

# Geotechnischer Bericht

zum  
Projekt

## **Neubau Förderstufengebäude**

## **Freiherr-vom-Stein-Schule**

## **Gladenbach**

AZ.: 03 23 22

### **1. Bericht vom 20.06.2023**

#### **Erstattet von:**

Institut für Geotechnik  
Dr. Jochen Zirfas GmbH & Co. KG  
Egerländer Straße 44  
65556 Limburg  
Tel.: 06431/2949-0  
E-Mail: [info@ifg.de](mailto:info@ifg.de)



#### **Auftraggeber:**

Landkreis Marburg-Biedenkopf  
Im Lichtenholz 60  
35043 Marburg

LANDKREIS



 MARBURG  
BIEDENKOPF





## **Inhaltsverzeichnis**

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1.0   | Auftrag.....  | 8  |
| 2.0   | Situation .....   | 9  |
| 3.0   | Baugrund .....  | 12 |
| 3.1   | Auffüllung / Oberboden .....  | 13 |
| 3.2   | Hangschutt .....  | 16 |
| 3.3   | Felsersatz .....  | 17 |
| 4.0   | Bodenmechanische Laborversuche / Bodenkennwerte Lockergesteine..... | 18 |
| 5.0   | Wasserverhältnisse .....  | 19 |
| 6.0   | Schlussfolgerungen und Empfehlungen.....                            | 21 |
| 6.1   | Baugrund- und Grundwassermodell .....                               | 21 |
| 6.2   | Bauwerksdaten.....  | 22 |
| 6.3   | Parameterstudie Flachgründung.....                                  | 23 |
| 6.4   | Baustellenerschließung / Erdarbeiten / Wasserhaltung.....           | 27 |
| 6.4.1 | Baustellenerschließung .....  | 27 |
| 6.4.2 | Erdarbeiten.....  | 27 |
| 6.4.3 | Wasserhaltung.....  | 30 |
| 6.5   | Gründung.....   | 31 |
| 6.6   | Fußbodenkonstruktion.....   | 33 |
| 6.7   | Bauwerksabdichtung.....   | 33 |
| 7.0   | Geodynamik .....  | 34 |
| 8.0   | Bodenklassen / Frostklassen / Homogenbereiche.....                  | 35 |
| 9.0   | Abfallrechtliche Untersuchungen .....                               | 38 |
| 9.1   | Probenzusammenstellung / Analytik .....                             | 38 |
| 9.2   | Untersuchungsergebnisse .....                                       | 41 |
| 9.3   | Allgemeine Hinweise zum Probenahmeverfahren und zur Entsorgung..... | 43 |
| 9.4   | Projektbezogene Vorgehensweise .....                                | 45 |
| 9.4.1 | Entsorgung .....  | 45 |
| 9.4.2 | Wiederverwertung vor Ort .....                                      | 46 |
| 10.0  | Schlussbemerkungen .....  | 47 |



## **Anlagenverzeichnis**

- 1 Lageplan der Aufschlusspunkte, Maßstab 1 : 200
- 2.1 Profilschnitt der Kleinbohrungen, Widerstandskennliniendiagramme  
RKS 6, DPH 5, DPH 8, RKS 4A, RKS 4, Maßstab 1 : 50
- 2.2 Profilschnitt der Kleinbohrungen, Widerstandskennliniendiagramm  
RKS 3, RKS 7, DPH 2, RKS 1, Maßstab 1 : 50
- 3.1.1 Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1
- 3.1.2 Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4
- 3.2 Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1
- 4.1 Wasseranalyse nach DIN 4030 – Laborbericht
- 4.2 Wasseranalyse nach DIN 4030 – Auswertung
- 5.1.1 Setzungsabschätzung und Grundbruchnachweis SF, Regelfall
- 5.1.2 Setzungsabschätzung und Grundbruchnachweis SF, Felsersatz in Hochlage  
(267 mNN)
- 5.1.3 Setzungsabschätzung und Grundbruchnachweis SF, Felsersatz in Tieflage  
(265 mNN)
- 5.1.4.1 Setzungsabschätzung und Grundbruchnachweis SF, Verfüllung KG grobkörnig,  
UK = 265,5 mNN
- 5.1.4.2 Setzungsabschätzung und Grundbruchnachweis SF, Verfüllung KG feinkörnig  
(vermörtelt), UK = 265,5 mNN
- 5.1.5.1 Setzungsabschätzung und Grundbruchnachweis SF, Verfüllung KG grobkörnig,  
UK = 266,5 mNN
- 5.1.5.2 Setzungsabschätzung und Grundbruchnachweis SF, Verfüllung KG feinkörnig  
(vermörtelt), UK = 266,5 mNN
- 5.1.6.1 Setzungsabschätzung und Grundbruchnachweis SF, Verfüllung KG grobkörnig,  
UK = 267,5 mNN
- 5.1.6.2 Setzungsabschätzung und Grundbruchnachweis SF, Verfüllung KG feinkörnig  
(vermörtelt), UK = 267,5 mNN



- 5.1.7.1 Setzungsabschätzung und Grundbruchnachweis SF, Verfüllung KG grobkörnig, UK = 268,5 mNN
- 5.1.7.2 Setzungsabschätzung und Grundbruchnachweis SF, Verfüllung KG feinkörnig (vermörtelt), UK = 268,5 mNN
- 5.1.8.1 Setzungsabschätzung und Grundbruchnachweis SF, Verfüllung KG grobkörnig, UK = 269,5 mNN
- 5.1.8.2 Setzungsabschätzung und Grundbruchnachweis SF, Verfüllung KG feinkörnig (vermörtelt), UK = 269,5 mNN
- 5.2.1 Setzungsabschätzung und Grundbruchnachweis EF, Regelfall
- 5.2.2 Setzungsabschätzung und Grundbruchnachweis EF, Felsersatz in Hochlage (267 mNN)
- 5.2.3 Setzungsabschätzung und Grundbruchnachweis EF, Felsersatz in Tieflage (265 mNN)
- 5.2.4.1 Setzungsabschätzung und Grundbruchnachweis EF, Verfüllung KG grobkörnig, UK = 265,5 mNN
- 5.2.4.2 Setzungsabschätzung und Grundbruchnachweis EF, Verfüllung KG feinkörnig (vermörtelt), UK = 265,5 mNN
- 5.2.5.1 Setzungsabschätzung und Grundbruchnachweis EF, Verfüllung KG grobkörnig, UK = 266,5 mNN
- 5.2.5.2 Setzungsabschätzung und Grundbruchnachweis EF, Verfüllung KG feinkörnig (vermörtelt), UK = 266,5 mNN
- 5.2.6.1 Setzungsabschätzung und Grundbruchnachweis EF, Verfüllung KG grobkörnig, UK = 267,5 mNN
- 5.2.6.2 Setzungsabschätzung und Grundbruchnachweis EF, Verfüllung KG feinkörnig (vermörtelt), UK = 267,5 mNN
- 5.2.7.1 Setzungsabschätzung und Grundbruchnachweis EF, Verfüllung KG grobkörnig, UK = 268,5 mNN
- 5.2.7.2 Setzungsabschätzung und Grundbruchnachweis EF, Verfüllung KG feinkörnig (vermörtelt), UK = 268,5 mNN



- 5.2.8.1 Setzungsabschätzung und Grundbruchnachweis EF, Verfüllung KG grobkörnig, UK = 269,5 mNN
- 5.2.8.2 Setzungsabschätzung und Grundbruchnachweis EF, Verfüllung KG feinkörnig (vermörtelt), UK = 269,5 mNN
- 6 Probenahmeprotokolle nach *LAGA M 32 PN 98*
- 7 Tabellarische Gegenüberstellung der Analysenergebnisse zu den Zuordnungswerten des *Baumerkblatts*
- 8 Prüfberichte Dr. Graner & Partner GmbH, Dreieich / München

## **Unterlagen**

### **Mitgeltende Fremdunterlagen**

- [FU 1]** E-Mail Landkreis Marburg-Biedenkopf vom 03.02.2023 mit den Anhängen:
  - 22-0497 Kartenauszug.pdf
  - 088\_003\_O1\_A.PDF
  - 088\_003\_O2\_A.PDF
  - 088\_003\_U1\_A.PDF
  - 221012-LMB-Freiherr vom Stein Schule-Förderstufe-VE-1 200.pdf
  - 221109-LMB-Freiherr vom Stein Schule-Förderstufe-Fernwärmeübergabe-Übers....pdf
- [FU 2]** E-Mail Landkreis Marburg-Biedenkopf vom 06.02.2023 mit dem Anhang:
  - Bohrpunkte zum Bodengutachten.pdf
- [FU 3]** E-Mail Landkreis Marburg-Biedenkopf vom 22.05.2023 mit folgenden Anhängen:
  - 230401-LMB-Ersatzneubau Förderstufe Gladenbach.pdf
  - 230401-LMB-Ersatzneubau Förderstufe.pdf
  - 230401-LMB-Ersatzneubau-Fernwärmestation-1.OG.pdf



## **Mitgeltende Unterlagen IfG**

- [U 1] 23-05-17\_Planauskunft Gladenbach Ringstraße 33.pdf  
[U 2] Stellungnahme Kampfmittelräumdienst des Landes Hessen,  
Az.: G 3035-2023 vom 31.03.2023

## **Rechtliche Grundlagen – Abkürzungen**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Baumerkblatt:</b>        | Merkblatt Entsorgung von Bauabfällen (Baumerkblatt), vom 01.09.2018 und   |
| <b>LAGA M 20 2003:</b>      | Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) M 20, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen – Technische Regeln – Allgemeiner Teil, vom 06.11.2003  |
| <b>LAGA M 20 2004:</b>      | Länderarbeitsgemeinschaft Abfall, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen:<br>Teil II, Technische Regeln für die Verwertung von mineralischen Abfällen, 1.2 Bodenmaterial (TR Boden) und<br>Teil III, Probenahme und Analytik, vom 05.11.2004 Teil II in Verbindung mit |
| <b>LAGA M 20 1997:</b>      | Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen (Technische Regeln), LAGA<br>Länderarbeitsgemeinschaft Abfall, Teil II, vom 06.11.1997  |
| <b>LAGA M 32 PN 98:</b>     | Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) M 32, Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung / Beseitigung von Abfällen, Stand: Mai 2019   |
| <b>Handlungshilfe M 32:</b> | Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) M 32, Handlungshilfe zur Anwendung der LAGA M 32 (LAGA PN 98), Stand: 05.05.2019  |
| <b>DepV:</b>                | Verordnung über Deponien und Langzeitlager vom 27.04.2009, Stand: 30.06.2020  |
| <b>Umsetzung der DepV:</b>  | Festlegung ergänzender Zuordnungskriterien des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUEL) vom 15.03.2012   |
| <b>KrWG:</b>                | Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen vom 02.03.2023  |
| <b>BBodSchG:</b>            | Bundes-Bodenschutzgesetz vom 17.03.1998, Stand: 25.02.2021  |



|                   |  |
|-------------------|--|
| <b>BBodSchV:</b>  | Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12.07.1999,<br>Stand: 19.06.2020   |
| <b>AVV:</b>       | Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis<br>(Abfallverzeichnis-Verordnung-AVV) vom 10.12.2001,<br>Stand: 30.06.2020 |
| <b>GefStoffV:</b> | Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen<br>(Gefahrstoffverordnung) Stand: 21.07.2021   |

### Abkürzungen

|       |   |
|-------|---|
| A     | Auffüllung  |
| B(a)p | Benzo(a)pyren (Einzelparameter der $\Sigma$ PAK n. EPA)                   |
| BTEX  | Aromatische Kohlenwasserstoffe Benzol, Toluol, Ethylbenzol und die Xylole |
| EOX   | Extrahierbare organisch gebundene Halogene                                |
| EPA   | United States Environmental Protection Agency                             |
| EP    | Einzelprobe   |
| LHKW  | Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe                           |
| MKW   | Mineralölkohlenwasserstoffe   |
| MP    | Mischprobe  |
| NB    | Natürlicher Boden (z. B. bei Probenbezeichnung)                           |
| PAK   | Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe                              |
| PCB   | Polychlorierte Biphenyle  |
| SD    | Schwarzdecke  |
| TOC   | Total Organic Carbon  |



## **1.0 Auftrag**

Der Landkreis Marburg-Biedenkopf, vertreten durch den Kreisausschuss des Landkreises Marburg-Biedenkopf erteilte am 16.03.2023 per Ingenieurvertrag (Vertrags-Nr.: 2023\_002\_088.003\_GEO) den Auftrag, Bodenuntersuchungen zu dem geplanten Neubau des Förderstufengebäudes der Freiherr-vom-Stein-Schule, Gladenbach durchzuführen.

In dem Geotechnischen Bericht sind die erkundeten Baugrund- und Grundwasserverhältnisse darzustellen und die ergänzend durchgeführten bodenmechanischen Labor- und Grundwasseruntersuchungen auszuwerten. Der zusammenfassende Bericht nach DIN 4020 enthält geotechnisch relevante Angaben zur Bauwerksgründung, zu den Erdarbeiten sowie der Bauwerksabdichtung.

Weiterhin sollen die potentiell anfallenden Aushubmaterialien anhand der im Rahmen der geotechnischen Untersuchungen durchgeführten Bodenaufschlüsse in situ beprobt und orientierend abfallrechtlich deklariert werden.





## **2.0 Situation**

Der Landkreis Marburg-Biedenkopf beabsichtigt, in der Ringstraße 33, Gemeinde Gladenbach, Flur 18, Flurstück 1/12 und 68/7 den Ersatzneubau des Förderstufengebäudes, Gebäude-Nr.: 088.003 zu errichten.

Die Objektplanung wurde dem Büro Keul und Müller Architekten, Aßlar übertragen. Die Tragwerksplanung erfolgt durch das Ingenieurbüro für Baustatik und Baukonstruktion Jörg Berger, Aßlar. Zur geotechnischen Fachberatung wurde das IfG herangezogen.

Am Standort des Ersatzneubaus im Flurstück 1/12, südöstlich der Ringstraße ist ein im Grundriss näherungsweise rechteckförmiger Baukörper vorhanden, welcher abgebrochen werden soll (roter Rahmen):





Das in Massivbauweise mit Satteldach im Jahr 1957 errichtete Gebäude besitzt eine Teilunterkellerung. An den Baukörper grenzt im Südosten ein Pausenhof sowie im Nordwesten eine Grünfläche an. Im Südwesten und Nordosten befinden sich weitere Schulgebäude.

Der Ersatzneubau ist mit einem näherungsweise trapezförmigen Grundriss geplant und überdeckt ca. 2/3 der Grundrissfläche des abzubrechenden Gebäudes. Teile des Ersatzneubaus erstrecken sich über den Bereich des Pausenhofes. Weiterhin werden größere Abschnitte der Grünfläche im Nordwesten überbaut. Durch die Grundrissgestaltung wird eine Ausrichtung der Fassade im Nordwesten entlang der Ringstraße erreicht. Die Ausrichtung der östlichen Fassade folgt hingegen der Anordnung der sonstigen Baukörper auf dem Schulgelände.

Das Gebäude war zunächst in teilunterkellelter Bauweise geplant. Aus dem mit [FU 3] übermittelten Planstand geht hervor, dass auf eine Unterkellerung verzichtet wird. Die zunächst in der Kellerebene vorgesehene Haustechnik wird auf dem Dach des Gebäudes realisiert und eingehaust; die geplanten Anlagen zur Fernwärmeversorgung des Gebäudes werden in einem eigenständigen Neubau errichtet.

Die Höhenstellung des Gebäudes orientiert sich am Bestand; die derzeitige Höhensituation bleibt nahezu unverändert. Der Ersatzneubau ist mit einer Fußbodenhöhe von OKFFB = 270,32 mNN analog zum Bestand - dessen Fußbodenoberkante durch das IfG im Rahmen der Erkundungsarbeiten mit einnivelliert wurde - eingeordnet.



Bedingt durch die derzeitige Erschließungssituation des Altbaus liegen die Geländehöhen der Freianlagen bereits auf diesem Niveau. Lediglich entlang der Ringstraße steigt die Geländeoberfläche, ausgehend von der Nordwestecke des Schulgebäudes in südwestliche Richtung bis zu ca. 1 m über das Fußbodenniveau an, wie aus den im Bereich der Bodenaufschlüsse festgestellten Geländehöhen abzuleiten ist.

Den Vermessungsarbeiten des IfG liegt der Kanaldeckel XG 3212690 (siehe Lageplan Anlage 1) mit einer planseitigen Schachtdeckelhöhe von 271,02 mNN [U 1] zugrunde.



### **3.0 Baugrund**

Um Aufschluss über die Baugrund- und Grundwasserverhältnisse zu erhalten, wurden folgende Bodenaufschlüsse angelegt:

Rammkernsondierungen: RKS 1, RKS 3, RKS 4, RKS 4A, RKS 6, RKS 7

Rammsondierungen: DPH 2, DPH 5, DPH 8

Die Rammkernsondierungen wurden mit einem Durchmesser von 80/60/50 mm ausgeführt.

Die Rammsondierungen erfolgten nach DIN EN 22476-2 mit der Sonde Typ DPH. Der Spitzenquerschnitt der Sonde betrug 15 cm<sup>2</sup>. Das Sondiergestänge wurde mit einer Fallgewichtskraft von 500 N in den Untergrund eingetrieben.

Im Bereich versiegelter Flächen wurden die Beläge im Kernbohrverfahren DN 100 geöffnet und nach Abschluss der Feldarbeiten wieder verschlossen.

Es wird an dieser Stelle dokumentiert, dass eine vorlaufende Untersuchung auf Kampfmittel nicht erforderlich war, da kein begründeter Anfangsverdacht für eine Kampfmittelbelastung des Untergrundes gegeben ist, wie aus der Stellungnahme des Kampfmittelräumdienstes des Landes Hessen [U 2] hervorgeht.

Die Ansatzpunkte der Bodenaufschlüsse sind im Lageplan, Anlage 1 im Maßstab 1 : 200 eingetragen.

Die Aufzeichnungen der Bohrprofile aus den direkten Bodenaufschlüssen und die Widerstandskennliniendiagramme der Rammsondierungen sind in Schnitten, Anlage 2 im Maßstab 1 : 50 aufgetragen.



Aus den durchgeführten Bodenaufschlüssen, einer detaillierten Geländeaufnahme sowie den allgemeinen geologischen Kartenunterlagen ergibt sich für den Projektstandort folgendes Bild der allgemeinen Baugrundsituation:

Die Basis des Geländes wird durch devonische Festgesteinen eingenommen. Es handelt sich hierbei um Tonschiefer, welche an ihrer Hangendgrenze aufgewittert bis zersetzt sind. Das Hangende wird durch Hangschutt gebildet. Zur Geländeoberkante hin liegen in der Regel Auffüllungen auf. Lokal ist noch die natürliche Oberbodenauflage vorhanden.

Nachfolgend erfolgt die ausführliche Beschreibung der erkundeten Bodenschichten hinsichtlich Vorkommen, Schichtstärken, Farbe und bodenmechanischer Feldansprache.

### **3.1 Auffüllung / Oberboden**

Aus der Baugrunderkundung geht hervor, dass die Grünflächen nordwestlich des bestehenden Schulgebäudes teilweise noch in ihrer ursprünglichen Situation vorliegen und keine baulichen Eingriffe im Zuge der Errichtung der Schule erfolgt sind. Es ergaben sich im Bereich der Kleinbohrung RKS 6 am Südwestrand des späteren Baufeldes keine Hinweise darauf, dass die dort erkundete Oberbodenauflage künstlich angedeckt wurde. Der Oberboden setzt sich aus einem sandigen, schwach tonigen, schwach kiesigen Schluff mit organischen Beimengungen in einer abgeschätzten Größenordnung von 6 % bis 8 % zusammen und lag zum Zeitpunkt der Erkundungsarbeiten in einem krümeligen Gefüge vor.

Die Rammsondierung DPH 5 wurde ebenfalls in einer Grünfläche angesetzt. Ob hier ein ungestörter Bodenaufbau vorliegt, kann jedoch aufgrund der indirekten Aufschlusstechnik nicht beurteilt werden.



Im Bereich der ebenfalls an der Ringstraße abgeteufte Kleinbohrung RKS 4 sowie der Ersatzposition RKS 4A wurde als oberstes Schichtglied ebenfalls eine Oberbodenauflage erkundet. Jedoch handelt es sich hierbei um künstlich angedeckten Oberboden, welcher von weiteren Auffüllungen unterlagert wird. Die Zusammensetzung des Oberbodens in diesem Bereich ist mit dem bei RKS 6 erkundeten Oberboden vergleichbar.

In RKS 4 wurden unter der 0,2 m mächtigen, aufgefüllten Oberbodenauflage feinkörnige Auffüllungen aufgeschlossen. Es handelt sich um einen schwach tonigen, sandigen, kiesigen Schluff mit weich- bis steifplastischen Merkmalen. Diese Schicht konnte bis 0,7 m unter GOK erkundet werden, bevor die Sonde auf einem Bohrhindernis - gegebenenfalls einem Bauwerksrest – aufstand; daher wurde auf die Ersatzposition RKS 4A umgesetzt.

In dieser Ersatzbohrung wurden Auffüllungen bis 1,4 m unter Geländeoberkante festgestellt. Als Deckschicht liegt wiederum eine Oberbodenauflage vor. Darunter wurde feinkörniger Boden in steifkonsistenter Beschaffenheit erkundet. Es handelt sich dabei augenscheinlich um umgelagerten Hangschutt. An der Basis der Auffüllung wurde ein schluffiger, schwach kiesiger Sand in mitteldichter Lagerungsdichte erkundet, welcher Holzreste enthält.

Mit den Aufschlüssen RKS 1, DPH 2 und RKS 3 wurde der Pausenhof südöstlich des bestehenden Gebäudes erfasst. Der Schwarzdeckenbelag weist Schichtstärken zwischen 5 cm und 9 cm auf. Der Schwarzdeckenbelag liegt gemischtkörnigen Auffüllungen auf, welche als Kies mit schwach sandigen bis sandigen sowie schwach schluffigen Beimengungen angesprochen wurden. Die Kiesfraktion besteht vorwiegend aus Tonschiefermaterial, untergeordnet auch Basalt. Die Liegendgrenze dieser gemischtkörnigen Auffüllung verläuft bei RKS 3 0,6 m sowie bei RKS 1 1,4 m unter Geländeoberfläche.

Bei RKS 3 folgt unter den im Oberbaubereich verwendeten, bindigkeitsarmen Kiesen eine feinkörnige Auffüllung von steifer Konsistenz, welche Bauschuttreste enthält.



Die Gesamtschichtstärke der Auffüllung erreicht bei RKS 3 1,1 m.

Wie aus der Rammsondierung DPH 2 abzuleiten ist, weisen die Auffüllungen unterhalb der Schwarzdecken eine nur geringe Festigkeit auf. Für den Sondierpunkt DPH 2 ist eine Mächtigkeit der Auffüllungen von ca. 1,4 m abschätzbar. In dieser Tiefe steigt der Sondenwiderstand sprunghaft an, was auf den Schichtwechsel zu den gewachsenen Böden mit mittleren bis guten Festigkeitseigenschaften zurückzuführen ist.

