001	12.7115	101	0.6796	10247.684	15078.805	15078.8	0.0	10247.7	0.0
369	37.0300	18.9042	Gleitkörper schneidet Bauteil								
370	37.5481	18.7903	Gleitkörper schneidet Bauteil								
371	38.0662	18.6764	Gleitkörper schneidet Bauteil								
372	38.5842	18.5625	Gleitkörper schneidet Bauteil								
373	39.1023	18.4486	10.4809	100	0.8724	6627.957	7597.185	7597.2	0.0	6628.0	0.0
374	39.6203	18.3347	10.8101	100	0.8410	7269.221	8643.205	8643.2	0.0	7269.2	0.0
375	40.1384	18.2208	11.1565	100	0.8028	7940.235	9890.957	9891.0	0.0	7940.2	0.0
376	40.6564	18.1069	11.4910	100	0.7636	8574.823	11228.901	11228.9	0.0	8574.8	0.0
377	41.1745	17.9930	11.8524	100	0.7170	9261.809	12917.194	12917.2	0.0	9261.8	0.0
378	41.6926	17.8791	12.2262	101	0.6698	9943.330	14845.607	14845.6	0.0	9943.3	0.0



Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	$\mu$	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
303	39.8939	22.4380	13.9463	100	0.8889	8181.187	9203.250	9203.3	0.0	8181.2	0.0