Der Vollständigkeit halber sind auch die Auffüllungen im Gebäudebereich zu dokumentieren. Bei der im Bestandskeller angesetzten Kleinbohrung RKS 7 wurde eine 25 cm mächtige Betonplatte durchörtert, welche direkt dem gewachsenen Boden aufliegt.

Die Rammsondierung DPH 8 wurde ausgehend vom Erdgeschossfußboden durchgeführt und dazu der Fußboden durchkernt. Die Konstruktionsstärke wurde mit 24 cm festgestellt. Die Rammwiderstandslinie der DPH 8 zeigt bis ca. 3 m Tiefe sehr niedrige Eindringwiderstände, welche darauf schließen lassen, dass wenig tragfähige Böden durchörtert wurden. Es dürfte sich dabei vermutlich um Auffüllungen handeln (Leitungsgraben oder Ähnliches).

Die Liegendgrenze der Auffüllungen im Baufenster des Ersatzneubaus zeigt ein deutliches Schichtrelief. Im Gebäudeumfeld verläuft die Liegendgrenze überwiegend auf Höhen um 269,0 mNN. Im Bereich der unterkellerten Bauteile im Bestand wird die Unterkante der Auffüllungen durch die Kellerkonstruktion bestimmt, welche im Bereich des Heizungskellers ihren Tiefpunkt mit ca. 265,4 mNN aufweist.

Es wird an dieser Stelle erwähnt, dass die Höhenlage des Bodenaufschlusses im Heizungskeller nicht per Höhennivellement festgestellt wurde, sondern aus den zur Verfügung gestellten Planunterlagen [FU 1] abgeschätzt wurde.



Für den Heizungskeller ist in den Bestandsunterlagen eine lichte Höhe von 4,44 m angegeben. Zusätzlich wurde von einer Deckenstärke von 25 cm ausgegangen und von der einnivellierten Fußbodenoberkante im Erdgeschoss in Abzug gebracht:

$$\text{OK KG (Heizung)} = 270,32 \text{ mNN} - 0,25 \text{ m} - 4,44 \text{ m} = 265,63 \text{ mNN}.$$

Eine Kontrolle der lichten Höhe des Raums ist seitens des IfG nicht erfolgt.

### **3.2 Hangschutt**

Unterhalb lokal noch erhaltener Deckschichten aus Oberboden bzw. unter den Auffüllungen wurde Hangschutt aufgeschlossen. Das Lockergestein ist als Schluff mit schwach tonigen bis tonigen, schwach sandigen bis sandigen sowie kiesigen bis stark kiesigen Beimengungen zu klassifizieren. Dieses Ergebnis der Feldansprache konnte durch eine exemplarische Kornverteilungsanalyse im Grundsatz bestätigt werden. Die Kiesfraktion besteht aus mürbem Tonschiefer. Die Kieskomponenten sind in eine feinkörnige Matrix eingebettet, welche steifplastische bis halbfeste Eigenschaften aufweist. Aus den indirekten Bodenaufschlüssen lässt sich für dieses Lockergestein eine gute Tragfähigkeit ableiten.

Die Liegendgrenze des Hangschutts wurde zumeist auf Höhen um 266,2 mNN festgestellt. Im äußersten Südwesten (RKS 6) verläuft sie ca. 1 m höher. Im Bereich des Heizungskellers wurde der Übergang zum unterlagernden Felszersatz hingegen tiefer auf einer Höhe von 264,5 mNN festgestellt.





### **3.3 Felsersatz**

Der Hangschutt wird auf Höhen zwischen ca. 267,2 mNN und 264,5 mNN bzw. überwiegend auf Höhen um 266,2 mNN durch in situ zersetzten Tonschiefer unterlagert. Das Zersatzmaterial weist Lockergesteinscharakter auf und setzt sich in der Regel aus einem Kies mit sandigen, schluffigen und tonigen Beimengungen in wechselnden Massenanteilen zusammen.

In der Kleinbohrung RKS 6 wurde der Felsersatz als Schluff mit tonigen, sandigen und kiesigen Beimengungen aufgeschlossen und es liegt insoweit eine etwas intensivere Verwitterung des Tonschiefers vor. Dies äußert sich auch in einem etwas höheren Wassergehalt, wie den in Anlage 3 dokumentierten Laboruntersuchungen entnommen werden kann. Im Bereich der Aufschlüsse RKS 1, RKS 3 sowie RKS 4A wurde der Wassergehalt des Felsersatzmaterials in Größenordnungen von 8,6 % bis 8,9 % ermittelt. Das feinkörnige Zersatzmaterial bei RKS 6 weist hingegen einen Wassergehalt von 10,7 % auf. Dessen ungeachtet kann der Felsersatz in seiner feinkörnigen bis gemischtkörnigen Zusammensetzung als Schichteinheit betrachtet werden.

Im Bereich der indirekten Bodenaufschlüsse ist der Schichtwechsel zwischen Hangschutt und Felsersatz in der Regel gut erkennbar und korreliert mit den in den direkten Aufschlüssen erkundeten Schichtgrenzen.

Der Felsersatz wurde bis in Tiefen zwischen 5 m und 6 m unter Geländeoberfläche festgestellt. Die technische Geräteauslastung wurde lediglich in der Kleinbohrung RKS 7 bei 1,7 m unterhalb des Kellerbodens im Heizungskeller erreicht. Es ist davon auszugehen, dass sich mit zunehmender Tiefe der Übergang zum verwitterten Schiefer vollzieht.

Die Erkundungsergebnisse weisen jedoch auf eine durch physikalische und chemische Prozesse bedingte vergleichsweise tiefgründige Verwitterung und Zersetzung hin.



#### **4.0 Bodenmechanische Laborversuche / Bodenkennwerte Lockergesteine**

Zur Festlegung der maßgebenden bodenmechanischen Rechenwerte wurden Laborversuche durchgeführt. Die einzelnen Prüfdaten sind in der Anlage 3 dargestellt.

Es wurden im Einzelnen die folgenden Bodenkennwerte ermittelt bzw.

Bodenkennwertzuordnungen in Anlehnung an DIN 1055/EAU/EAB sowie auf Grundlage von labortechnisch abgesicherten Erfahrungswerten vorgenommen:

$\gamma_k$  = Feuchtwichte ( $\text{kN/m}^3$ )

$\gamma'_k$  = Feuchtwichte unter Auftrieb ( $\text{kN/m}^3$ )

$\varphi'_k$  = Reibungswinkel ( $^\circ$ )

$c'_k$  = Kohäsion ( $\text{kN/m}^2$ )

$E_{s,k}$  = Steifemodul ( $\text{MN/m}^2$ )

$k_f$  = Durchlässigkeit ( $\text{m/s}$ )

| Schicht                     | KZ             | $\gamma_k$<br>( $\text{kN/m}^3$ ) | $\gamma'_k$<br>( $\text{kN/m}^3$ ) | $\varphi'_k$<br>( $^\circ$ ) | $c'_k$<br>( $\text{kN/m}^2$ ) | $E_{s,k}$<br>( $\text{MN/m}^2$ ) | $k_f$<br>( $\text{m/s}$ ) |
|-----------------------------|----------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| Oberboden (auch aufgefüllt) | OH<br>[OH]     | 17,0                              | 7,0                                | -                            | -                             | -                                | $10^{-5}$ - $10^{-7}$     |
| Auffüllung, feinkörnig      | A              | 20,0                              | 10,0                               | 27,5                         | 5,0                           | -                                | $10^{-6}$ - $10^{-8}$     |
| Auffüllung, gemischtkörnig  | A              | 21,0                              | 12,0                               | 32,5                         | 0                             | -                                | $10^{-4}$ - $10^{-5}$     |
| Hangschutt                  | TL/GÜ          | 20,5                              | 10,5                               | 30,0                         | 10,0                          | 25,0                             | $10^{-6}$ - $10^{-8}$     |
| Felsersatz                  | TM/TL<br>GÜ/GT | 22,0                              | 12,0                               | 30,0                         | 20,0                          | 50,0                             | $10^{-6}$ - $10^{-8}$     |



## **5.0 Wasserverhältnisse**

Wasser in tropfbar flüssiger Form wurde in der Kleinbohrung RKS 6 mit einem Flurabstand von 2,32 m am 17.05.2023 festgestellt. Das Wasser vagabundiert dort im Hangschutt.

In allen anderen Bodenaufschlüssen wurde kein Grund-, Schicht- und Stauwasser festgestellt; bei dem im Aufschluss RKS 7 festgestellten Wasser handelt es sich um Spülwasser der Betonkernbohrung zur Öffnung des Kellerfußbodens.

Die Auffüllungen und natürlichen Lockergesteine weisen - abgesehen vom Oberbau unter den Verkehrsflächen - eine nur geringe Durchlässigkeit auf. Mit der lokalen und periodischen Ausbildung von aufstauendem Sickerwasser muss daher gerechnet werden.

Zur Beurteilung potentiell betonaggressiver Inhaltsstoffe des Grundwassers wurde aus der Kleinbohrung RKS 6 eine Wasserprobe gezogen und im hydrochemischen Labor analysiert. Die Analysendaten sind in Anlage 4 dargestellt.

Nach DIN 4030 ist das Grundwasser aufgrund seines Gehalts an kalklösender Kohlensäure in die Expositionsklasse XA 2 einzustufen. Auffällig ist weiterhin ein vergleichsweise hoher Chloridgehalt, welcher möglicherweise auf Taumiteleinflüsse in den angrenzenden Straßen und Wegen zurückzuführen ist.



Aus geotechnischer Sicht kann nicht gänzlich ausgeschlossen werden, dass erdberührte Betonbauteile mit Wässern der Expositionsklasse XA 2 in Berührung kommen.

Entsprechende betontechnologische Schutzmaßnahmen sind daher für die Fundamente sowie den Austauschbeton unter den Fundamenten zu berücksichtigen.

Das Baugrundstück befindet sich außerhalb von Überschwemmungs- sowie Grundwasserschutzgebieten.



## **6.0 Schlussfolgerungen und Empfehlungen**

### **6.1 Baugrund- und Grundwassermodell**

Die ausgewerteten Bodenaufschlüsse sowie die auf Grundlage der Feldansprache durchgeführte bodenmechanische Bewertung ergeben folgendes Baugrundmodell mit Tragfähigkeitszuordnung:

| <b>Schicht</b> | <b>Schichtunterkante<br/>[mNN]</b> | <b>Tragfähigkeit</b>   |
|----------------|------------------------------------|--|
| Auffüllung     | ca. 269,1 bis 265,4                | Oberboden: keine<br>Feinkörnig: gering<br>Gemischtkörnig: mittel |
| Hangschutt     | ca. 267,2 bis 264,5                | gut  |
| Felszersatz    | nicht erreicht                     | gut bis sehr gut   |

Schichtwasser vagabundiert im Hangschutt und wurde bei RKS 6 im Untersuchungszeitraum mit einem Flurabstand von 2,3 m festgestellt. Das Wasser ist in die Expositionsklasse XA 2 einzustufen.

Zusätzlich muss mit aufstauendem Sickerwasser gerechnet werden.



## **6.2 Bauwerksdaten**

Aus den planseits zur Verfügung gestellten Bauwerksdaten ergeben sich die folgenden Höhenordinaten:

$$\text{OK FFB EG} = 270,32 \text{ mNN}$$

Lastangaben lagen zum Zeitpunkt der geotechnischen Berichterstattung noch nicht vor. Anhand der Geschossanzahl kann erfahrungsgemäß von folgenden Größenordnungen ausgegangen werden:

$$\text{Stützen / Pfeiler:} \quad G_k + Q_k \leq 3.000 \text{ kN}$$

$$\text{Wände:} \quad g_k + q_k \leq 350 \text{ kN/m}$$

Vorstehende Ansätze sind planseitig zu prüfen. Bei signifikanten Abweichungen ist insbesondere die vorläufige Setzungsprognose (siehe Kapitel 6.3) prüfen und nötigenfalls präzisieren zu lassen.



### **6.3 Parameterstudie Flachgründung**

Als Standort für den Ersatzneubau des Förderstufengebäudes in nicht unterkellelter Bauweise wurde ein Grundstück ausgewählt, welches derzeit mit einem teilunterkellerten Gebäude bebaut ist. Dieses Gebäude wird rückgebaut.

Die Abbruchgrube muss verfüllt werden. Die Gründung des Neubaus wird im Falle einer Flachgründung somit nicht nur Wechselwirkungen mit den natürlichen Baugrundsichten aus Hangschutt- und Felsersatz aufweisen, sondern auch Wechselwirkungen mit Verfüllmaterial (Liefermaterial) unterliegen, welche unter kontrollierten erdbautechnischen Einbaubedingungen bei der Rückverfüllung der Abbruchgrube eingebaut werden.

Die sonstigen Auffüllungen, insbesondere feinkörnige Auffüllungen im Bereich von Geländeregulierungen sind grundsätzlich nicht zur Lastabtragung geeignet, was bei der Ausarbeitung der Gründungskonzeption entsprechend zu berücksichtigen ist.

Zur Überprüfung der Machbarkeit einer konventionellen Flachgründung wurde eine Parameterstudie durchgeführt, welche das Setzungsverhalten von Einzel- und Streifenfundamenten beurteilt. Die Ergebnisse werden der weiteren Berichterstattung vorangestellt, da sich hieraus zumindest vorläufige Anforderungen an die Baufeldvorbereitung ableiten lassen.

**Es wird bereits an dieser Stelle ausdrücklich darauf hingewiesen, dass Details im Rahmen genauerer Untersuchungen zum Setzungsverhalten des Bauobjektes unter Ansatz der tatsächlichen Gründungslasten im Rahmen des Nachweises der Gebrauchstauglichkeit gegenüber Setzungen definiert werden müssen.**



In der Parameterstudie wurden zwei verschiedene Materialien für die Verfüllung der Abbruchgrube untersucht:

- grobkörnige Verfüllung
- feinkörnige Verfüllung, vermörtelt

Diese Verfüllmaterialien wurden mit folgenden bodenmechanischen Kenndaten abgebildet:

| Schicht                               | $\gamma_k$<br>(kN/m <sup>3</sup> ) | $\gamma'_k$<br>(kN/m <sup>3</sup> ) | $\varphi'_k$<br>(°) | $c'_k$<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | $E_{s,k}$<br>(MN/m <sup>2</sup> ) |
|---------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| Grobkörnige Verfüllung                | 21,0                               | 12,0                                | 35                  | 0                              | 100                               |
| Feinkörnige Verfüllung,<br>vermörtelt | 20,0                               | 10,0                                | 25                  | 20                             | 50                                |

Folgende Baugrundmodelle wurden beurteilt:

- Gründung im Hangschutt, Liegendgrenze: 266,0 mNN
- Gründung im Hangschutt, Liegendgrenze: 267,0 mNN
- Gründung im Hangschutt, Liegendgrenze: 265,0 mNN
- Gründung in der Auffüllung, Liegendgrenze: 265,5 mNN
- Gründung in der Auffüllung, Liegendgrenze: 266,5 mNN
- Gründung in der Auffüllung, Liegendgrenze: 267,5 mNN
- Gründung in der Auffüllung, Liegendgrenze: 268,5 mNN
- Gründung in der Auffüllung, Liegendgrenze: 269,5 mNN

Bei der Untersuchung unterschiedlicher Schichtstärke der Auffüllung wurde von der im Regelfall vorliegenden Schichtbasis des Hangschutts auf ca. 266,0 mNN ausgegangen.

Die Untersuchungsergebnisse sind in Anlage 5 zusammengestellt. Wesentliche Ergebnisse sind in den nachstehenden Tabellen zur besseren Übersicht zusammengefasst:





a) Streifenfundamente:

| Variante            | Setzung (cm) in Abhängigkeit der Streckenlast $g_k + q_k$ |          |          |          |          |          |
|---------------------|---|----------|----------|----------|----------|----------|
|                     | 100 kN/m  | 150 kN/m | 200 kN/m | 250 kN/m | 300 kN/m | 350 kN/m |
| Hangschutt 266,0    | 0,72  | 0,97     | 1,18     | 1,35     | 1,52     | 1,67     |
| Hangschutt 267,0    | 0,70  | 0,93     | 1,11     | 1,28     | 1,43     | 1,56     |
| Hangschutt 265,0    | 0,72  | 0,97     | 1,20     | 1,41     | 1,58     | 1,74     |
| A, grobkörnig 265,5 | 0,18  | 0,24     | 0,30     | 0,36     | 0,43     | 0,49     |
| A, feinkörnig 265,5 | 0,36  | 0,49     | 0,60     | 0,71     | 0,85     | 0,90     |
| A, grobkörnig 266,5 | 0,18  | 0,27     | 0,35     | 0,43     | 0,50     | 0,58     |
| A, feinkörnig 266,5 | 0,36  | 0,51     | 0,63     | 0,74     | 0,84     | 0,94     |
| A, grobkörnig 267,5 | 0,23  | 0,36     | 0,46     | 0,56     | 0,66     | 0,75     |
| A, feinkörnig 267,5 | 0,40  | 0,56     | 0,70     | 0,83     | 0,95     | 1,06     |
| A, grobkörnig 268,5 | 0,33  | 0,50     | 0,65     | 0,78     | 0,91     | 1,03     |
| A, feinkörnig 268,5 | 0,46  | 0,66     | 0,83     | 0,98     | 1,12     | 1,25     |
| A, grobkörnig 269,5 | 0,59  | 0,83     | 1,03     | 1,20     | 1,36     | 1,51     |
| A, feinkörnig 269,5 | 0,63  | 0,88     | 1,08     | 1,25     | 1,41     | 1,56     |

a) Einzelfundamente:

| Variante            | Setzungen (cm) in Abhängigkeit der Einzellast $G_k + Q_k$ |            |          |          |
|---------------------|---|------------|----------|----------|
|                     | 1.000 kN  | 1.562,5 kN | 2.250 kN | 3.062 kN |
| Hangschutt 266,0    | 1,28  | 1,52       | 1,76     | 1,97     |
| Hangschutt 267,0    | 1,21  | 1,43       | 1,64     | 1,84     |
| Hangschutt 265,0    | 1,31  | 1,59       | 1,84     | 2,07     |
| A, grobkörnig 265,5 | 0,33  | 0,42       | 0,52     | 0,63     |
| A, feinkörnig 265,5 | 0,66  | 0,81       | 0,95     | 1,10     |
| A, grobkörnig 266,5 | 0,38  | 0,50       | 0,62     | 0,74     |
| A, feinkörnig 266,5 | 0,68  | 0,84       | 1,00     | 1,15     |
| A, grobkörnig 267,5 | 0,51  | 0,66       | 0,81     | 0,96     |
| A, feinkörnig 267,5 | 0,77  | 0,95       | 1,13     | 1,30     |
| A, grobkörnig 268,5 | 0,72  | 0,91       | 1,10     | 1,28     |
| A, feinkörnig 268,5 | 0,90  | 1,12       | 1,32     | 1,51     |
| A, grobkörnig 269,5 | 1,12  | 1,36       | 1,59     | 1,81     |
| A, feinkörnig 269,5 | 1,17  | 1,42       | 1,65     | 1,86     |



Bei einer Flachgründung in den gewachsenen Böden ergibt sich aus diesen Untersuchungen ein hochbauübliches Spektrum mit Setzungen von  $s \approx 0,5 \text{ cm}$  bis  $s \approx 2,0 \text{ cm}$ . Der Einfluss des Schichtreliefs der Liegendgrenze des Hangschutts ist aus geotechnischer Sicht vernachlässigbar gering. Rein rechnerisch ergeben sich hieraus Änderungen in der Setzungsprognose im Millimeterbereich für gleichartige Einwirkungen.

Einen großen Einfluss haben jedoch die unter kontrollierten Bedingungen herzustellenden Auffüllungen in der Abbruchgrube auf das Setzungsverhalten. Erwartungsgemäß wirken sich Verfüllungen aus grobkörnigem Material besonders stark setzungshemmend aus.

Das Setzungsverhalten wird bei Liegendgrenzen der Auffüllungen von 265,5 mNN bis ca. 267,5 mNN fast ausschließlich durch die Qualität der Auffüllungen geprägt und die Einflüsse aus dem tieferen Untergrund sind relativ gering. Mit dann weiter abnehmender Schichtstärke ist hingegen eine sehr deutliche Zunahme der Vertikalverschiebungen durch den Einfluss der gewachsenen Böden unterhalb der Auffüllungen feststellbar.

Bei einer Verfüllung mit vermörteltem Boden, welcher eine etwas höhere Verformungswilligkeit aufweist, ist die setzungshemmende Wirkung entsprechend geringer. Im Grundsatz ist jedoch ebenfalls erkennbar, dass beim Ansteigen der Liegendgrenze der setzungshemmenden Schicht über 267,5 mNN die Setzungen rasch zunehmen.

Übertragen auf die Baupraxis resultiert hieraus, dass bei einem sprunghaften Wechsel, wie er beispielsweise bei der Verfüllung einer unter  $60^\circ$  geböschten Abbruchgrube auftreten würde, auf kurze Distanz größere Setzungsunterschiede auftreten würden, welche unverträgliche Verdrehungen hervorrufen könnten. Es ist daher notwendig, außerhalb des Kellers die setzungshemmenden Verfüllungen in abgetreppter Form fortzuführen, um ein bauwerksverträgliches Setzungsverhalten für die Flachgründung zu erzwingen.



Ausgehend von einer Ordinate von 267,5 mNN wird ein erforderliches Steigmaß von ca. 1:3 bis 1:4 abgeschätzt, sodass der Platzbedarf der sukzessive dünner werdenden Polsterschüttung außerhalb des derzeitigen Kellergrundrisses allseitig ca. 6 m bis 8 m beträgt.

## **6.4 Baustellenerschließung / Erdarbeiten / Wasserhaltung**

### **6.4.1 Baustellenerschließung**

Eine Zufahrt zum Schulgelände ist über die Ringstraße möglich. Die mit Schwarzdecken belegten Pausenhofflächen können als Bereitstellungsfläche oder auch Baustraße herangezogen werden, zumindest in der Phase der Abbrucharbeiten. Mit Schäden ist zu rechnen, da die Konstruktion bei dem bestehenden Aufbau für Schwerverkehr nicht ausgelegt ist.

Baustraßen in derzeit unbefestigten Flächen sind nach dem Oberbodenabtrag durch eine Stabilisierungsschicht aus Brechkorngemisch 0/32-56 mit  $d \geq 0,5$  m zu stabilisieren. Bei weichen Untergrundverhältnissen ist die Stärke der Packlage auf 0,8 m zu erhöhen.

### **6.4.2 Erdarbeiten**

Wie bereits erläutert wurde, ist es aus geotechnischer Sicht im Grundsatz möglich, eine Flachgründung für den Neubau zu wählen. Dies setzt jedoch eine darauf abgestimmte Baufeldherrichtung voraus.

Vorbehaltlich der Ergebnisse einer detaillierten Setzungsanalyse für das Bauobjekt werden dazu folgende Planungshinweise erteilt:



Es ist nach dem Ergebnis der Parameterstudie eine Abtreppung der Auffüllungen ab einer Schichtbasis von ca. 267,5 mNN notwendig, um schonende Übergänge zwischen Bauteilen mit unterschiedlichem Setzungsverhalten herbeizuführen. Das Kellerniveau liegt  
- mit Ausnahme des Heizungskellers - bei ca. 267,5 mNN (lichte Höhe der Keller:  
2,52 m → OK FFB KG = 270,32 mNN – 0,25 m – 2,52 m = 267,55 mNN).

Da sich die zum Heizungskeller hin sprunghaft ansteigende Mächtigkeit der Verfüllung nicht mehr signifikant auf das Setzungsverhalten auswirkt, besteht aus geotechnischer Sicht die Option, die alten Kellerböden im Untergrund zu belassen und den Abbruch der Außen- sowie Innenwände bis zur Fußbodenoberkante auszuführen. Ein Perforieren der im Untergrund verbleibenden Betonböden ist entbehrlich.

Außerhalb des Kellergrundrisses ist für die Planung ein Steigmaß der Polsterunterkante von 1:4 anzusetzen. Dies entspricht einem Winkel von ca. 14°, mit welchem die Böschung der Abbruchgrube nach erfolgtem Teilabbruch - ausgehend von einer Höhenkote von ca. 267,5 mNN - bis auf Höhe der Rohplanungsgradienten abzuflachen ist. Die Höhenlage der Rohplanungsgradienten im Erdgeschossbereich wird wie folgt abgeschätzt:

|           |                                  |
|-----------|----------------------------------|
| OK FFB EG | = 0,0 m (Kote)                   |
| abzüglich | 0,15 m Bodenaufbau               |
| abzüglich | 0,25 m Bodenplatte               |
| abzüglich | 0,15 m Wärmedämmung              |
| abzüglich | 0,05 m Sauberkeitsbeton          |
| abzüglich | 0,20 m Tragschicht STS 0/32 UF 3 |
| abzüglich | 0,40 m PSS                       |
| <hr/>     |                                  |
| Summe:    | -1,20 m                          |

Die Rohplanungsgradienten lässt sich hieraus mit ca. 269,12 mNN angeben.



Bei der Schicht PSS handelt es sich um eine Planumsstabilisierungsschicht, welche dazu dient, bei dem feinkörnigen Baugrund eine ausreichende Grundtragfähigkeit  $E_{v2} \geq 45$  MN/m<sup>2</sup> für das Auflegen der Tragschichtkonstruktion zu erhalten. Sie bildet zugleich den Baubehelf zur Durchführung der Gründungsarbeiten.

Die Tragschicht STS 0/32 UF3 sollte erst nach Abschluss der Gründungsarbeiten und Grundleitungsverlegung angedeckt werden, da ansonsten die Materialqualität durch baubetriebliche Einflüsse beeinträchtigt wird und die Schicht ganz oder teilweise ausgetauscht werden müsste.

Bei einem Arbeiten ausgehend von der Planumsstabilisierungsschicht ist die Beseitigung stark verunreinigter Partien ausreichend, welche dann durch Tragschichtmaterial ersetzt werden können.

Möglicherweise kann aus dem Abbruchmaterial ein RC-Baustoffgemisch generiert werden, welches zur Verfüllung der Abbruchgrube sowie der Planumsstabilisierungsschicht herangezogen werden kann. Alternativ ist mit Liefermaterial zu arbeiten.

Grundsätzlich wäre auch ein feinkörniger Lieferbaustoff in Kombination mit einer Bodenverbesserung mit Bindemitteln denkbar. In diesem Fall wäre auch die Vermörtelung der anstehenden Böden als Alternative zum Einbau einer Planumsstabilisierungsschicht wählbar, wobei dann eine Verschleißschicht aus Schotter mit  $d \approx 0,1$  m unterhalb der Tragschichtkonstruktion als verbleibender Baubehelf mit eingeplant werden muss.

Welche Variante gewählt wird, ist einerseits nach wirtschaftlichen Kriterien und andererseits auch aus ausführungstechnischer Sicht zu bewerten. So ist beispielsweise eine Bodenverbesserung während der Wintermonate möglicherweise nicht praktikabel (Frost).



Bei der beschriebenen Profilierung der Abbruchgrube einschließlich der angrenzenden Rohplanumsbereiche kann deren Verfüllung bis auf das Niveau der Tragschichtunterkante mit gleichem Material erfolgen. Diese Ebene wäre zweckmäßigerweise auch als Übergabeebene Erdbau / Rohbau zu verwenden, sofern eine getrennte Vergabe erfolgt.

Das IfG behält sich vor, ergänzende Anordnungen zu treffen. Beispielsweise bleibt die visuelle bzw. feldversuchstechnische Beurteilung der Arbeitsraumverfüllungen entlang des Heizungskellers sowie die Anordnung, diese gegebenenfalls auszutauschen, vorbehalten. Die Verfüllungen der höherliegenden Kellerebenen werden ohnehin bei der Profilierung des Übergangs zu den Rohplanums abgeräumt. Insofern sind hier nur kleine Teilbereiche betroffen, für welche eine gesonderte Begutachtung in der Planungsphase aus geotechnischer Sicht nicht angemessen ist, sondern baubegleitend erfolgen sollte. Auch die finalen Anforderungen an die Geometrie der Verfüllung seitlich der Keller (Abtreppungswinkel) können erst im Zuge der Gebrauchstauglichkeitsanalyse endgültig festgelegt werden.

#### **6.4.3 Wasserhaltung**

Die bestehende Kellerkonstruktion bindet in einen feinkörnigen Boden ein. Ob eine wirksame Dränanlage vorhanden ist, war bei den Feldarbeiten nicht erkennbar; unter dem Boden des Heizungskellers wurde keine Dränschicht festgestellt. Es besteht insofern die Möglichkeit, dass sich aufstauendes Sickerwasser bildet, welches bauzeitlich in offener Wasserhaltung zu fassen und abzuleiten ist.

Weiterhin ist eine ordnungsgemäße Tagwassersicherung vorzusehen.



## **6.5 Gründung**

Seitens des IfG wird als Zielkonzept eine konventionelle Flachgründung empfohlen.

Die Fundamente dürfen in qualifiziert hergestellten Verfüllungen des Altkellers sowie außerhalb dieser Verfüllungen im Hangschutt gegründet werden. Etwaige Auffüllungen und sonstige, nicht tragfähige Böden außerhalb des Kellerbereichs sind zu durchgründen.

Der Bodenaustausch ist in Füllbeton (Mindestgüte C 12/15) auszuführen, wobei sukzessive mit dem Aushub der Austauschbeton einzubringen ist, damit die Kurzzeitstabilität der Fundamentböschungen gewährleistet bleibt.

Die statischen Fundamente sind aufzuschalen und die Arbeitsräume mit verdichtungsfähigem Material beizufüllen, wobei eine Verdichtungsleistung  $D_{Pr} \geq 100 \%$  der einfachen Proctordichte zu erreichen ist.

Als Bemessungswert des Sohlwiderstands kann nach Eurocode 7 in Verbindung mit nationalem Anhang und DIN 1054:2010-12 ein

$$\sigma_{R,d} \leq 350 \text{ kN/m}^2$$

angesetzt werden.

Dies entspricht im Sinne der DIN 1054:2005-01 einem zulässigen Sohldruck

$$\sigma_{zul} \leq 250 \text{ kN/m}^2$$



Es ergibt sich folgende vorläufige Setzungsprognose:

|                      |                                |
|----------------------|--------------------------------|
| Setzungen:           | $s \leq 2,0 \text{ cm}$        |
| Setzungsdifferenzen: | $\Delta s \leq 2,0 \text{ cm}$ |
| Verdrehungen:        | $\Delta s/l \leq 1/500$        |

Diese Prognose basiert auf der in Kapitel 6.3 vorgestellten Parameterstudie und ist durch detaillierte Setzungsbetrachtungen zu präzisieren. Es ist erforderlich, die Unterkante der qualifizierten Auffüllungen sehr realitätsnah abzubilden. Die Bestandsunterlagen zur Kellerkonstruktion sind daher auf Richtigkeit zu prüfen, gegebenenfalls zu präzisieren und in den Abbruch- und Aushubplan zu übernehmen, welcher dann mit den Fundamentplänen des Tragwerksplaners überlagert werden kann. Hingegen kann die Liegendgrenze des Hangschutts aus geotechnischer Sicht einheitlich mit 266,0 mNN in Ansatz gebracht werden.

Der Nachweis einer ausreichenden Sicherheit gegenüber Grundbruch ist bei angenommenen Fundamentmindestabmessungen von

$$b/t \geq 0,4 \text{ m}/0,6 \text{ m}$$

gewährleistet.





## **6.6 Fußbodenkonstruktion**

Auf dem Bauplanum (OK PSS) steht eine Grundtragfähigkeit  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  zur Verfügung.

Die Schicht ist nach Abschluss der Gründungsarbeiten und tiefbautechnischen Erschließungsarbeiten nach Erfordernis nachzubessern, anschließend ist eine Schottertragschicht STS 0/32 UF3 mit  $d = 0,20 \text{ m}$  anzudecken und zu verdichten. Auf der Oberkante gilt eine Anforderung an den Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$ .

Auf die so vorbereitete Schicht kann die Bodenplatte aufgelegt werden.

Für den Nachweis der Bodenplatte nach dem Bettungsmodulverfahren kann in Anlehnung an die Bemessung von Industrieböden ein Bettungsmodul  $k_s \approx 50 \text{ MN/m}^3$  herangezogen werden.

## **6.7 Bauwerksabdichtung**

Sofern keine Anschüttungen gegen den Baukörper vorgenommen werden, kann auf die Anlage einer Dränage verzichtet werden.

Anfallendes Oberflächenwasser ist mit Gegengefälle vom Bauwerk wegzuführen.

Unter der Bodenplatte ist eine filter- und kapillarbrechende Schicht der Körnung STS 0/32 UF3 und  $k_f > 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$  mit  $d = 0,2 \text{ m}$  aufzubringen. Für die Bodenplatte gilt gemäß DIN 18533-1 ein Abdichtungskonzept nach der Situation W 1.1-E.

Die Wandsockel sind gemäß DIN 18533-1, Situation W 4-E, abzudichten.



## **7.0 Geodynamik**

Nach DIN 4149 ist der Projektstandort Gladenbach in keine ausgewiesene Erdbebenzone einzuordnen.

Somit muss kein gesonderter Nachweis für den Lastfall Erdbeben erbracht werden.



## **8.0 Bodenklassen / Frostklassen / Homogenbereiche**

Nach DIN 18300 (Erdarbeiten) ergibt sich folgende Bodenklassifikation:

| <b>Bodenarten</b>           | <b>Bodenklassen nach<br/>DIN 18300</b> | <b>Homogenbereich<br/>nach DIN 18300</b> |
|-----------------------------|--|--|
| Oberboden (auch aufgefüllt) | 1                                      | _*                                       |
| Auffüllung, Oberbau         | 4                                      | EA-A                                     |
| Auffüllung, feinkörnig      | 3 - 4                                  | EA-A                                     |
| Hangschutt                  | 4                                      | EA-Lo                                    |
| Felsersatz                  | n.G.d.A.                               | n.G.d.A.                                 |

n.G.d.A. = nicht Gegenstand der Arbeiten

\* Oberbodenarbeiten sind nach DIN 18320 auszuschreiben

Die im Baubereich anstehenden Böden sind nach ZTV E-StB 17 hinsichtlich der Frostepfindlichkeit wie folgt einzustufen:

| <b>Bodenarten</b>           | <b>Frostepfindlichkeitsklassen nach<br/>ZTV E StB 17</b> |
|-----------------------------|--|
| Oberboden (auch aufgefüllt) | -  |
| Auffüllung, Oberbau         | F 3  |
| Auffüllung, feinkörnig      | F 3  |
| Hangschutt                  | F 3  |
| Felsersatz                  | nicht frostzugänglich                                    |

F1 - nicht frostepfindlich

F2 - gering bis mittel frostepfindlich

F3 - sehr frostepfindlich

Insbesondere bei Winterbaustellen sind die entsprechenden Zusatzmaßnahmen zur Sicherung der Planums- und Gründungsflächen zu beachten.



Sofern die Ausschreibung der Erdarbeiten nach DIN 18300:2019-09 erfolgen soll, sind die bei den Erdarbeiten anfallenden bzw. zu bearbeitenden Böden aufgrund vergleichbarer Eigenschaften zu einem Homogenbereich zusammenzufassen. Die wesentlichen geotechnischen Eigenschaften sind dann mit folgenden Merkmalen anzugeben:

| Homogenbereich   | EA-A  | EA-Lo   |
|--|---|---|
| Bezeichnung  | Auffüllung<br>fein- bis grobkörnig                          | Hangschutt  |
| Bodengruppe (DIN 18196)  | A   | TM/TL/GÜ  |
| Massenanteil<br>Steine, Blöcke und große Blöcke<br>(DIN EN ISO 14688-1)                        | X: < 10 %<br>Bo: < 5 %<br>LBo: < 1 %                        | X: < 10 %<br>Bo: < 5 %<br>LBo: 0 < 3 %                      |
| Korngrößenverteilung<br>(DIN EN ISO 17892-4)   | T: 0 – 30 %<br>U: 0 – 60 %<br>S: 10 – 40 %<br>G: 0 bis 80 % | T: 10 – 30 %<br>U: 20 – 50 %<br>S: 5 – 25 %<br>G: 20 – 50 % |
| Feuchtdichte<br>(DIN EN ISO 17892-2; DIN 18125-2)  | 1,8 – 2,2 t/m <sup>3</sup>                                  | 1,8 – 2,2 t/m <sup>3</sup>                                  |
| Undrained Scherfestigkeit $c_{u,k}$<br>(DIN 4094-4, DIN EN ISO 17892-7;<br>DIN EN ISO 17892-8) | 25 – 200 kN/m <sup>2</sup>                                  | 100 – 600 kN/m <sup>2</sup>                                 |
| w (DIN EN ISO 17892-1)   | 2 – 30 %  | 5 – 25 %  |
| $I_p$ (DIN EN ISO 17892-12)  | 5 – 25 %  | 5 – 25 %  |
| $I_c$ (DIN EN ISO 17892-12)  | 0,5 – 1,5   | 0,75 – 1,50   |
| $I_D$ (DIN EN ISO 14688-2; DIN 18126)  | 15 % – 85 %   | ---   |
| Organischer Anteil (DIN 18128)   | < 1 %   | < 1 %   |

Hierin sind:

- $\rho$  = Feuchtdichte (t/m<sup>3</sup>)
- $c_{u,k}$  = undrained Scherfestigkeit (kN/m<sup>2</sup>)
- w = Wassergehalt (%)
- $I_p$  = Plastizitätszahl (%)
- $I_c$  = Konsistenzzahl
- $I_D$  = bezogene Lagerungsdichte



Es handelt sich vorstehend nicht um charakteristische Kenndaten im Sinne der DIN EN 1997.

Lieferbaustoffe sind in den Homogenbereich EA-L einzustufen und sind nicht Gegenstand der Bodenklassifikation des IfG. Die Eigenschaften von Lieferbaustoffen müssen sich aus der Leistungsbeschreibung ergeben.



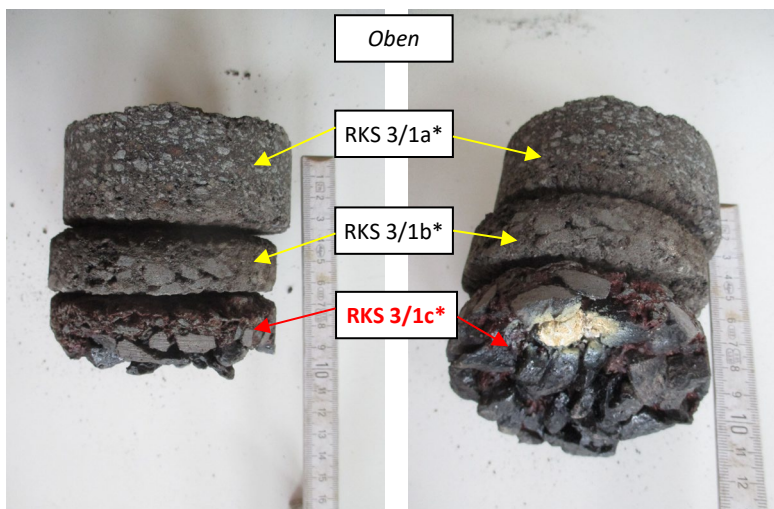
## **9.0 Abfallrechtliche Untersuchungen**

### **9.1 Probenzusammenstellung / Analytik**

Zur orientierenden abfallrechtlichen Einstufung der in Form von Schwarzdecken / Asphalt, Auffüllungen und natürlichen Böden potentiell anfallenden Aushubmaterialien wurden die in den nachstehenden Tabellen 1 bis 3 aufgeführten Proben zusammengesetzt.

**Tabelle 1: Schwarzdecken / Asphalt**

| Probe    | Aus Aufschlüssen (RKS) | Entnahmetiefe m u GOK      | Anmerkung   |
|----------|------------------------|----------------------------|---|
| SD 1     | 1/1<br>3/1a + 3/1b*    | 0,00 - 0,07<br>0,00 - 0,07 | organoleptisch unauffällig  |
| RKS 3/1c | 3/1c*                  | 0,07 - 0,09                | alte Spritz-/ Streudecke unterhalb einer neueren Asphaltdecke, organoleptisch auffällig, Geruch nach PAK; der qualitative Schnelltest mittels Lackansprühverfahren zeigte eine deutliche Gelb-/ Braunverfärbung des Lacks (siehe nachstehendes Foto rechts), dies weist zusätzlich zum Geruch auf erhöhte PAK-Werte hin |



\*Die Einteilung des erbohrten SD-Kerns der RKS 3 in die Proben 1a, 1b und 1c ist aus Platzgründen nicht im Profilschnitt der Anlage 2.2 dargestellt. Zur Verdeutlichung der Verhältnisse sind die vorstehenden Fotos aufgeführt.



**Tabelle 2: Auffüllung Boden (partiell bis zu 10 Vol.-% mineralischen Fremdbestandteile)**

| Probe | Aus Aufschlüssen (RKS)                | Entnahmetiefe m u GOK                     | Anmerkung |
|-------|---------------------------------------|---|-----------|
| A 1   | 1/2 + 1/3<br>3/2 + 3/3<br>4A/2 + 4A/3 | 0,07 - 1,40<br>0,09 - 1,10<br>0,20 - 1,40 | -         |

Obwohl keine Hinweise darauf festgestellt wurden, sind lokale Vorkommen von Auffüllungen mit relevanten Bauschuttanteilen von > 10 Vol.-%, also Bauschutt im Sinne des *Baumerkblatts*, Kap. 4.1 welche nach Anhang 1, Tabelle 2 zu untersuchen wären, nicht mit Sicherheit auszuschließen. Derartige Vorkommen können abschließend nur baubegleitend im Rahmen der Aushubmaßnahmen beurteilt werden.

**Tabelle 3: Natürliche Böden**

| Probe | Aus Aufschlüssen (RKS)          | Entnahmetiefe m u GOK                                    | Anmerkung |
|-------|---------------------------------|--|-----------|
| NB 1  | 1/4<br>3/4<br>4A/4<br>6/2 + 6/3 | 1,40 - 2,10<br>1,10 - 2,10<br>1,40 - 2,10<br>0,40 - 2,10 | -         |

Die Gewinnung der Proben erfolgte im Aufschlussverfahren nach DIN 4021.

Die Probenahmeprotokolle liegen dem Bericht in der Anlage 6 bei.

Unter Berücksichtigung der organoleptischen Ansprache wurden die oben aufgeführten Proben von dem akkreditierten Vertragslabor des IfG, der Dr. Graner & Partner GmbH gemäß nachstehend aufgeführtem Deklarationsumfang untersucht:



**Tabelle 4: Deklarationsumfang**

| Probe              | Deklarationsumfang   |
|--------------------|--|
| SD 1,<br>RKS 3/1c* | jeweils<br>$\sum$ PAK n. EPA (Feststoff)   |
| A 1,<br>NB 1       | jeweils<br><i>Baumerkblatt Kap. 4.1 Boden gemäß Tabellen 1.1 – 1.3, Anhang 1**</i> |

\* Die zusätzliche Untersuchung der Probe RKS 3/1c auf die  $\sum$  PAK wurde zuvor mit dem Auftraggeber abgestimmt.

\*\*Es bestand kein Verdacht auf spezifische, nutzungs- oder immissionsbedingte Schadstoffbelastungen, sodass keine Notwendigkeit vorlag, den Untersuchungsumfang um ergänzende, nicht in den Tabellen der Anlage 7 enthaltene Parameter zu erweitern.





## **9.2 Untersuchungsergebnisse**

### **Schwarzdecken / Asphalt**

Als **Abgrenzungskriterium zur Beurteilung der Teerhaltigkeit** wird der Zuordnungswert Z 2 des Summenparameters **PAK von 75 mg/kg** der Tabelle 2 des Anhangs 1 des *Baumerkblatts* herangezogen, welcher übergangsweise, bis zur Einführung der bundeseinheitlichen Regelungen sinngemäß Anwendung findet.

Aufgrund des in der Probe **SD 1** nachgewiesenen  **$\Sigma$  PAK – Gehaltes von 8,42 mg/kg** sind die durch diese Proben repräsentierten Schwarzdeckenmaterialien als **bituminös** einzustufen.

Aufgrund des in der Probe **RKS 3/1c** nachgewiesenen  **$\Sigma$  PAK – Gehaltes von 522,74 mg/kg** sind die durch diese Proben repräsentierten Schwarzdeckenmaterialien als **teerhaltig** und **gefährlicher Abfall** einzustufen (Grenzwert gemäß *Baumerkblatt*: 400 mg/kg).

Der entsprechende Prüfbericht des Labors ist dem Bericht in der Anlage 8 beigelegt.

### **Boden**

Die Ergebnisse der durchgeführten abfallrechtlichen Deklarationsanalysen sind in den Tabellen 1a und 1b der Anlage 7 dokumentiert und den Zuordnungswerten des *Baumerkblatts* gegenübergestellt.

Die entsprechenden Prüfberichte des Labors sind dem Bericht ebenfalls in der Anlage 8 beigelegt.

In nachfolgender Tabelle 5 sind die aus den Analysenergebnissen resultierenden abfallrechtlichen Einstufungen dargestellt:



**Tabelle 5: Abfallrechtliche Einstufungen**

| Probe             | Aus<br>Aufschlüssen<br>(RKS) | Tiefe<br>m u GOK <sup>*1</sup> | Abfalleinstufung<br>gemäß <i>Baumerkblatt 2018</i> |      |     |       |       |     |       | Abfall-<br>einstufende<br>Parameter |
|-------------------|------------------------------|--------------------------------|--|------|-----|-------|-------|-----|-------|-------------------------------------|
|                   |                              |                                | Z 0  | Z 0* | Z 1 | Z 1.1 | Z 1.2 | Z 2 | > Z 2 |                                     |
| Auffüllung Boden  |                              |                                |  |      |     |       |       |     |       |                                     |
| A 1               | 1, 3, 4A                     | 0,07 - 1,40                    |  |      |     |       |       | X   |       | B(a)p, $\Sigma$ PAK (F)             |
| natürlicher Boden |                              |                                |  |      |     |       |       |     |       |                                     |
| NB 1              | 1, 3, 4A, 6                  | 0,40 - 2,10                    |  |      | X   |       |       |     |       | Arsen (F)                           |

F: Feststoff

E: Eluat

<sup>\*1</sup> = min. - max. gemäß Bohrungen

Der in der Probe NB 1 nachgewiesene, leicht erhöhte Werte von Arsen im Feststoff ist geogen bedingt.

Der weiterhin in der Probe NB 1 ermittelte, leicht erhöhte pH-Wert von 9,3 im Eluat liegt materialimmanent bzw. ebenfalls geogen vor und ist daher aus fachgutachterlicher Sicht abfallrechtlich grundsätzlich nicht einstufungsrelevant.

Hinweise auf anthropogene Einträge liegen nicht vor.



### **9.3 Allgemeine Hinweise zum Probenahmeverfahren und zur Entsorgung**

Bei der Entsorgung von Materialien im Sinne einer Verwertung vor Ort oder außerhalb des Projektareals oder einer Ablagerung auf einer Deponie sind die genannten, geltenden Vorschriften bzw. die zum Zeitpunkt der Baumaßnahme dann gültigen abfallrechtlichen Vorschriften zu beachten.

#### **Probenahmeverfahren**

Grundsätzlich wird seitens der Annahmestellen die abfallrechtliche Deklaration aus In-situ-Beprobungen für die fachgerechte Entsorgung akzeptiert. Im Einzelfall kann allerdings eine Deklarationsanalyse aus einer Haufwerksbeprobung gefordert werden.

#### **Anzahl der Deklarationsanalysen**

Grundsätzlich ist für die Entsorgung von je 500 m<sup>3</sup> / 1.000 t des im Rahmen von Aushubmaßnahmen anfallenden Materials eine vollständige Deklarationsanalytik vorzulegen. In Abhängigkeit der Zulassungsbedingungen bzw. Annahmekriterien der Deponien bzw. Verwertungsstellen kann jedoch die Vorlage einer vollständigen Deklarationsanalyse für maximal 250 m<sup>3</sup> / 500 t gefordert werden.

#### **Zeitpunkt der Erstellung der Deklarationsanalytik**

Abfallrechtliche Deklarationsanalysen, welche 6 Monate oder älter sind, werden erfahrungsgemäß von den Annahmestellen nicht akzeptiert.

#### **Länderspezifisch abweichende Grenzwerte / Parameterumfang**

Die abfallrechtliche Deklaration erfolgt nach den am Anfallort geltenden, länderrechtlichen Vorschriften. Sollte die Entsorgung nicht in dem Bundesland des Anfallorts erfolgen, kann dies aufgrund länderspezifisch unterschiedlicher Grenzwerte einzelner Parameter bzw. unterschiedlichem Parameterumfang zu Abweichungen gegenüber den dokumentierten abfallrechtlichen Einstufungen führen.



### **Annahmespezifisch abweichender Parameterumfang**

Aufgrund betriebseigener, zulassungsbedingt vorgeschriebener Annahmekriterien der für die Andienung in Frage kommenden Deponiebetriebe / Verwertungsstellen kann es erforderlich werden, nicht in der *DepV* bzw. dem *Baumerkblatt* enthaltene Parameter zu analysieren. Die für die Annahmestellen jeweils vorgeschriebenen Grenzwerte sind einzuhalten.

### **Abweichende Grenzwerte / Annahmekriterien**

Aufgrund zulassungsbedingt unterschiedlicher Annahmekriterien sowohl von Deponien als auch von nicht nach *DepV* zugelassenen Verwertungsstellen können hinsichtlich der Klassifikationsgrenzwerte Abweichungen bestehen.

### **Entsorgung: Verwertung (Wiedereinbau) / Beseitigung (Deponierung)**

Gemäß *Baumerkblatt Kap. 4.1* i.V.m. *LAGA M 20 2003* und *LAGA M 20 2004, Teil II* darf Bodenmaterial der LAGA-Einbauklassen 0 bis 2 und Bauschuttmaterial der LAGA-Einbauklassen 0 bis 2 unter den in *Kap. 4.2* dieser Richtlinie i.V.m. der *LAGA M 20 1997* genannten Voraussetzungen wieder eingebaut werden.

Die Zuordnungswerte Z 2 stellen die Obergrenze für den Einbau von Material in technischen Bauwerken mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen dar. Bei Überschreitung der Zuordnungswerte Z 2 ist daher die Entsorgung auf einer Deponie bzw. einer nach *DepV* zugelassenen Annahmestelle zwingend erforderlich. Eine Verwertung i.S. eines Wiedereinbaus ist nicht zulässig.

### **Mantelverordnung**

**Am 01.08.2023 wird die bundesweit gültige „Mantelverordnung“ bzw. die Ersatzbaustoffverordnung in Kraft treten, welche neue Regelungen für Entsorgungsmaßnahmen beinhaltet. Es wurden bislang noch keine Richtlinien bezüglich der entsprechenden Umsetzung bei laufenden Projekten veröffentlicht.**



## **9.4 Projektbezogene Vorgehensweise**

### **9.4.1 Entsorgung**

#### **Schwarzdecken / Asphalt**

Die durch die Probe SD 1 repräsentierten bituminösen Materialien können unter dem AVV-Abfallschlüssel *17 03 02 Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 03 01 fallen* entsprechend entsorgt werden.

Die durch die Probe **RKS 3/1c** repräsentierten **teerhaltigen**, als **gefährlicher Abfall** eingestuft Materialien können unter dem AVV-Abfallschlüssel *17 03 01\* kohlenteeerhaltige Bitumengemische* entsorgt werden.

Beim Aushub ist sorgfältig auf eine Trennung der unterschiedlichen Materialien zu achten.

#### **Boden**

Die durchgeführte abfallrechtliche Einstufung der nachstehend aufgeführten Proben gilt – die Akzeptanz einer In-situ-Beprobung seitens der Verwertungsstelle vorausgesetzt – **verbindlich im Falle einer Entsorgung im Sinne einer Wiederverwertung außerhalb von Deponien.**

Auf Grundlage der diesem Bericht beiliegenden Deklarationsanalytik aus den Proben

|             |   |            |
|-------------|---|------------|
| <b>A 1</b>  | Auffüllung (Boden) der <b>Einbaukonfiguration</b> | <b>Z 2</b> |
| <b>NB 1</b> | natürlicher Boden der <b>Einbaukonfiguration</b>  | <b>Z 1</b> |



können grundsätzlich (vgl. Kap. 9.3 Allgemeine Hinweise) je Deklarationsanalytik bis zu 500 m<sup>3</sup> / 1.000 t der durch diese Proben repräsentierten Aushubmaterialien einer geregelten Entsorgung zugeführt werden.

#### **9.4.2 Wiederverwertung vor Ort**

Grundsätzlich sind die geotechnischen Vorgaben bzw. Empfehlungen des vorliegenden Berichts zu beachten.

##### Umweltrechtliche Aspekte

Aufgrund der geogen vorliegenden Belastung des natürlichen Bodens können diese Materialien gemäß *BBodSchV* vor Ort wiederverwertet werden.

Der Einbau von Bodenmaterialien der Einbaukonfiguration Z 2 (Probe A 1) ist gemäß *Baumerkblatt Kap. 4.1 i.V.m. LAGA M 20 2003 und LAGA M 20 2004, Teil II (Boden)* bspw. „*nur in technischen Bauwerken bzw. unter definierten technischen Sicherungsmaßnahmen zulässig (nicht oder nur gering wasserdurchlässige Bauweise).*“ Ggfls. wird die vorlaufende Abstimmung mit der zuständigen Fachbehörde angeraten.

Der Vollständigkeit halber wird nochmals dokumentiert, dass sich das Baugrundstück außerhalb von Überschwemmungs- sowie Grundwasserschutzgebieten befindet.



## **10.0 Schlussbemerkungen**

Der vorliegende Geotechnische Bericht enthält die Beschreibung der Baugrund- und Grundwassersituation am Projektstandort des geplanten Förderstufengebäudes auf dem Gelände der Freiherr-vom-Stein-Schule, Gladenbach.

Aus der vorliegenden Baugrunderkundung, den durchgeführten bodenmechanischen Laborprüfungen und der Feststellung der Grundwasserverhältnisse ergibt sich in Abstimmung mit den Planvorgaben die Einstufung in die geotechnische Kategorie GK-2.

Folgerichtig ist nach den Vorgaben des Eurocode 7 in Verbindung mit nationalem Anhang und DIN 1054:2010-12 der Geotechnische Entwurfsbericht zur Fortschreibung zu bringen. Grundlagen hierfür sind die weiteren Planvorlagen sowie tragwerksplanerische Vorgaben.

Erst nach deren endgültigen Abstimmung mit den geotechnischen Vorgaben und der Erstellung des Geotechnischen Entwurfsberichts wird die baureife Grundlage geschaffen.

**Für den Neubau des Förderstufengebäudes ist eine detaillierte Setzungsanalyse zwingende Voraussetzung, um die Anforderungen an die Geometrie der abgetreppeten bzw. abgeschrägten Bodenpolster (Übergang Kellerverfüllung zum gewachsenen Untergrund) endgültig festzulegen.**

Ergänzend wird bereits jetzt darauf hingewiesen, dass die Bodenverhältnisse, welche aus punktuellen Bodenaufschlüssen abgeleitet wurden, durch den geotechnischen Berater im Zuge der Bauausführung zu überprüfen und die Gründungssohlen abnehmen zu lassen sind.



Der vorliegende Bericht ist nur in seiner Gesamtheit verbindlich und fortzuschreiben.

Limburg, den 20.06.2023/sh

Bearbeiter (Baugrund):  
Jochen Stegemann  
(Dipl.-Ing. FH)

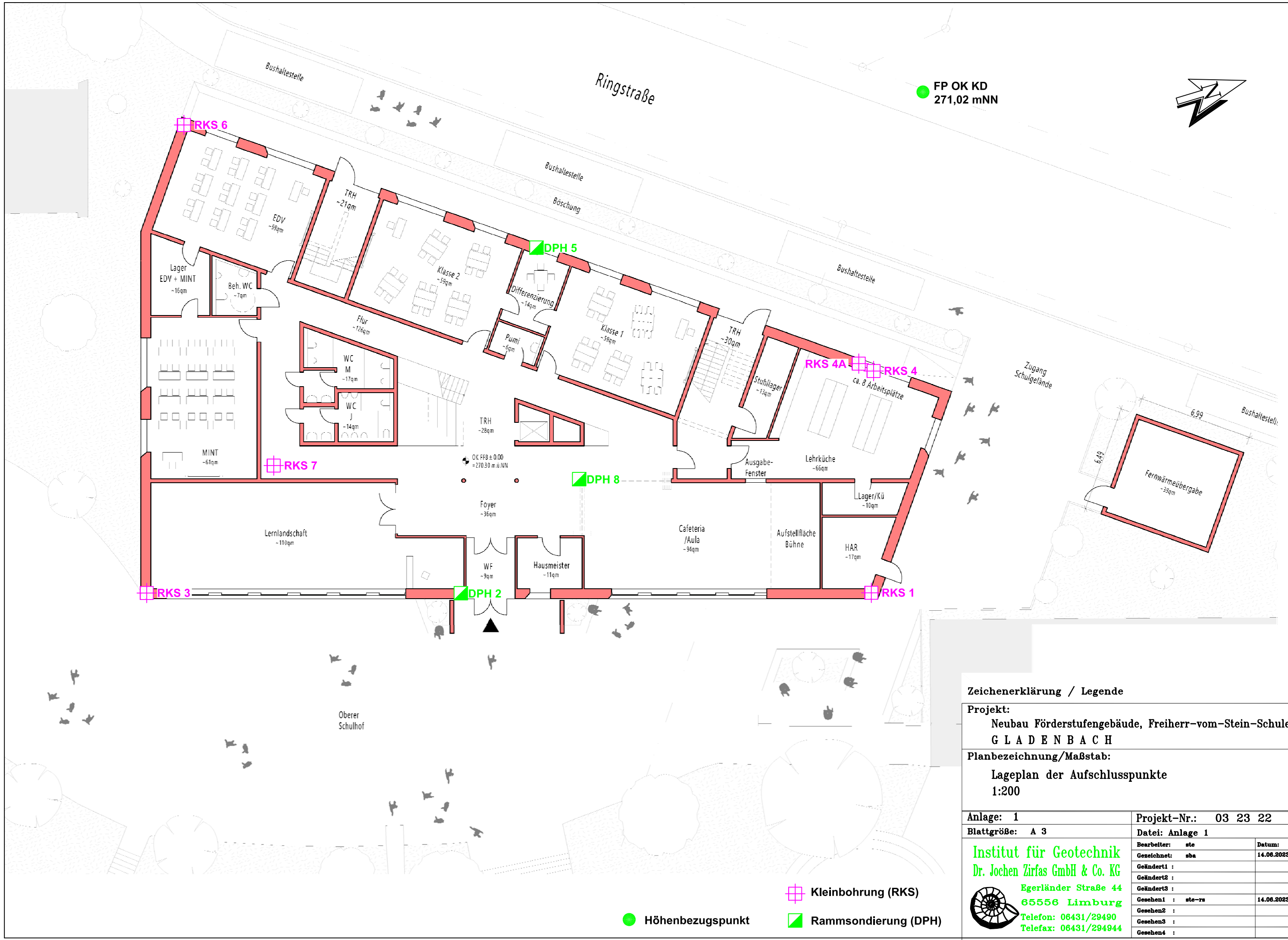
Bearbeiter (Umwelt):  
Michael Prox  
(Dipl.-Ing. FH)

Ralph Schäffer  
(Dipl.-Ing.)

Christian Zirfas  
(Bachelor of Engineering)  
(M.A. European Business)

Institut für Geotechnik Dr. Jochen Zirfas  
GmbH & Co. KG






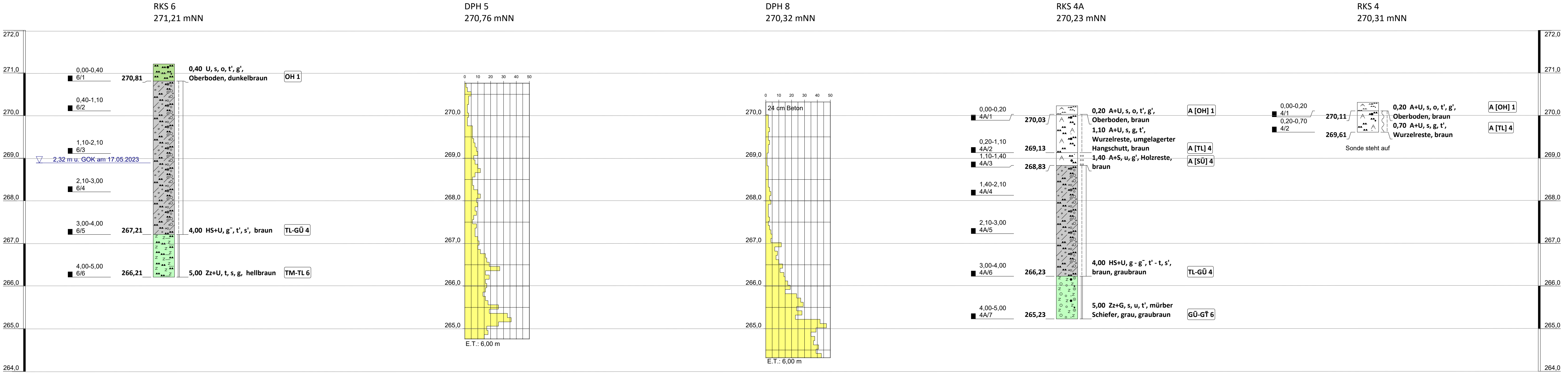
Zeichenerklärung / Legende

Projekt:  
Neubau Förderstufengebäude, Freiherr-vom-Stein-Schule  
GLADENBACH

Planbezeichnung/Maßstab:  
Lageplan der Aufschlusspunkte  
1:200

|  |                       |                   |
|--|-----------------------|-------------------|
| Anlage: 1  | Projekt-Nr.: 03 23 22 |                   |
| Blattgröße: A 3  | Datei: Anlage 1       |                   |
| <div><div>Institut für Geotechnik<br/>Dr. Jochen Zirfas GmbH &amp; Co. KG</div><div><div><div>Egerländer Straße 44<br/>65556 Limburg<br/>Telefon: 06431/29490<br/>Telefax: 06431/294944</div></div></div></div> | Bearbeiter: ste       | Datum: 14.06.2023 |
|  | Gezeichnet: sba       |                   |
|  | Geändert1:            |                   |
|  | Geändert2:            |                   |
|  | Geändert3:            |                   |
|  | Gesehen1: ste-ra      | 14.06.2023        |
|  | Gesehen2:             |                   |
|  | Gesehen3:             |                   |
| Gesehen4:  |                       |                   |

● Höhenbezugspunkt      ▣ Kleinbohrung (RKS)      ▣ Rammsondierung (DPH)



Rammsondierung nach DIN EN 22476-2

ET

Endtiefe

M

Mächtigkeit der DPH

Schlagzahlen für 10 cm Eindringtiefe

|                     |           |           |           |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|
|                     | DPL       | DPM       | DPH       |
| Spitzendurchmesser  | 3.57 cm   | 4.37 cm   | 4.37 cm   |
| Spitzenquerschnitt  | 10.00 cm² | 15.00 cm² | 15.00 cm² |
| Gestängedurchmesser | 2.20 cm   | 3.20 cm   | 3.20 cm   |
| Rammbörgewicht      | 10.00 kg  | 30.00 kg  | 50.00 kg  |
| Fallhöhe            | 50.00 cm  | 50.00 cm  | 50.00 cm  |

**Hauptbodenarten:**

- breiig
- weich
- steif
- halbfest
- fest
- locker
- mitteldicht
- dicht

**Soil Types and Symbols:**

- Schluff (U)
- Hangschutt (HS)
- Felsersatz (Zz)

**Groundwater Levels:**

- Grundwasser (nach Ende der Bohrung): 269,13 m
- Grundwasser (Ruhe): 269,13 m

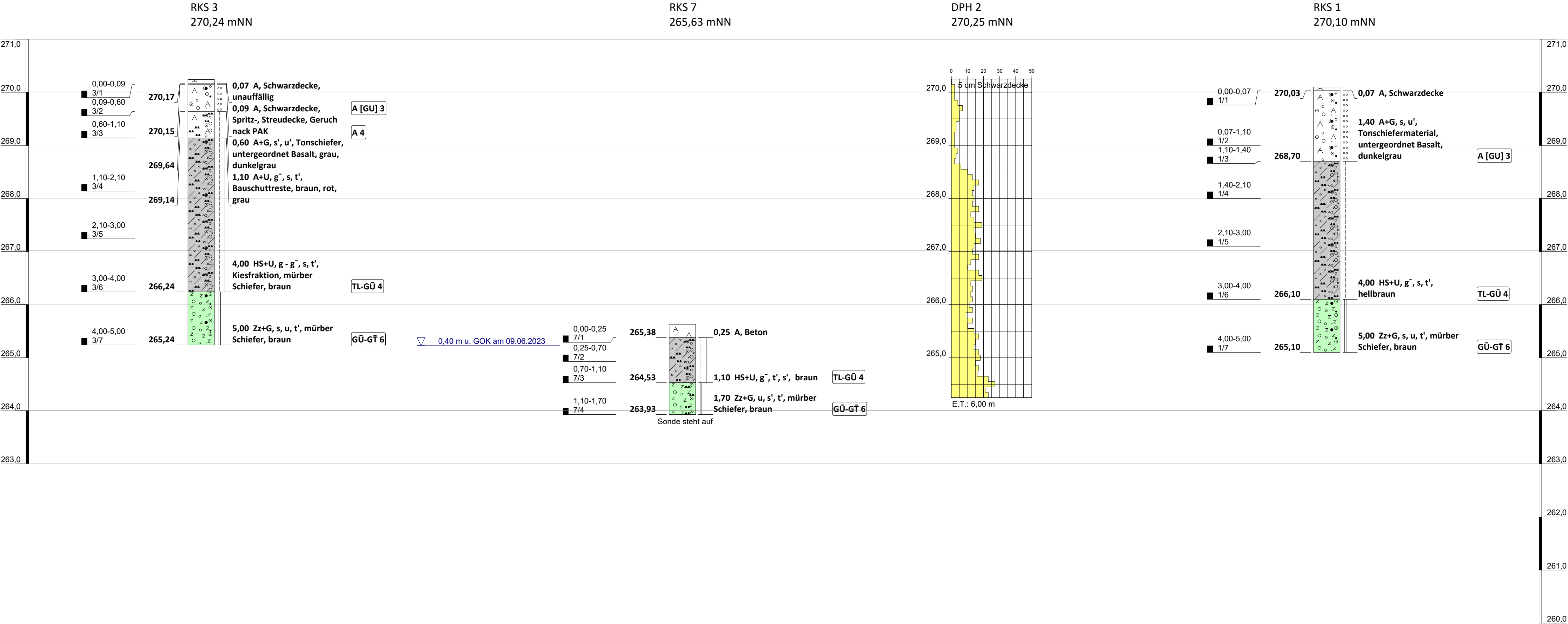
**INSTITUT FÜR GEOTECHNIK**  
DR. JOCHEN ZIRFAS  
GMBH & CO. KG

EBERLÄNDER STRASSE 44  
65556 LIMBURG  
TEL: 06431/2949-0  
E-MAIL: ifg@ifg.de

Projekt: **Neubau Förderstufengebäude, Freiherr-vom-Stein-Schule GLADENBACH**

Planbezeichnung: Profilschnitt der Kleinbohrungen, Widerstandskennliniendiagramme RKS 6, DPH 5, DPH 8, RKS 4A, RKS 4

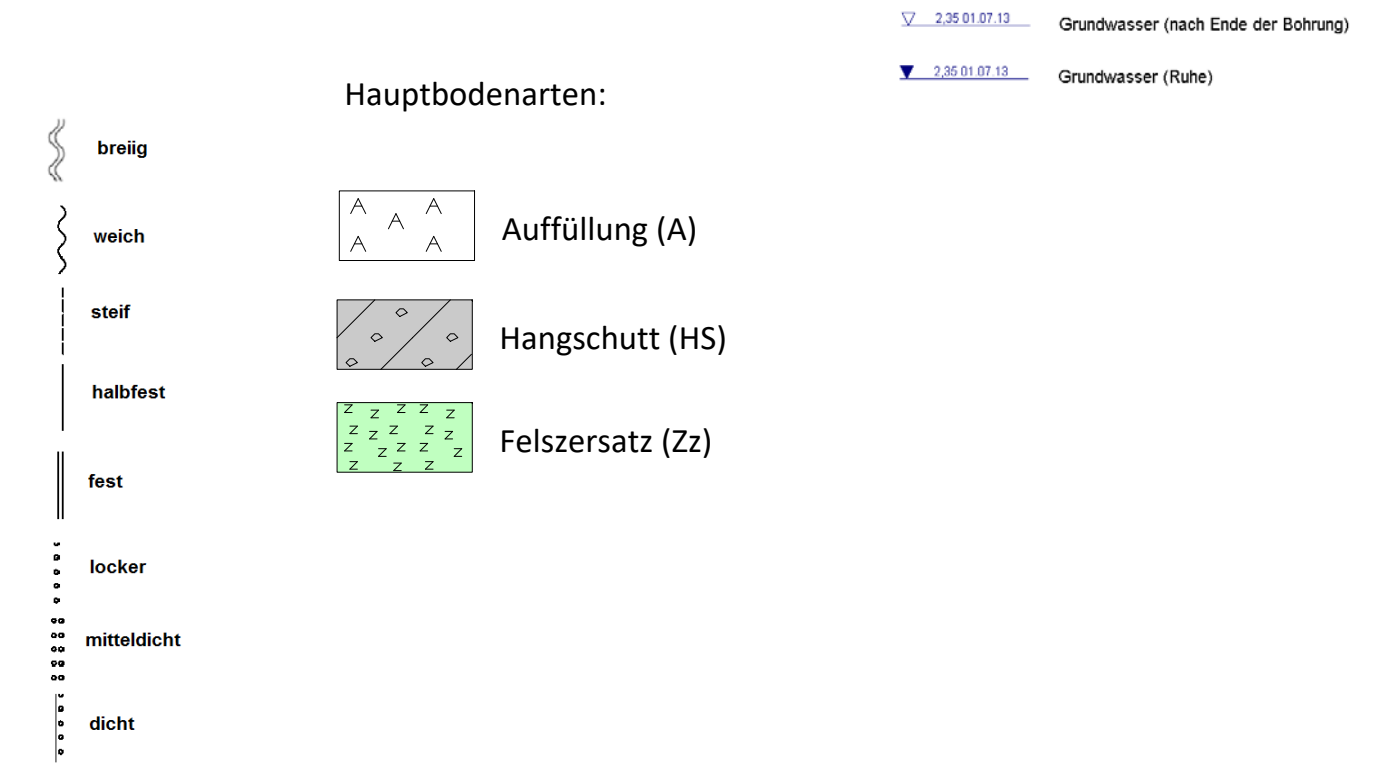
|                |          |  |                 |            |
|----------------|----------|--|-----------------|------------|
| Aktenzeichen:  | 03 23 22 |  | Sachbearbeiter: | STE        |
| Anlagen Nr.:   | 2.1      |  | Zeichner:       | SBA        |
| Plan Nr.:      | 1/2      |  | Gezeichnet am:  | 14.06.2023 |
| Maßstab (H/L): | 1:50/--- |  | Geprüft am:     | 14.06.2023 |



Rammsondierung nach DIN EN 22476--2

ET Endtiefe  
M Mächtigkeit der DPH

|                     | DPL       | DPM       | DPH       |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|
| Spitzendurchmesser  | 3.57 cm   | 4.37 cm   | 4.37 cm   |
| Spitzenquerschnitt  | 10.00 cm² | 15.00 cm² | 15.00 cm² |
| Gestängedurchmesser | 2.20 cm   | 3.20 cm   | 3.20 cm   |
| Rambbürgewicht      | 10.00 kg  | 30.00 kg  | 50.00 kg  |
| Fallhöhe            | 50.00 cm  | 50.00 cm  | 50.00 cm  |



**INSTITUT FÜR GEOTECHNIK**  
DR. JOCHEN ZIRFAS  
GMBH & CO. KG

EGERLÄNDER STRASSE 44  
65556 LIMBURG  
TEL: 06431/2949-0  
E-MAIL: IFG@IFG.DE

Projekt: **Neubau Förderstufengebäude, Freiherr-vom-Stein-Schule GLADENBACH**

Planbezeichnung: Profilschnitt der Kleinbohrungen, Widerstandskennliniendiagramm  
RKS 3, RKS 7, DPH 2, RKS 1

|                |          |                 |            |
|----------------|----------|-----------------|------------|
| Aktenzeichen:  | 03 23 22 | Sachbearbeiter: | STE        |
| Anlagen Nr.:   | 2.2      | Zeichner:       | SBA        |
| Plan Nr.:      | 2/2      | Gezeichnet am:  | 14.06.2023 |
| Maßstab (H/L): | 1:50/--- | Geprüft am:     | 14.06.2023 |

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Neubau Förderstufengebäude, Freiherr-vom-Stein-Schule

Gladenbach

Prüfungsnummer: 032322\_1

Bodenart: Hangschutt

Art der Entnahme: GP

Probe entnommen am: 17.05.2023

Bearbeiter: td

Datum: 24.05.2023

|                                |           |           |
|--------------------------------|-----------|-----------|
| Probenbezeichnung:             | 1/4       | 1/5       |
| Entnahmestelle:                | RKS 1     | RKS 1     |
| Entnahmetiefe [m]:             | 1,4 - 2,1 | 2,1 - 3,0 |
| Feuchte Probe + Behälter [g]:  | 337.82    | 360.60    |
| Trockene Probe + Behälter [g]: | 315.47    | 333.81    |
| Behälter [g]:                  | 138.80    | 139.42    |
| Porenwasser [g]:               | 22.35     | 26.79     |
| Trockene Probe [g]:            | 176.67    | 194.39    |
| Wassergehalt [%]:              | 12.65     | 13.78     |

|                                |           |           |
|--------------------------------|-----------|-----------|
| Probenbezeichnung:             | 1/6       | 6/2       |
| Entnahmestelle:                | RKS 1     | RKS 6     |
| Entnahmetiefe [m]:             | 3,0 - 4,0 | 0,4 - 1,1 |
| Feuchte Probe + Behälter [g]:  | 360.28    | 355.52    |
| Trockene Probe + Behälter [g]: | 338.14    | 337.04    |
| Behälter [g]:                  | 169.26    | 162.58    |
| Porenwasser [g]:               | 22.14     | 18.48     |
| Trockene Probe [g]:            | 168.88    | 174.46    |
| Wassergehalt [%]:              | 13.11     | 10.59     |

|                                |           |           |
|--------------------------------|-----------|-----------|
| Probenbezeichnung:             | 6/3       | 6/4       |
| Entnahmestelle:                | RKS 6     | RKS 6     |
| Entnahmetiefe [m]:             | 1,1 - 2,1 | 2,1 - 3,0 |
| Feuchte Probe + Behälter [g]:  | 382.25    | 339.78    |
| Trockene Probe + Behälter [g]: | 367.28    | 317.19    |
| Behälter [g]:                  | 139.47    | 139.08    |
| Porenwasser [g]:               | 14.97     | 22.59     |
| Trockene Probe [g]:            | 227.81    | 178.11    |
| Wassergehalt [%]:              | 6.57      | 12.68     |

|                                |           |  |
|--------------------------------|-----------|--|
| Probenbezeichnung:             | 6/5       |  |
| Entnahmestelle:                | RKS 6     |  |
| Entnahmetiefe [m]:             | 3,0 - 4,0 |  |
| Feuchte Probe + Behälter [g]:  | 352.79    |  |
| Trockene Probe + Behälter [g]: | 328.03    |  |
| Behälter [g]:                  | 139.15    |  |
| Porenwasser [g]:               | 24.76     |  |
| Trockene Probe [g]:            | 188.88    |  |
| Wassergehalt [%]:              | 13.11     |  |

Institut für Geotechnik  
Dr. Jochen Zirfas GmbH & Co. KG  
Egerländer Strasse 44  
65556 Limburg/Lahn

Bearbeiter: td

Datum: 26.05.2023

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892 - 4

Neubau Förderstufengebäude, Freiherr-vom-Stein-Schule

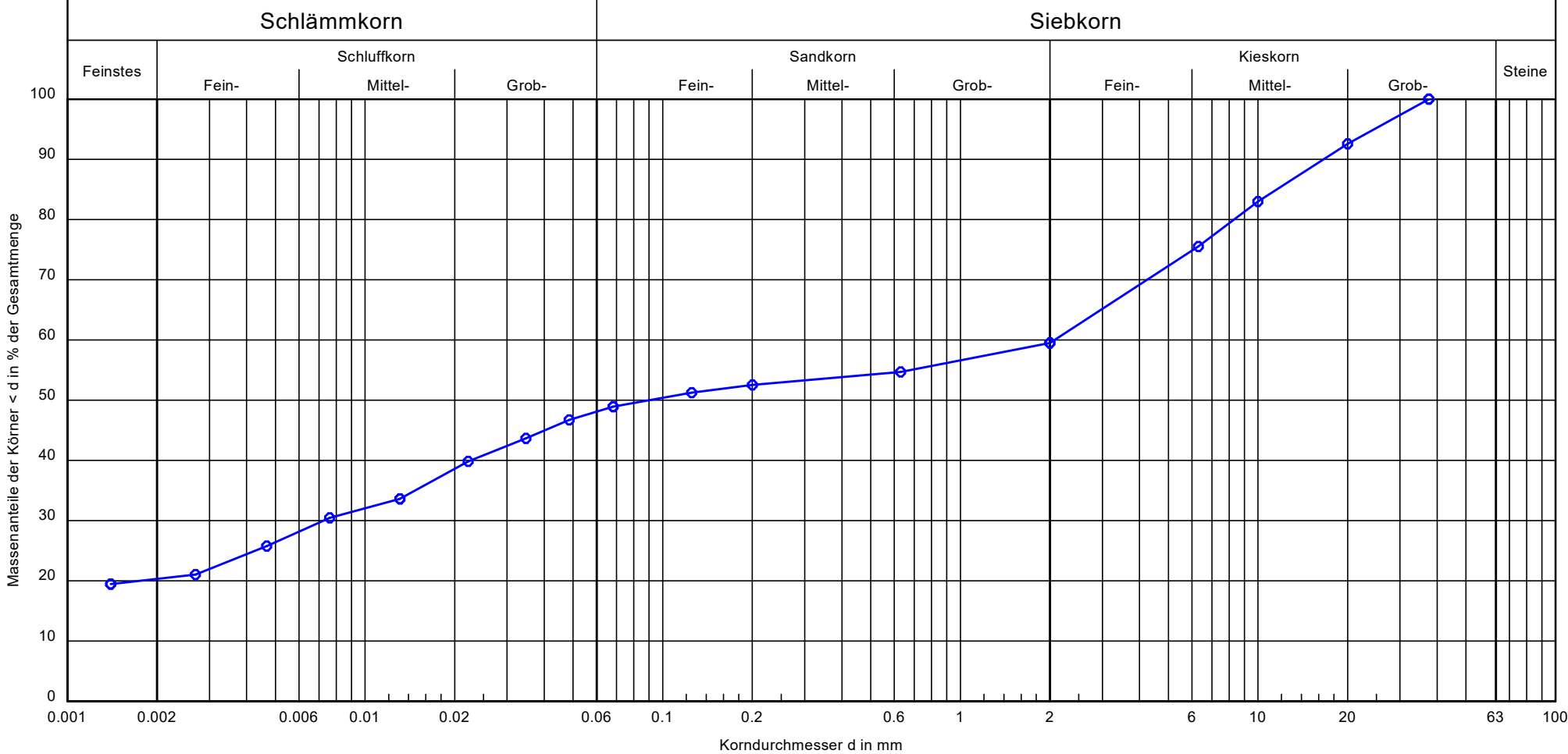
Gladenbach

Prüfungsnummer: 032322\_1

Probe entnommen am: 17.05.2023

Art der Entnahme: GP

Arbeitsweise: Siebung und Sedimentation



|                         |                       |              |  |
|-------------------------|-----------------------|--------------|--|
| Probebezeichnung:       | 6/2 + 6/3 + 6/4 + 6/5 | Bemerkungen: | Bericht:<br>03 23 22<br>Anlage:<br>3.1.2 |
| Entnahmestelle:         | RKS 6                 |              |  |
| Tiefe [m]:              | 0,4 - 4,0             |              |  |
| Bodenart:               | U, t, s', g           |              |  |
| k - Wert [m/s] (Hazen): | -                     |              |  |
| U/Cc                    | -/-                   |              |  |
| T/U/S/G [%]:            | 20.2/28.2/11.1/40.5   |              |  |

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Neubau Förderstufengebäude, Freiherr-vom-Stein-Schule  
Gladenbach

Prüfungsnummer: 032322\_2

Bodenart: Felszersatz

Art der Entnahme: GP

Probe entnommen am: 17.05.2023

Bearbeiter: td

Datum: 24.05.2023

|                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| Probenbezeichnung:             | 1/7       |
| Entnahmestelle:                | RKS 1     |
| Entnahmetiefe [m]:             | 4,0 - 5,0 |
| Feuchte Probe + Behälter [g]:  | 389.26    |
| Trockene Probe + Behälter [g]: | 368.80    |
| Behälter [g]:                  | 139.20    |
| Porenwasser [g]:               | 20.46     |
| Trockene Probe [g]:            | 229.60    |
| Wassergehalt [%]:              | 8.91      |

|                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| Probenbezeichnung:             | 3/7       |
| Entnahmestelle:                | RKS 3     |
| Entnahmetiefe [m]:             | 4,0 - 5,0 |
| Feuchte Probe + Behälter [g]:  | 404.37    |
| Trockene Probe + Behälter [g]: | 382.75    |
| Behälter [g]:                  | 139.19    |
| Porenwasser [g]:               | 21.62     |
| Trockene Probe [g]:            | 243.56    |
| Wassergehalt [%]:              | 8.88      |

|                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| Probenbezeichnung:             | 4A/7      |
| Entnahmestelle:                | RKS 4A    |
| Entnahmetiefe [m]:             | 4,0 - 5,0 |
| Feuchte Probe + Behälter [g]:  | 413.35    |
| Trockene Probe + Behälter [g]: | 391.53    |
| Behälter [g]:                  | 139.09    |
| Porenwasser [g]:               | 21.82     |
| Trockene Probe [g]:            | 252.44    |
| Wassergehalt [%]:              | 8.64      |

|                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| Probenbezeichnung:             | 6/6       |
| Entnahmestelle:                | RKS 6     |
| Entnahmetiefe [m]:             | 4,0 - 5,0 |
| Feuchte Probe + Behälter [g]:  | 440.19    |
| Trockene Probe + Behälter [g]: | 413.91    |
| Behälter [g]:                  | 168.89    |
| Porenwasser [g]:               | 26.28     |
| Trockene Probe [g]:            | 245.02    |
| Wassergehalt [%]:              | 10.73     |

# ANLAGE 4.1

## Wasseranalyse nach DIN 4030

Laborbericht Eurofins Ost GmbH

|   |   |                        |                    |
|---|---|------------------------|--------------------|
| <b>Projekt:</b><br><b>Neubau Förderstufengebäude<br/>Freiherr-vom-Stein-Schule</b><br><br><b>GLADENBACH</b> | <b>Institut für Geotechnik<br/>Dr. Jochen Zirfas GmbH &amp; Co. KG<br/>Egerländer Straße 44<br/>65556 Limburg</b> |                        |                    |
| <b>Plan:</b><br><b>- Wasseranalyse nach DIN 4030 -</b>  | <b>Proj.Nr.: 03 23 22</b>   | <b>Datum: 19.06.23</b> | <b>Anlage: 4.1</b> |
|   | <b>Maßstab: ohne</b>  | <b>Gez.: STE</b>       | <b>Gepr.: STE</b>  |

Eurofins Umwelt Ost GmbH - Lindenstraße 11 - Gewerbegebiet Freiberg Ost -  
D-09627 Bobritzsch-Hilbersdorf

**Institut für Geotechnik Dr. Jochen Zirfas GmbH  
& Co. KG  
Egerländer Str. 44  
65556 Limburg**

**Titel: Prüfbericht zu Auftrag 12321492**

**Prüfberichtsnummer: AR-23-FR-024036-01**

**Auftragsbezeichnung: AZ 03 23 22 Neubau Förderstufengebäude**

**Anzahl Proben: 1**

**Probenart: Grundwasser**

**Probenahmedatum: 17.05.2023**

**Probenehmer: keine Angabe, Probe(n) wurde(n) an das Labor ausgehändigt**

**Probeneingangsdatum: 23.05.2023**

**Prüfzeitraum: 23.05.2023 - 05.06.2023**

**Kommentar: Freiherr-vom-Stein-Schule, Gladenbach**

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Die Ergebnisse beziehen sich in diesem Fall auf die Proben im Anlieferungszustand. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Das beauftragte Prüflaboratorium ist durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14081-01-00) aufgeführten Umfang.

**Anhänge:**

*XML\_Export\_AR-23-FR-024036-01.xml*

Katja Schulze  
Prüfleitung

+49 3731 2076 583

Digital signiert, 05.06.2023  
Katja Schulze  
Prüfleitung



**Eurofins Umwelt Ost GmbH**  
Löbstedter Strasse 78  
D-07749 Jena

Tel. +49 3641 4649 0  
Fax +49 3641 4649 19  
info\_jena@eurofins.de  
[www.eurofins.de/umwelt](http://www.eurofins.de/umwelt)

GF: Dr. Benno Schneider  
Axel Ulbricht, Matthias Prauser  
Amtsgericht Jena HRB 202596  
USt-ID.Nr. DE 151 28 1997

Bankverbindung: UniCredit Bank AG  
BLZ 207 300 17  
Kto 7000000550  
IBAN DE07 2073 0017 7000 0005 50  
BIC/SWIFT HYVEDEMM17



|                               |  |
|-------------------------------|--|
| <b>Probenbezeichnung</b>      | <b>GW RKS 6,<br/>Entnahme-<br/>tiefe: 2,32 m</b> |
| <b>Probenahmedatum/ -zeit</b> | <b>17.05.2023</b>                                |
| <b>Probennummer</b>           | <b>123076416</b>                                 |

| Parameter | Lab. | Akk. | Methode | BG | Einheit |  |
|-----------|------|------|---------|----|---------|--|
|-----------|------|------|---------|----|---------|--|

**Prüfungen auf Betonaggressivität von Wasser nach DIN 4030-2: 2008-06**

|   |    |    |                                      |       |                         |             |
|---|----|----|--------------------------------------|-------|-------------------------|-------------|
| Trübung (qualitativ)                          | FR | F5 | qualitativ                           |       |                         | ohne        |
| Färbung qualit.                               | FR | F5 | DIN EN ISO 7887 (C1):<br>2012-04     |       |                         | leicht gelb |
| Geruch (qualitativ)                           | FR | F5 | DEV B 1/2: 1971                      |       |                         | ohne        |
| pH-Wert                                       | FR | F5 | DIN EN ISO 10523 (C5):<br>2012-04    |       |                         | 7,0         |
| Temperatur pH-Wert                            | FR | F5 | DIN 38404-4 (C4):<br>1976-12         |       | °C                      | 20,8        |
| Permanganat-Verbrauch<br>[KMnO <sub>4</sub> ] | FR | F5 | DIN EN ISO 8467:<br>1995-05          | 2,0   | mg KMnO <sub>4</sub> /l | 18          |
| Gesamthärte                                   | FR | F5 | DIN EN ISO 17294-2<br>(E29): 2017-01 | 0,002 | mmol/l                  | 3,66        |
| Gesamthärte                                   | FR | F5 | DIN EN ISO 17294-2<br>(E29): 2017-01 | 0,1   | mg CaO/l                | 205         |
| Hydrogencarbonathärte                         | FR | F5 | DEV D 8: 1971                        | 3     | mg CaO/l                | 100         |
| Nichtcarbonathärte                            | FR | F5 | DEV D 8: 1971                        |       | mg CaO/l                | 110         |
| Magnesium (Mg)                                | FR | F5 | DIN EN ISO 17294-2<br>(E29): 2017-01 | 0,02  | mg/l                    | 32,2        |
| Ammonium                                      | FR | F5 | DIN ISO 15923-1 (D49):<br>2014-07    | 0,06  | mg/l                    | 0,21        |
| Ammonium-Stickstoff                           | FR | F5 | DIN ISO 15923-1 (D49):<br>2014-07    | 0,05  | mg/l                    | 0,16        |
| Sulfat (SO <sub>4</sub> )                     | FR | F5 | DIN EN ISO 10304-1<br>(D20): 2009-07 | 1,0   | mg/l                    | 39          |
| Chlorid (Cl)                                  | FR | F5 | DIN EN ISO 10304-1<br>(D20): 2009-07 | 1,0   | mg/l                    | 320         |
| Kalkaggressives<br>Kohlendioxid               | FR | F5 | DIN 38404-10 (C10):<br>2012-12       | 5,0   | mg/l                    | 61          |
| Sulfid, leicht freisetzbar                    | FR | F5 | DIN 38405-27 (D27):<br>2017-10       | 0,04  | mg/l                    | < 0,04      |

**Physikalisch-chemische Kenngrößen**

|                                    |    |    |                 |  |  |      |
|------------------------------------|----|----|-----------------|--|--|------|
| Geruch, angesäuert<br>(qualitativ) | FR | F5 | DEV B 1/2: 1971 |  |  | ohne |
|------------------------------------|----|----|-----------------|--|--|------|

**Anorganische Summenparameter**

|  |    |    |                                |     |        |       |
|--|----|----|--------------------------------|-----|--------|-------|
| Säurekapazität pH 4,3<br>(m-Wert)                | FR | F5 | DIN 38409-7 (H7-2):<br>2005-12 | 0,1 | mmol/l | 3,6   |
| Temperatur Säurekapazität<br>pH 4,3              | FR | F5 | DIN 38404-4 (C4):<br>1976-12   |     | °C     | 20,8  |
| Säurekapazität nach<br>CaCO <sub>3</sub> -Zugabe | FR | F5 | DIN 38404-10 (C10):<br>2012-12 | 0,1 | mmol/l | 6,4   |
| Säurekapazität pH 8,2<br>(p-Wert)                | FR | F5 | DIN 38409-7 (H7-1):<br>2005-12 | 0,1 | mmol/l | < 0,1 |
| Temperatur Säurekapazität<br>pH 8,2              | FR | F5 | DIN 38404-4 (C4):<br>1976-12   |     | °C     | 20,8  |

**Anionen**

|                                      |    |    |               |     |        |     |
|--------------------------------------|----|----|---------------|-----|--------|-----|
| Hydrogencarbonat (HCO <sub>3</sub> ) | FR | F5 | DEV D 8: 1971 | 0,1 | mmol/l | 3,6 |
|--------------------------------------|----|----|---------------|-----|--------|-----|

**Elemente aus der filtrierten Probe**

|              |    |    |                                      |      |      |      |
|--------------|----|----|--------------------------------------|------|------|------|
| Calcium (Ca) | FR | F5 | DIN EN ISO 17294-2<br>(E29): 2017-01 | 0,02 | mg/l | 93,8 |
|--------------|----|----|--------------------------------------|------|------|------|

## Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akk. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Die mit FR gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt Ost GmbH (Lindenstraße 11, Gewerbegebiet Freiberg Ost, Bobritzsch-Hilbersdorf) analysiert. Die Bestimmung der mit F5 gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14081-01-00 akkreditiert.

|  |   |   |
|--|---|---|
| Institut für Geotechnik<br>Dr. Jochen Zirfas<br>GmbH & Co. KG<br>Egerländer Straße 44<br>65556 Limburg | <b>Auswertung der Grundwasseranalyse<br/>nach DIN 4030 - Teil 2</b> | Seite: 1<br>von: 1<br>Datum: 19.06.2023 |
|--|---|---|

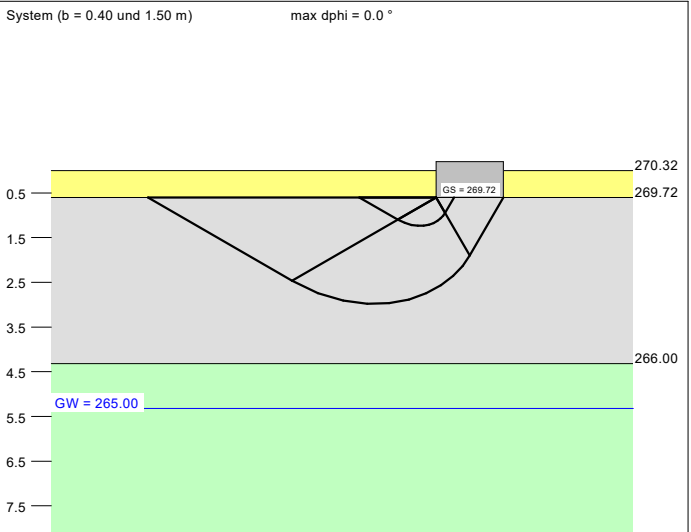
|                        |  |                       |            |
|------------------------|--|-----------------------|------------|
| <b>Projekt:</b>        | Neubau Förderstufengebäude, Freiherr-vom-Stein-Schule<br>G L A D E N B A C H |                       |            |
| <b>Aktenzeichen:</b>   | 03 23 22   | <b>Anlage:</b>        | <b>4.2</b> |
| <b>Entnahmestelle:</b> | RKS 6  | <b>Entnahmetiefe:</b> | 2,32 m     |
| <b>Entnahmedatum:</b>  | 17.05.2023   |                       |            |

| Wasseranalyse                                   | Prüfergebnis        | Grenzwert für die Expositionsklassen |                          |                 |
|---|---------------------|--------------------------------------|--------------------------|-----------------|
|   |                     | XA1                                  | XA2                      | XA3             |
| Aussehen  | klar<br>leicht gelb | -                                    | -                        | -               |
| Geruch (unveränderte Probe)                     | ohne                | -                                    | -                        | -               |
| Geruch (angesäuerte Probe)                      | ohne                | -                                    | -                        | -               |
| pH-Wert   | 7,0                 | ≤ 6,5 und ≥ 5,5                      | < 5,5 und ≥ 4,5          | < 4,5 und ≥ 4,0 |
| Permanganat-Index<br>[KMnO <sub>4</sub> /l]     | 18                  | -                                    | -                        | -               |
| Gesamthärte [mg CaO/l]                          | 205                 | -                                    | -                        | -               |
| Carbonathärte [mg CaO/l]                        | 100                 | -                                    | -                        | -               |
| Nichtcarbonathärte<br>[mg CaO/l]                | 110                 | -                                    | -                        | -               |
| Magnesium (Mg <sup>2+</sup> ) [mg/l]            | 32,2                | ≥ 300 und ≤ 1000                     | > 1000 und ≤ 3000        | > 3000          |
| Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) [mg/l] | 0,21                | ≥ 15 und ≤ 30                        | > 30 und ≤ 60            | > 60            |
| Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) [mg/l]  | 39                  | ≥ 200 und ≤ 600                      | > 600 und ≤ 3000         | > 3000          |
| Chlorid (Cl <sup>-</sup> ) [mg/l]               | 320                 | -                                    | -                        | -               |
| Kalkaggressive Kohlensäure<br>[mg / l]          | <b>61</b>           | ≥ 15 und ≤ 40                        | <b>&gt; 40 und ≤ 100</b> | > 100           |
| Sulfid, gesamt (S <sup>2-</sup> ) [mg/l]        | < 0,04              | -                                    | -                        | -               |

n.n. = nicht nachweisbar

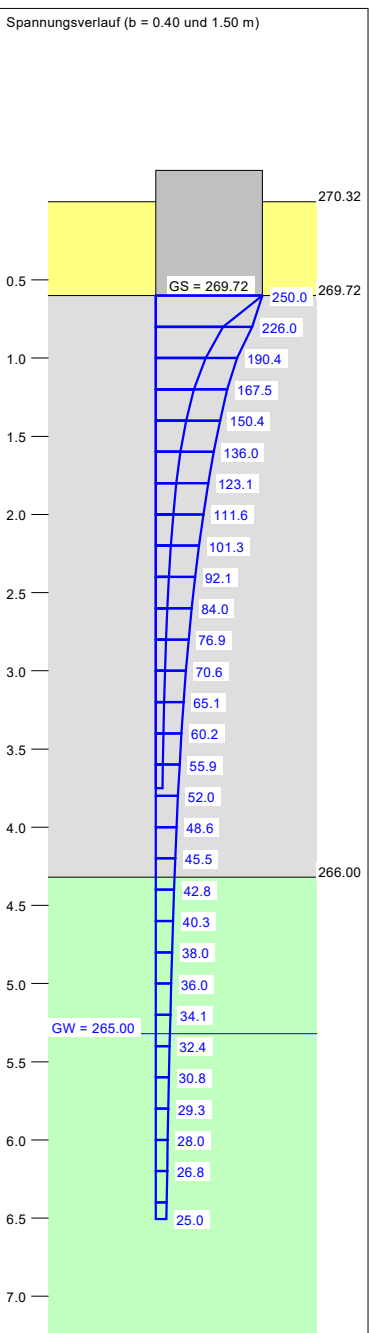
|   |
|---|
| <b>Beurteilung H<sub>2</sub>O:</b> Nach DIN 4030 ergibt sich folgende Expositionsklasse: <b>XA2</b>   |
| <b>Chloridangriff:</b> Chloride können eine Gefährdung für die Bewehrung darstellen. Für die Festlegung der Expositionsklasse für den Beton ist der Gehalt an Chlorid jedoch unerheblich. Auf DIN 4030-1 (2008-06) wird verwiesen. Zur Beurteilung der Notwendigkeit von Schutzmaßnahmen gegenüber Bewehrungskorrosion ist DIN 1045-1 sowie EN 206-1 ergänzend zu beachten. |

| Boden | $\gamma$<br>[kN/m³] | $\gamma'$<br>[kN/m³] | $\varphi$<br>[°] | c<br>[kN/m²] | $E_s$<br>[MN/m²] | Bezeichnung |
|-------|---------------------|----------------------|------------------|--------------|------------------|-------------|
|       | 21.0                | 12.0                 | 35.0             | 0.0          | 100.0            | Auffüllung  |
|       | 20.5                | 10.5                 | 30.0             | 10.0         | 25.0             | Hangschutt  |
|       | 22.0                | 12.0                 | 30.0             | 20.0         | 50.0             | Felsersatz  |

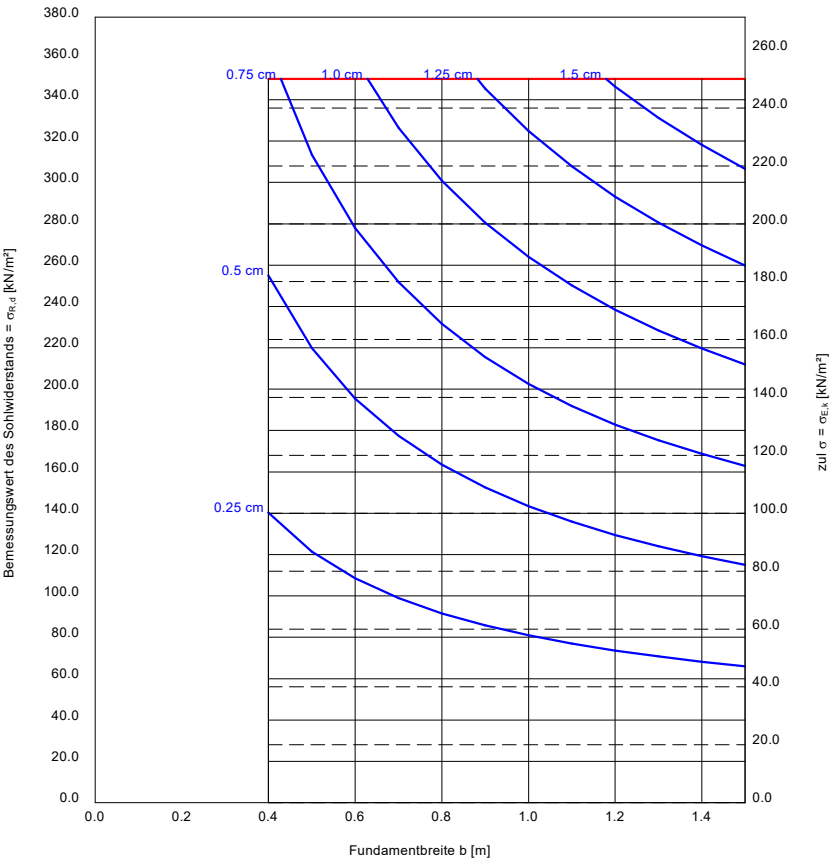


| a<br>[m] | b<br>[m] | $\sigma_{R,d}$<br>[kN/m²] | $\sigma_{E,k}$<br>[kN/m²] | $V_{E,k}$<br>[kN/m] | s<br>[cm] | cal $\varphi$<br>[°] | cal c<br>[kN/m²] | $\gamma_2$<br>[kN/m³] | $\sigma_0$<br>[kN/m²] | $t_g$<br>[m] | UK LS<br>[m] |
|----------|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------|-----------|----------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------|
| 10.00    | 0.40     | 350.0                     | 250.0                     | 100.0               | 0.72      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 3.75         | 1.23         |
| 10.00    | 0.50     | 350.0                     | 250.0                     | 125.0               | 0.85      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 4.09         | 1.39         |
| 10.00    | 0.60     | 350.0                     | 250.0                     | 150.0               | 0.97      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 4.40         | 1.55         |
| 10.00    | 0.70     | 350.0                     | 250.0                     | 175.0               | 1.08      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 4.67         | 1.71         |
| 10.00    | 0.80     | 350.0                     | 250.0                     | 200.0               | 1.18      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 4.92         | 1.87         |
| 10.00    | 0.90     | 350.0                     | 250.0                     | 225.0               | 1.27      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 5.15         | 2.03         |
| 10.00    | 1.00     | 350.0                     | 250.0                     | 250.0               | 1.35      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 5.37         | 2.19         |
| 10.00    | 1.10     | 350.0                     | 250.0                     | 275.0               | 1.44      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 5.62         | 2.34         |
| 10.00    | 1.20     | 350.0                     | 250.0                     | 300.0               | 1.52      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 5.86         | 2.50         |
| 10.00    | 1.30     | 350.0                     | 250.0                     | 325.0               | 1.59      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 6.08         | 2.66         |
| 10.00    | 1.40     | 350.0                     | 250.0                     | 350.0               | 1.67      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 6.30         | 2.82         |
| 10.00    | 1.50     | 350.0                     | 250.0                     | 375.0               | 1.73      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 6.51         | 2.98         |

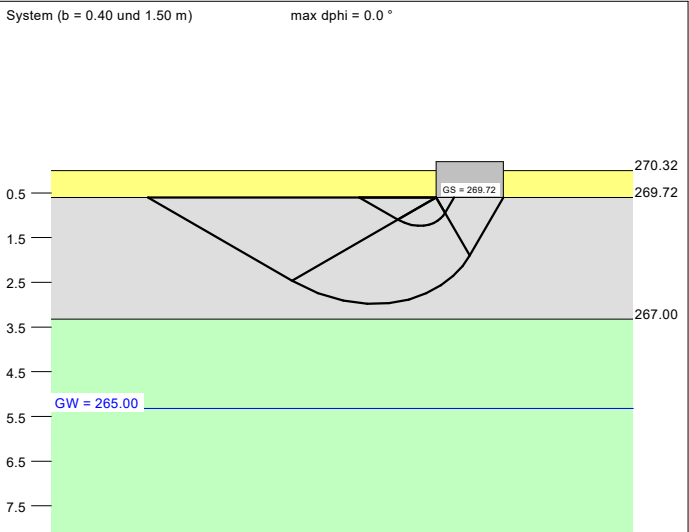
$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{R,k} / 1.96$  (für Setzungen)  
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.33



Berechnungsgrundlagen:  
AZ.: 03 23 22 - Neubau Förderstufengebäude, FvSS, Gladenbach  
Norm: EC 7  
BS: DIN 1054: BS-P  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.333  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.333 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.333) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.400$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 350.00 kN/m² begrenzt  
Oberkante Gelände = 270.32 mNN  
Gründungssohle = 269.72 mNN  
Grundwasser = 265.00 mNN  
Grenztiefe mit p = 20.0 %  
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
— Sohldruck  
— Setzungen

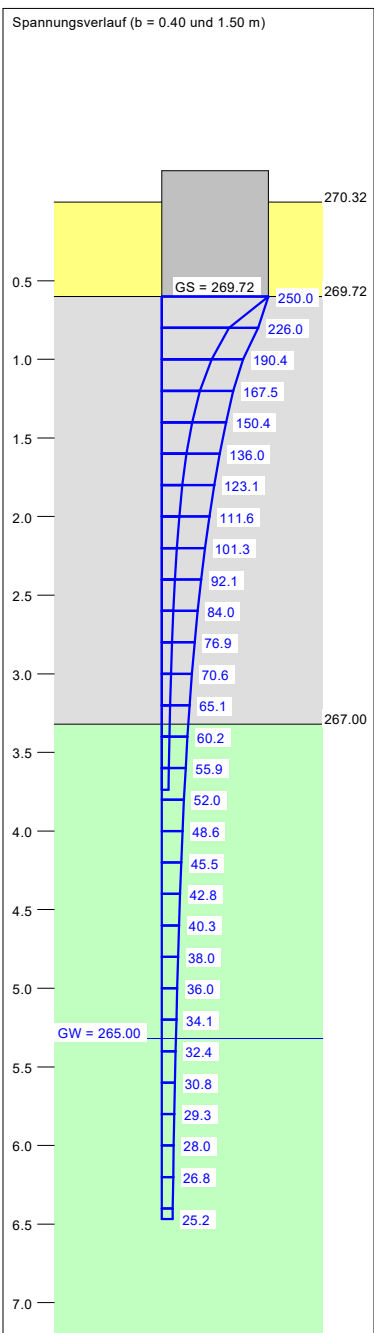


| Boden | $\gamma$<br>[kN/m³] | $\gamma'$<br>[kN/m³] | $\varphi$<br>[°] | c<br>[kN/m²] | E <sub>s</sub><br>[MN/m²] | Bezeichnung |
|-------|---------------------|----------------------|------------------|--------------|---------------------------|-------------|
|       | 21.0                | 12.0                 | 35.0             | 0.0          | 100.0                     | Auffüllung  |
|       | 20.5                | 10.5                 | 30.0             | 10.0         | 25.0                      | Hangschutt  |
|       | 22.0                | 12.0                 | 30.0             | 20.0         | 50.0                      | Felsersatz  |

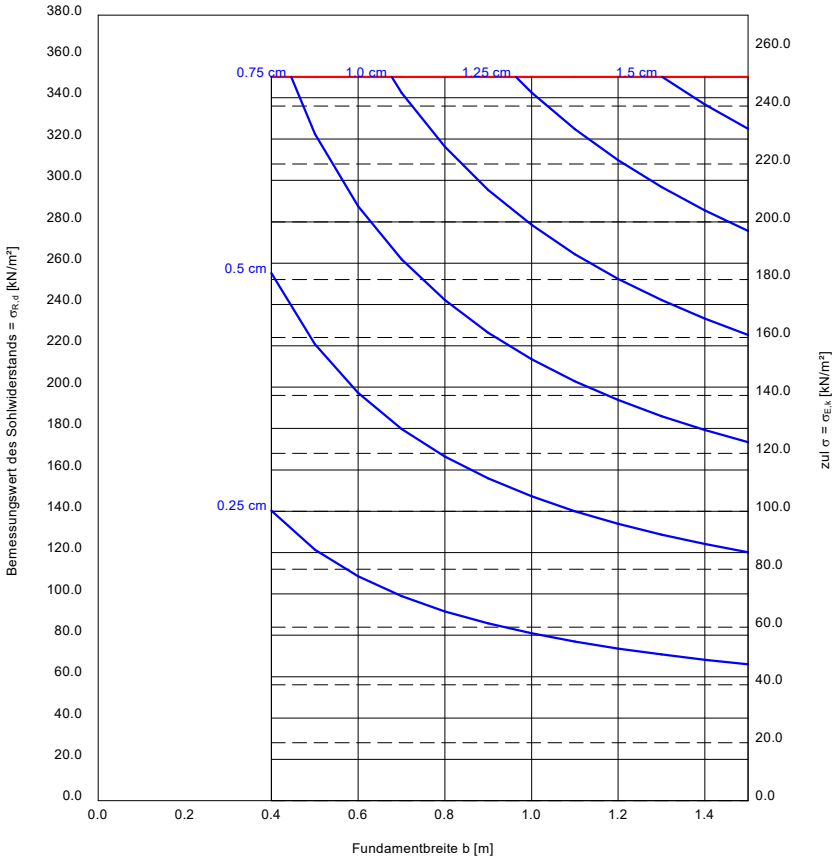


| a<br>[m] | b<br>[m] | $\sigma_{R,d}$<br>[kN/m²] | $\sigma_{E,k}$<br>[kN/m²] | V <sub>E,k</sub><br>[kN/m] | s<br>[cm] | cal $\varphi$<br>[°] | cal c<br>[kN/m²] | $\gamma_2$<br>[kN/m³] | $\sigma_0$<br>[kN/m²] | t <sub>g</sub><br>[m] | UK LS<br>[m] |
|----------|----------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------|----------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|
| 10.00    | 0.40     | 350.0                     | 250.0                     | 100.0                      | 0.70      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 3.74                  | 1.23         |
| 10.00    | 0.50     | 350.0                     | 250.0                     | 125.0                      | 0.82      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 4.07                  | 1.39         |
| 10.00    | 0.60     | 350.0                     | 250.0                     | 150.0                      | 0.93      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 4.37                  | 1.55         |
| 10.00    | 0.70     | 350.0                     | 250.0                     | 175.0                      | 1.02      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 4.64                  | 1.71         |
| 10.00    | 0.80     | 350.0                     | 250.0                     | 200.0                      | 1.11      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 4.89                  | 1.87         |
| 10.00    | 0.90     | 350.0                     | 250.0                     | 225.0                      | 1.20      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 5.12                  | 2.03         |
| 10.00    | 1.00     | 350.0                     | 250.0                     | 250.0                      | 1.28      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 5.33                  | 2.19         |
| 10.00    | 1.10     | 350.0                     | 250.0                     | 275.0                      | 1.36      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 5.58                  | 2.34         |
| 10.00    | 1.20     | 350.0                     | 250.0                     | 300.0                      | 1.43      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 5.82                  | 2.50         |
| 10.00    | 1.30     | 350.0                     | 250.0                     | 325.0                      | 1.50      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 6.05                  | 2.66         |
| 10.00    | 1.40     | 350.0                     | 250.0                     | 350.0                      | 1.56      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 6.26                  | 2.82         |
| 10.00    | 1.50     | 350.0                     | 250.0                     | 375.0                      | 1.63      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 6.47                  | 2.98         |

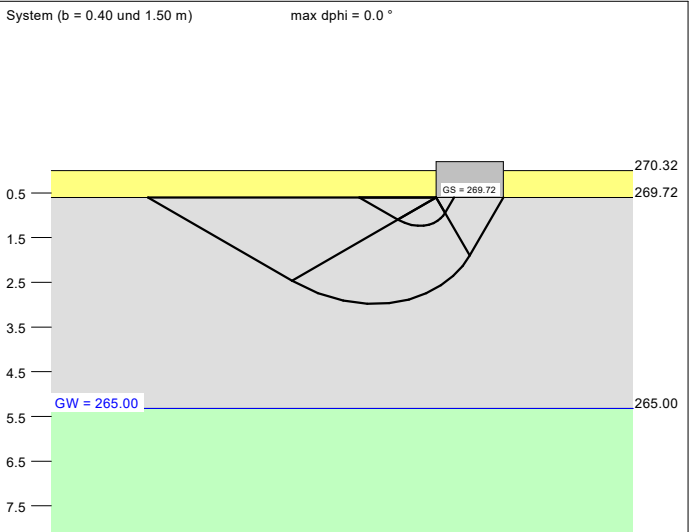
$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{R,k} / 1.96$  (für Setzungen)  
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.33



Berechnungsgrundlagen:  
AZ.: 03 23 22 - Neubau Förderstufengebäude, FvSS, Gladenbach  
Norm: EC 7  
BS: DIN 1054: BS-P  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.333  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.333 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.333) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.400$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 350.00 kN/m² begrenzt  
Oberkante Gelände = 270.32 mNN  
Gründungssohle = 269.72 mNN  
Grundwasser = 265.00 mNN  
Grenztiefe mit p = 20.0 %  
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
— Sohl Druck  
— Setzungen

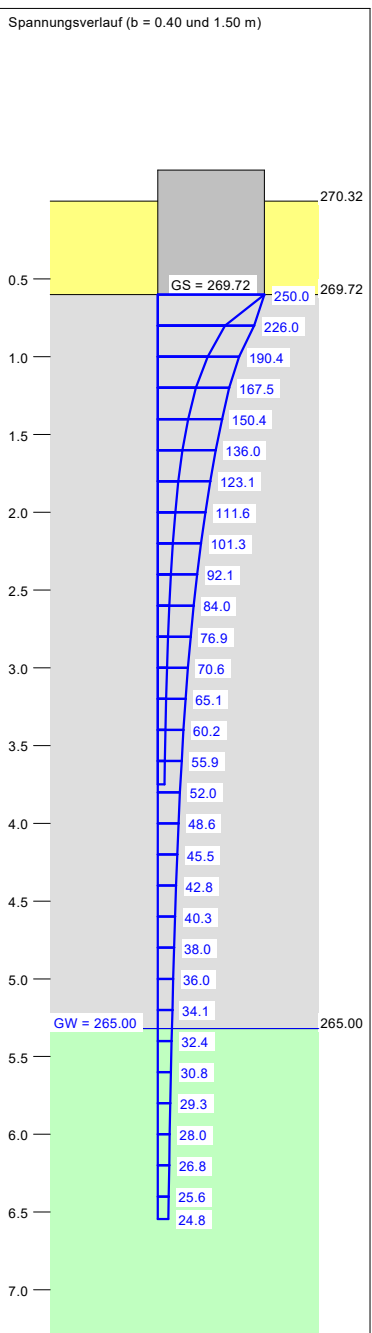


| Boden | $\gamma$<br>[kN/m³] | $\gamma'$<br>[kN/m³] | $\varphi$<br>[°] | c<br>[kN/m²] | $E_s$<br>[MN/m²] | Bezeichnung |
|-------|---------------------|----------------------|------------------|--------------|------------------|-------------|
|       | 21.0                | 12.0                 | 35.0             | 0.0          | 100.0            | Auffüllung  |
|       | 20.5                | 10.5                 | 30.0             | 10.0         | 25.0             | Hangschutt  |
|       | 22.0                | 12.0                 | 30.0             | 20.0         | 50.0             | Felsersatz  |

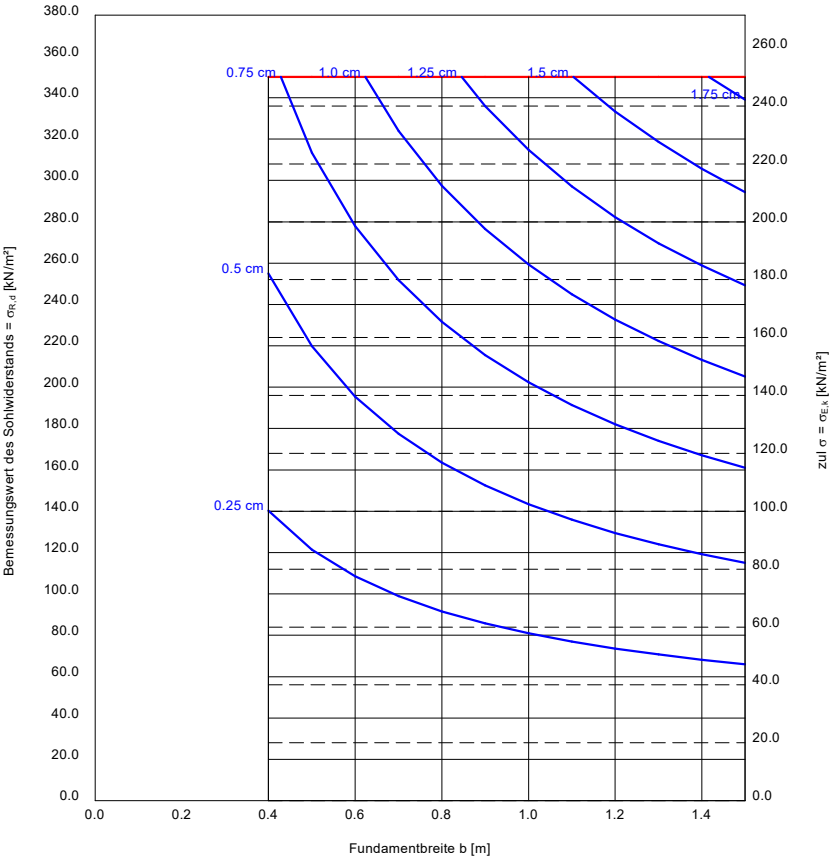


| a<br>[m] | b<br>[m] | $\sigma_{R,d}$<br>[kN/m²] | $\sigma_{E,k}$<br>[kN/m²] | $V_{E,k}$<br>[kN/m] | s<br>[cm] | cal $\varphi$<br>[°] | cal c<br>[kN/m²] | $\gamma_2$<br>[kN/m³] | $\sigma_0$<br>[kN/m²] | $t_g$<br>[m] | UK LS<br>[m] |
|----------|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------|-----------|----------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------|
| 10.00    | 0.40     | 350.0                     | 250.0                     | 100.0               | 0.72      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 3.75         | 1.23         |
| 10.00    | 0.50     | 350.0                     | 250.0                     | 125.0               | 0.85      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 4.09         | 1.39         |
| 10.00    | 0.60     | 350.0                     | 250.0                     | 150.0               | 0.97      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 4.40         | 1.55         |
| 10.00    | 0.70     | 350.0                     | 250.0                     | 175.0               | 1.09      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 4.68         | 1.71         |
| 10.00    | 0.80     | 350.0                     | 250.0                     | 200.0               | 1.20      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 4.93         | 1.87         |
| 10.00    | 0.90     | 350.0                     | 250.0                     | 225.0               | 1.31      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 5.17         | 2.03         |
| 10.00    | 1.00     | 350.0                     | 250.0                     | 250.0               | 1.41      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 5.41         | 2.19         |
| 10.00    | 1.10     | 350.0                     | 250.0                     | 275.0               | 1.50      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 5.66         | 2.34         |
| 10.00    | 1.20     | 350.0                     | 250.0                     | 300.0               | 1.58      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 5.90         | 2.50         |
| 10.00    | 1.30     | 350.0                     | 250.0                     | 325.0               | 1.66      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 6.12         | 2.66         |
| 10.00    | 1.40     | 350.0                     | 250.0                     | 350.0               | 1.74      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 6.34         | 2.82         |
| 10.00    | 1.50     | 350.0                     | 250.0                     | 375.0               | 1.81      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 6.54         | 2.98         |

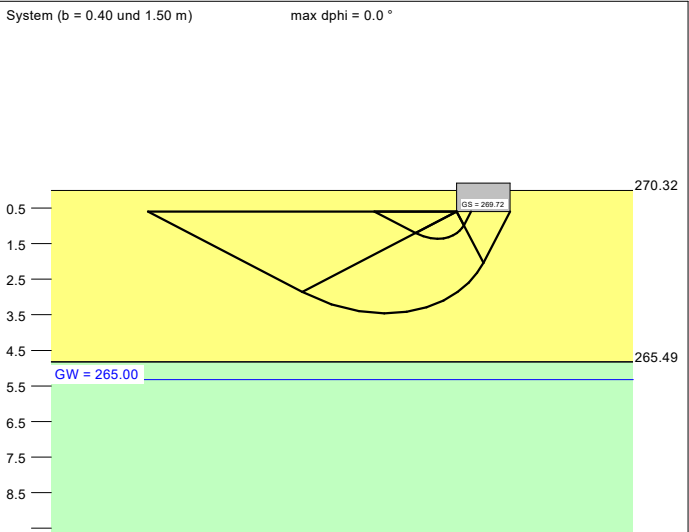
$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{R,k} / 1.96$  (für Setzungen)  
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.33



Berechnungsgrundlagen:  
AZ.: 03 23 22 - Neubau Förderstufengebäude, FvSS, Gladenbach  
Norm: EC 7  
BS: DIN 1054: BS-P  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.333  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.333 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.333) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.400$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 350.00 kN/m² begrenzt  
Oberkante Gelände = 270.32 mNN  
Gründungssohle = 269.72 mNN  
Grundwasser = 265.00 mNN  
Grenztiefe mit p = 20.0 %  
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
— Sohl Druck  
— Setzungen

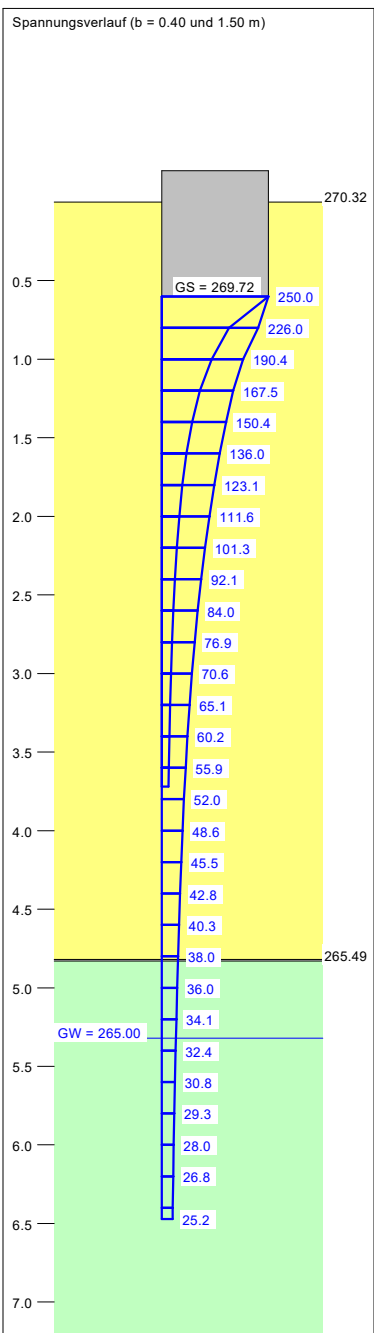


| Boden | $\gamma$<br>[kN/m³] | $\gamma'$<br>[kN/m³] | $\phi$<br>[°] | c<br>[kN/m²] | $E_s$<br>[MN/m²] | Bezeichnung |
|-------|---------------------|----------------------|---------------|--------------|------------------|-------------|
|       | 21.0                | 12.0                 | 35.0          | 0.0          | 100.0            | Auffüllung  |
|       | 20.5                | 10.5                 | 30.0          | 10.0         | 25.0             | Hangschutt  |
|       | 22.0                | 12.0                 | 30.0          | 20.0         | 50.0             | Felsersatz  |

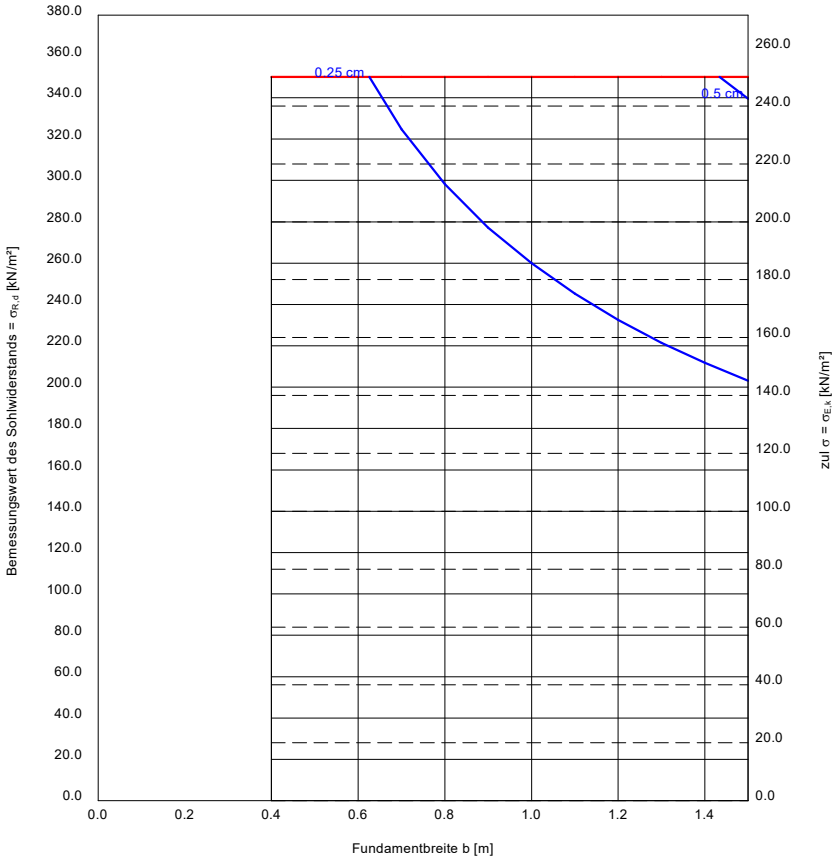


| a<br>[m] | b<br>[m] | $\sigma_{R,d}$<br>[kN/m²] | $\sigma_{E,k}$<br>[kN/m²] | $V_{E,k}$<br>[kN/m] | s<br>[cm] | cal $\phi$<br>[°] | cal c<br>[kN/m²] | $\gamma_2$<br>[kN/m³] | $\sigma_0$<br>[kN/m²] | $t_g$<br>[m] | UK LS<br>[m] |
|----------|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------|-----------|-------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------|
| 10.00    | 0.40     | 350.0                     | 250.0                     | 100.0               | 0.18      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 3.72         | 1.36         |
| 10.00    | 0.50     | 350.0                     | 250.0                     | 125.0               | 0.21      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 4.06         | 1.55         |
| 10.00    | 0.60     | 350.0                     | 250.0                     | 150.0               | 0.24      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 4.36         | 1.74         |
| 10.00    | 0.70     | 350.0                     | 250.0                     | 175.0               | 0.27      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 4.64         | 1.94         |
| 10.00    | 0.80     | 350.0                     | 250.0                     | 200.0               | 0.30      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 4.89         | 2.13         |
| 10.00    | 0.90     | 350.0                     | 250.0                     | 225.0               | 0.33      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 5.12         | 2.32         |
| 10.00    | 1.00     | 350.0                     | 250.0                     | 250.0               | 0.36      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 5.34         | 2.51         |
| 10.00    | 1.10     | 350.0                     | 250.0                     | 275.0               | 0.40      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 5.59         | 2.70         |
| 10.00    | 1.20     | 350.0                     | 250.0                     | 300.0               | 0.43      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 5.82         | 2.89         |
| 10.00    | 1.30     | 350.0                     | 250.0                     | 325.0               | 0.46      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 6.05         | 3.08         |
| 10.00    | 1.40     | 350.0                     | 250.0                     | 350.0               | 0.49      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 6.27         | 3.27         |
| 10.00    | 1.50     | 350.0                     | 250.0                     | 375.0               | 0.52      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 6.47         | 3.46         |

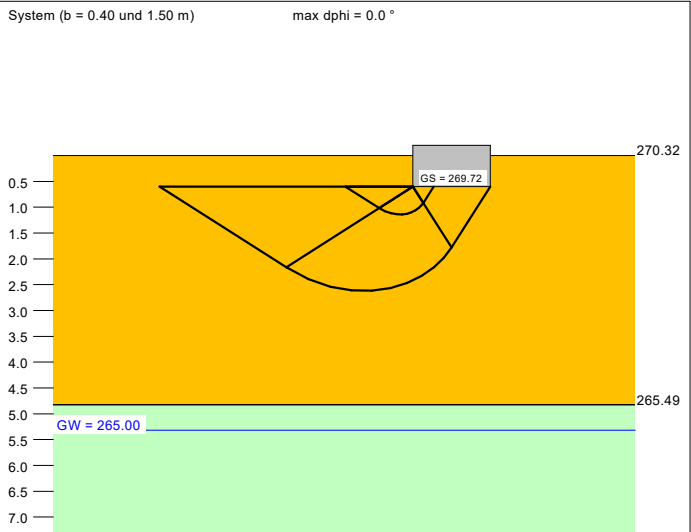
$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{R,k} / 1.96$  (für Setzungen)  
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.33



Berechnungsgrundlagen:  
AZ.: 03 23 22 - Neubau Förderstufengebäude, FvSS, Gladenbach  
Norm: EC 7  
BS: DIN 1054: BS-P  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.333  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.333 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.333) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.400$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 350.00 kN/m² begrenzt  
Oberkante Gelände = 270.32 mNN  
Gründungssohle = 269.72 mNN  
Grundwasser = 265.00 mNN  
Grenztiefe mit p = 20.0 %  
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
— Sohldruck  
— Setzungen

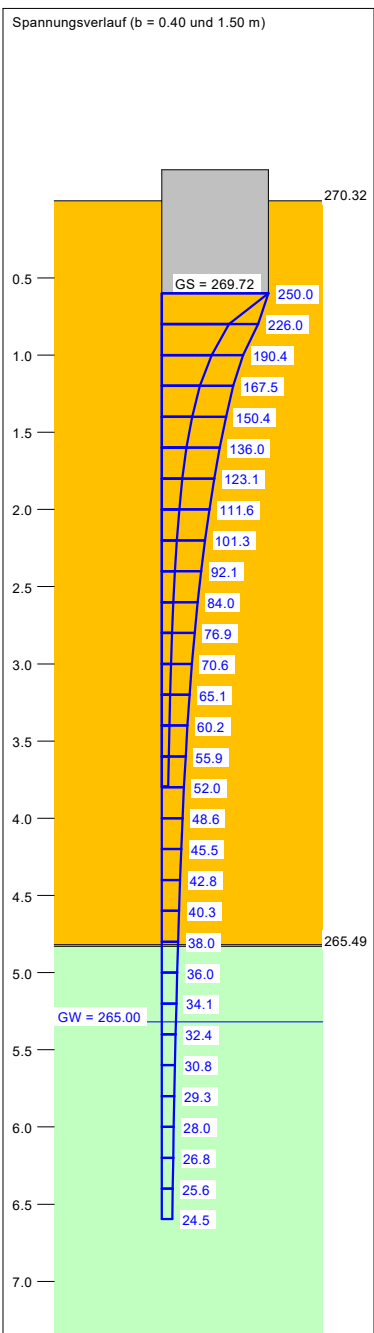


| Boden | $\gamma$<br>[kN/m³] | $\gamma'$<br>[kN/m³] | $\varphi$<br>[°] | c<br>[kN/m²] | $E_s$<br>[MN/m²] | Bezeichnung |
|-------|---------------------|----------------------|------------------|--------------|------------------|-------------|
|       | 20.0                | 10.0                 | 25.0             | 20.0         | 50.0             | Auffüllung  |
|       | 20.5                | 10.5                 | 30.0             | 10.0         | 25.0             | Hangschutt  |
|       | 22.0                | 12.0                 | 30.0             | 20.0         | 50.0             | Felsersatz  |

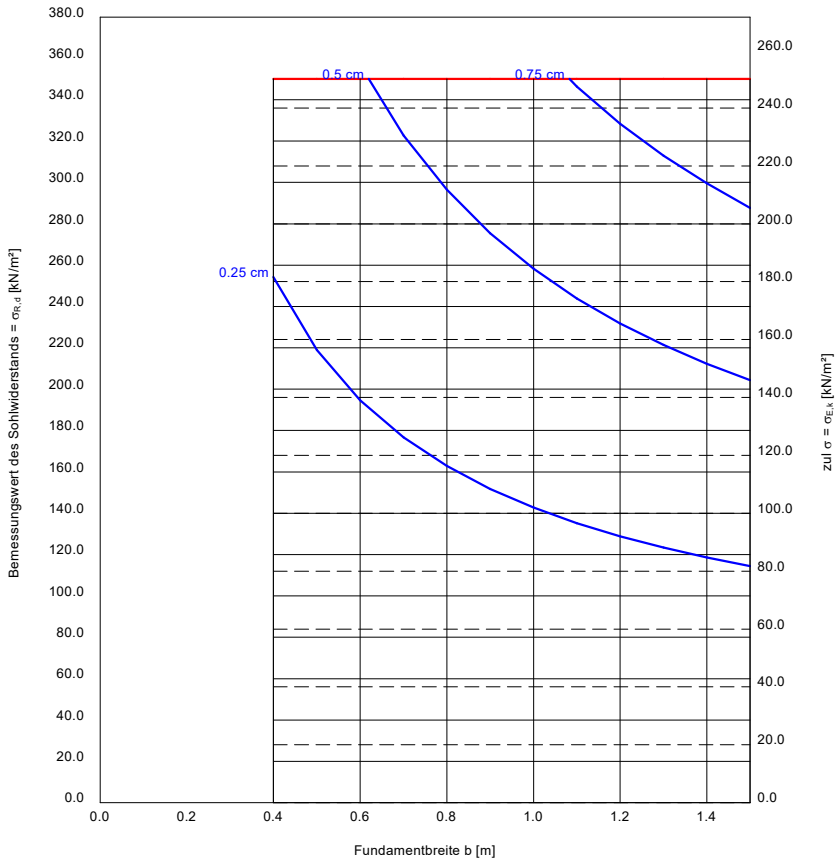


| a<br>[m] | b<br>[m] | $\sigma_{R,d}$<br>[kN/m²] | $\sigma_{E,k}$<br>[kN/m²] | $V_{E,k}$<br>[kN/m] | s<br>[cm] | cal $\varphi$<br>[°] | cal c<br>[kN/m²] | $\gamma_2$<br>[kN/m³] | $\sigma_0$<br>[kN/m²] | $t_g$<br>[m] | UK LS<br>[m] |
|----------|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------|-----------|----------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------|
| 10.00    | 0.40     | 350.0                     | 250.0                     | 100.0               | 0.36      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 3.79         | 1.14         |
| 10.00    | 0.50     | 350.0                     | 250.0                     | 125.0               | 0.43      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 4.14         | 1.27         |
| 10.00    | 0.60     | 350.0                     | 250.0                     | 150.0               | 0.49      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 4.45         | 1.41         |
| 10.00    | 0.70     | 350.0                     | 250.0                     | 175.0               | 0.55      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 4.73         | 1.54         |
| 10.00    | 0.80     | 350.0                     | 250.0                     | 200.0               | 0.60      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 4.98         | 1.68         |
| 10.00    | 0.90     | 350.0                     | 250.0                     | 225.0               | 0.66      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 5.21         | 1.81         |
| 10.00    | 1.00     | 350.0                     | 250.0                     | 250.0               | 0.71      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 5.45         | 1.95         |
| 10.00    | 1.10     | 350.0                     | 250.0                     | 275.0               | 0.76      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 5.71         | 2.08         |
| 10.00    | 1.20     | 350.0                     | 250.0                     | 300.0               | 0.81      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 5.95         | 2.21         |
| 10.00    | 1.30     | 350.0                     | 250.0                     | 325.0               | 0.85      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 6.17         | 2.35         |
| 10.00    | 1.40     | 350.0                     | 250.0                     | 350.0               | 0.90      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 6.39         | 2.48         |
| 10.00    | 1.50     | 350.0                     | 250.0                     | 375.0               | 0.94      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 6.60         | 2.62         |

$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{R,k} / 1.96$  (für Setzungen)  
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.33

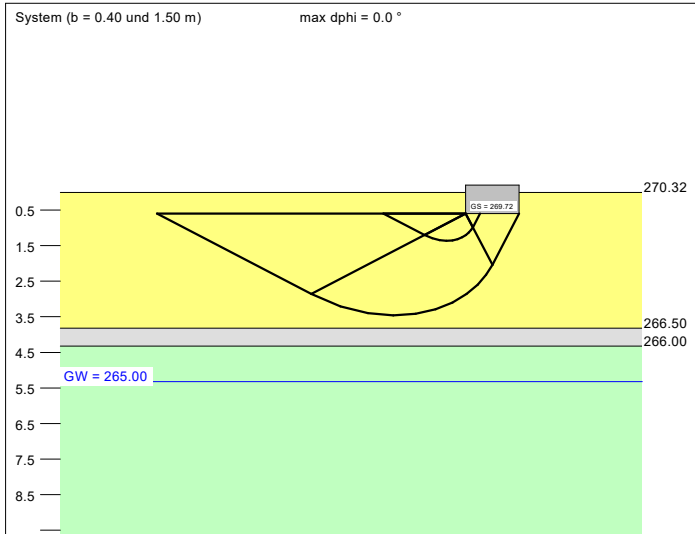


Berechnungsgrundlagen:  
AZ.: 03 23 22 - Neubau Förderstufengebäude, FvSS, Gladenbach  
Norm: EC 7  
BS: DIN 1054: BS-P  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.333  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.333 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.333) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.400$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 350.00 kN/m² begrenzt  
Oberkante Gelände = 270.32 mNN  
Gründungssohle = 269.72 mNN  
Grundwasser = 265.00 mNN  
Grenztiefe mit p = 20.0 %  
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
— Sohldruck  
— Setzungen



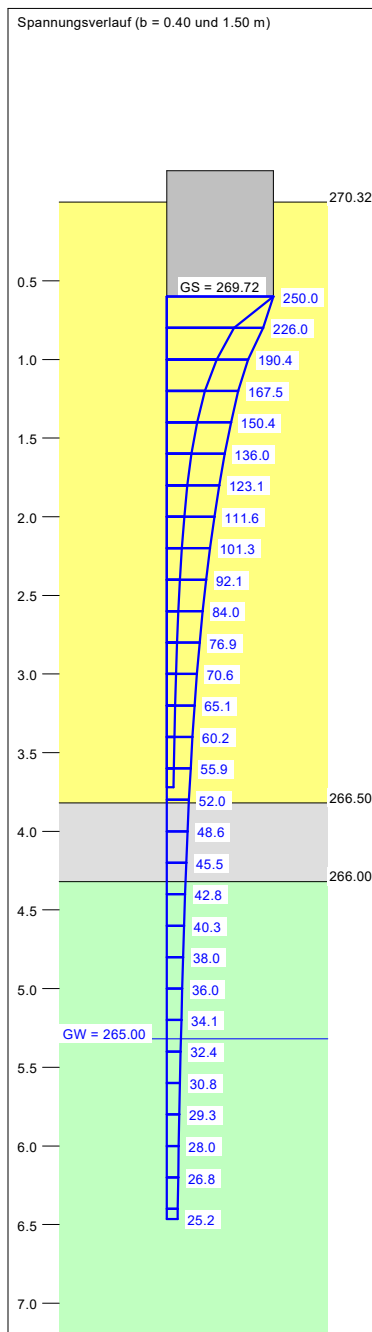


| Boden | $\gamma$<br>[kN/m³] | $\gamma'$<br>[kN/m³] | $\phi$<br>[°] | c<br>[kN/m²] | $E_s$<br>[MN/m²] | Bezeichnung |
|-------|---------------------|----------------------|---------------|--------------|------------------|-------------|
|       | 21.0                | 12.0                 | 35.0          | 0.0          | 100.0            | Auffüllung  |
|       | 20.5                | 10.5                 | 30.0          | 10.0         | 25.0             | Hangschutt  |
|       | 22.0                | 12.0                 | 30.0          | 20.0         | 50.0             | Felsersatz  |

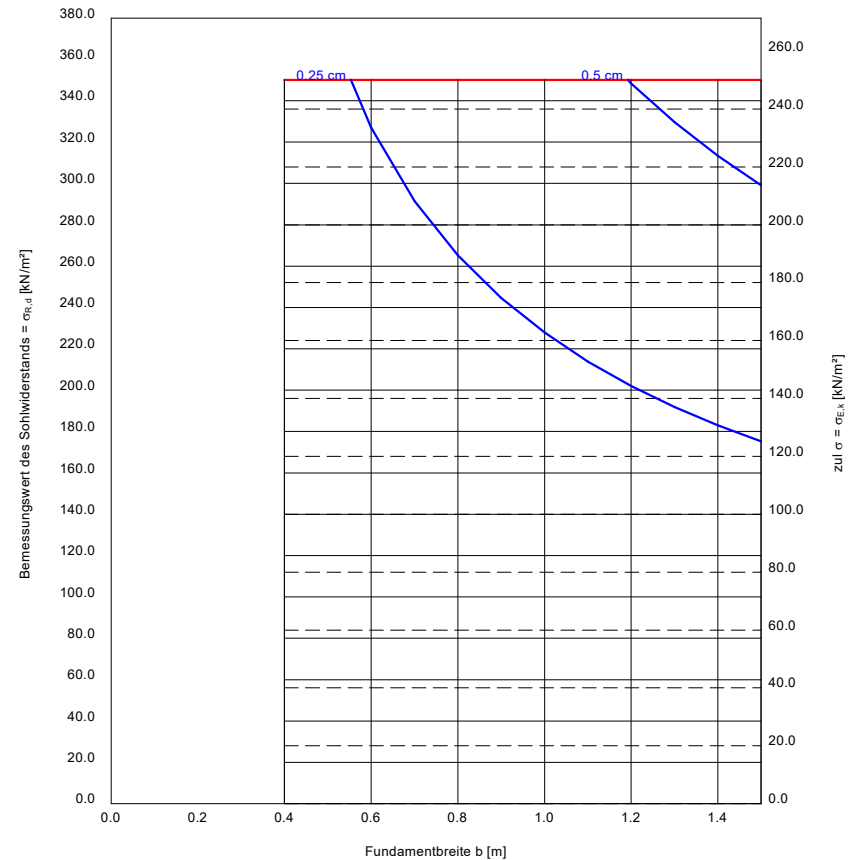


| a<br>[m] | b<br>[m] | $\sigma_{R,d}$<br>[kN/m²] | $\sigma_{E,k}$<br>[kN/m²] | $V_{E,k}$<br>[kN/m] | s<br>[cm] | cal $\phi$<br>[°] | cal c<br>[kN/m²] | $\gamma_2$<br>[kN/m³] | $\sigma_0$<br>[kN/m²] | $t_g$<br>[m] | UK LS<br>[m] |
|----------|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------|-----------|-------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------|
| 10.00    | 0.40     | 350.0                     | 250.0                     | 100.0               | 0.18      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 3.72         | 1.36         |
| 10.00    | 0.50     | 350.0                     | 250.0                     | 125.0               | 0.22      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 4.06         | 1.55         |
| 10.00    | 0.60     | 350.0                     | 250.0                     | 150.0               | 0.27      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 4.37         | 1.74         |
| 10.00    | 0.70     | 350.0                     | 250.0                     | 175.0               | 0.31      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 4.64         | 1.94         |
| 10.00    | 0.80     | 350.0                     | 250.0                     | 200.0               | 0.35      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 4.89         | 2.13         |
| 10.00    | 0.90     | 350.0                     | 250.0                     | 225.0               | 0.39      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 5.11         | 2.32         |
| 10.00    | 1.00     | 350.0                     | 250.0                     | 250.0               | 0.43      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 5.33         | 2.51         |
| 10.00    | 1.10     | 350.0                     | 250.0                     | 275.0               | 0.47      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 5.58         | 2.70         |
| 10.00    | 1.20     | 350.0                     | 250.0                     | 300.0               | 0.50      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 5.82         | 2.89         |
| 10.00    | 1.30     | 350.0                     | 250.0                     | 325.0               | 0.54      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 6.04         | 3.08         |
| 10.00    | 1.40     | 350.0                     | 250.0                     | 350.0               | 0.58      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 6.26         | 3.27         |
| 10.00    | 1.50     | 350.0                     | 250.0                     | 375.0               | 0.61      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 6.46         | 3.46         |

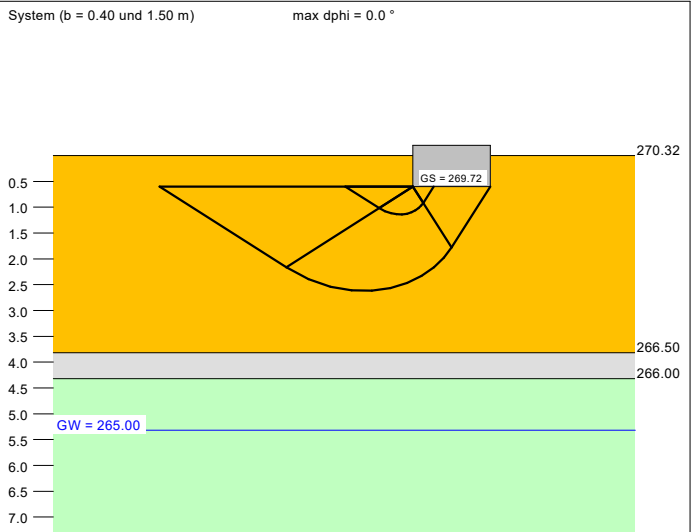
$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{R,k} / 1.96$  (für Setzungen)  
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.33



Berechnungsgrundlagen:  
AZ.: 03 23 22 - Neubau Förderstufengebäude, FvSS, Gladenbach  
Norm: EC 7  
BS: DIN 1054: BS-P  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.333  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.333 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.333) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.400$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 350.00 kN/m² begrenzt  
Oberkante Gelände = 270.32 mNN  
Gründungssohle = 269.72 mNN  
Grundwasser = 265.00 mNN  
Grenztiefe mit p = 20.0 %  
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
— Sohldruck  
— Setzungen

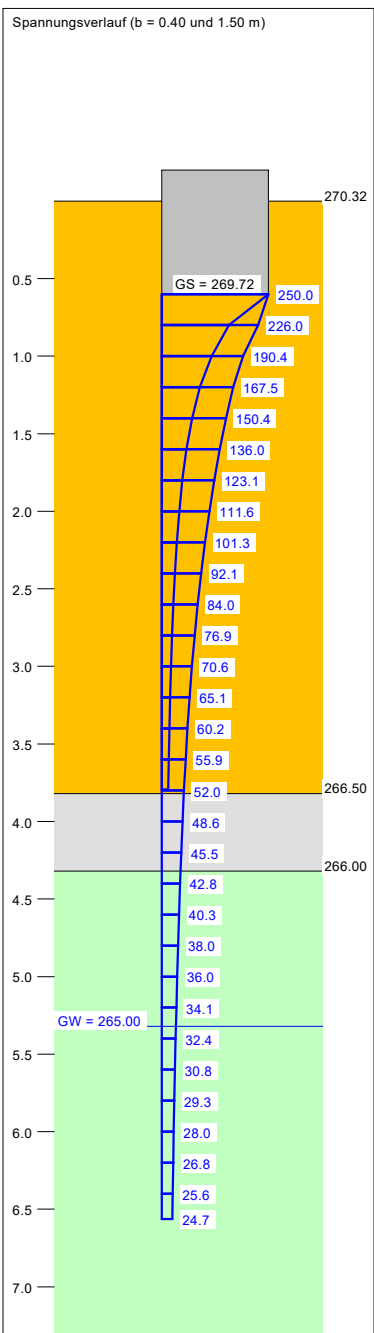


| Boden | $\gamma$<br>[kN/m³] | $\gamma'$<br>[kN/m³] | $\phi$<br>[°] | c<br>[kN/m²] | $E_s$<br>[MN/m²] | Bezeichnung |
|-------|---------------------|----------------------|---------------|--------------|------------------|-------------|
|       | 20.0                | 10.0                 | 25.0          | 20.0         | 50.0             | Auffüllung  |
|       | 20.5                | 10.5                 | 30.0          | 10.0         | 25.0             | Hangschutt  |
|       | 22.0                | 12.0                 | 30.0          | 20.0         | 50.0             | Felsersatz  |

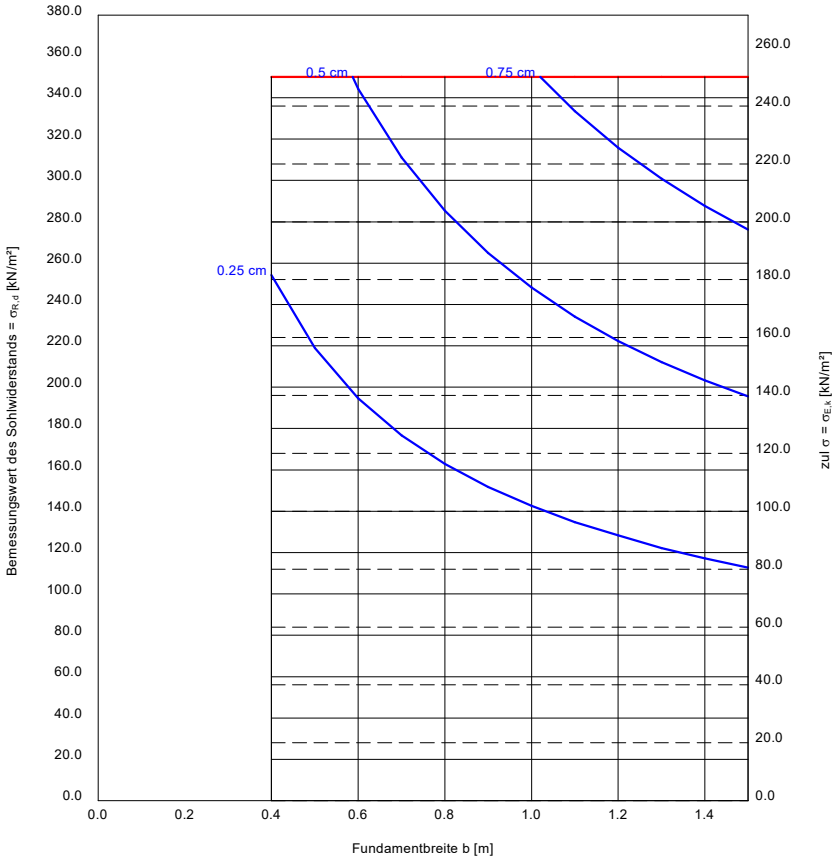


| a<br>[m] | b<br>[m] | $\sigma_{R,d}$<br>[kN/m²] | $\sigma_{E,k}$<br>[kN/m²] | $V_{E,k}$<br>[kN/m] | s<br>[cm] | cal $\phi$<br>[°] | cal c<br>[kN/m²] | $\gamma_2$<br>[kN/m³] | $\sigma_0$<br>[kN/m²] | $t_g$<br>[m] | UK LS<br>[m] |
|----------|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------|-----------|-------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------|
| 10.00    | 0.40     | 350.0                     | 250.0                     | 100.0               | 0.36      | 25.0              | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 3.79         | 1.14         |
| 10.00    | 0.50     | 350.0                     | 250.0                     | 125.0               | 0.44      | 25.0              | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 4.14         | 1.27         |
| 10.00    | 0.60     | 350.0                     | 250.0                     | 150.0               | 0.51      | 25.0              | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 4.44         | 1.41         |
| 10.00    | 0.70     | 350.0                     | 250.0                     | 175.0               | 0.57      | 25.0              | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 4.71         | 1.54         |
| 10.00    | 0.80     | 350.0                     | 250.0                     | 200.0               | 0.63      | 25.0              | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 4.96         | 1.68         |
| 10.00    | 0.90     | 350.0                     | 250.0                     | 225.0               | 0.69      | 25.0              | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 5.19         | 1.81         |
| 10.00    | 1.00     | 350.0                     | 250.0                     | 250.0               | 0.74      | 25.0              | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 5.42         | 1.95         |
| 10.00    | 1.10     | 350.0                     | 250.0                     | 275.0               | 0.79      | 25.0              | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 5.67         | 2.08         |
| 10.00    | 1.20     | 350.0                     | 250.0                     | 300.0               | 0.84      | 25.0              | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 5.91         | 2.21         |
| 10.00    | 1.30     | 350.0                     | 250.0                     | 325.0               | 0.89      | 25.0              | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 6.14         | 2.35         |
| 10.00    | 1.40     | 350.0                     | 250.0                     | 350.0               | 0.94      | 25.0              | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 6.36         | 2.48         |
| 10.00    | 1.50     | 350.0                     | 250.0                     | 375.0               | 0.99      | 25.0              | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 6.56         | 2.62         |

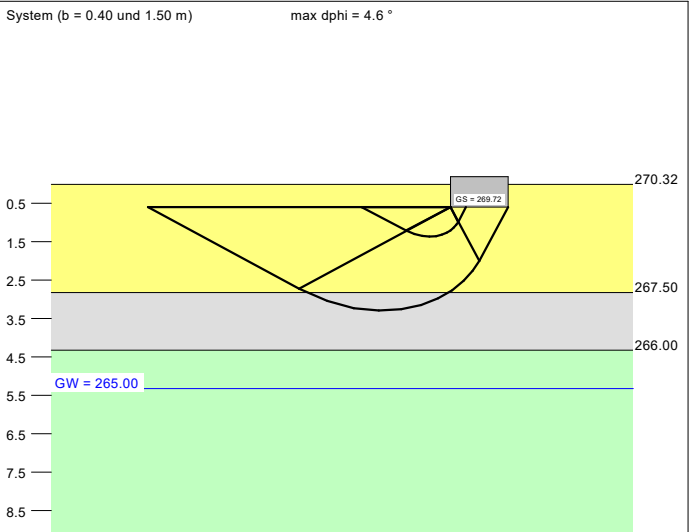
$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{R,k} / 1.96$  (für Setzungen)  
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.33



Berechnungsgrundlagen:  
AZ.: 03 23 22 - Neubau Förderstufengebäude, FvSS, Gladenbach  
Norm: EC 7  
BS: DIN 1054: BS-P  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.333  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.333 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.333) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.400$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 350.00 kN/m² begrenzt  
Oberkante Gelände = 270.32 mNN  
Gründungssohle = 269.72 mNN  
Grundwasser = 265.00 mNN  
Grenztiefe mit p = 20.0 %  
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
— Sohldruck  
— Setzungen

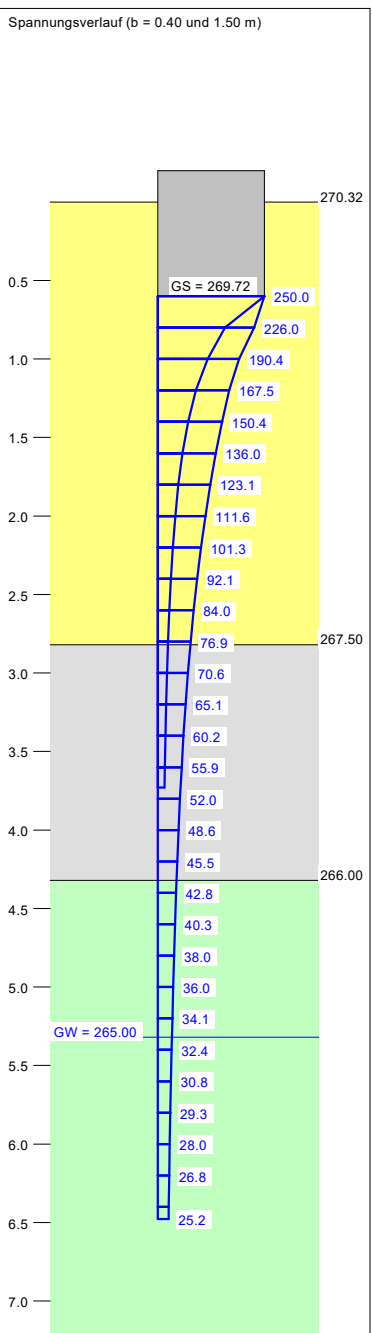


| Boden | $\gamma$<br>[kN/m³] | $\gamma'$<br>[kN/m³] | $\phi$<br>[°] | c<br>[kN/m²] | $E_s$<br>[MN/m²] | Bezeichnung |
|-------|---------------------|----------------------|---------------|--------------|------------------|-------------|
|       | 21.0                | 12.0                 | 35.0          | 0.0          | 100.0            | Auffüllung  |
|       | 20.5                | 10.5                 | 30.0          | 10.0         | 25.0             | Hangschutt  |
|       | 22.0                | 12.0                 | 30.0          | 20.0         | 50.0             | Felsersatz  |

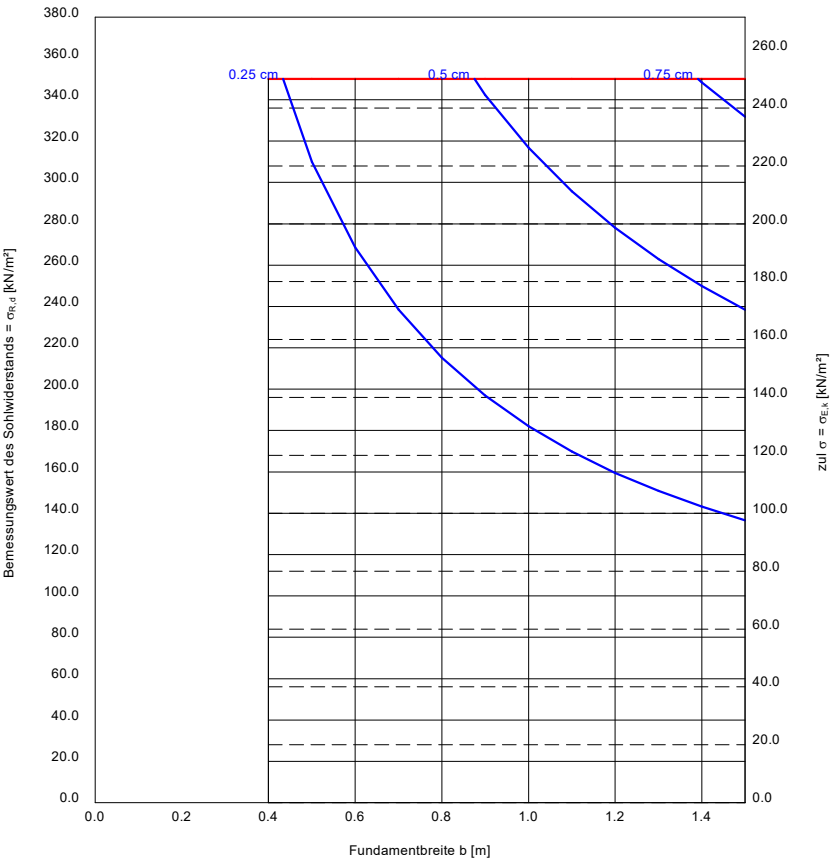


| a<br>[m] | b<br>[m] | $\sigma_{R,d}$<br>[kN/m²] | $\sigma_{E,k}$<br>[kN/m²] | $V_{E,k}$<br>[kN/m] | s<br>[cm] | cal $\phi$<br>[°] | cal c<br>[kN/m²] | $\gamma_2$<br>[kN/m³] | $\sigma_0$<br>[kN/m²] | $t_g$<br>[m] | UK LS<br>[m] |
|----------|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------|-----------|-------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------|
| 10.00    | 0.40     | 350.0                     | 250.0                     | 100.0               | 0.23      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 3.73         | 1.36         |
| 10.00    | 0.50     | 350.0                     | 250.0                     | 125.0               | 0.30      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 4.07         | 1.55         |
| 10.00    | 0.60     | 350.0                     | 250.0                     | 150.0               | 0.36      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 4.38         | 1.74         |
| 10.00    | 0.70     | 350.0                     | 250.0                     | 175.0               | 0.41      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 4.65         | 1.94         |
| 10.00    | 0.80     | 350.0                     | 250.0                     | 200.0               | 0.46      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 4.89         | 2.13         |
| 10.00    | 0.90     | 350.0                     | 250.0                     | 225.0               | 0.51      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 5.12         | 2.32         |
| 10.00    | 1.00     | 350.0                     | 250.0                     | 250.0               | 0.56      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 5.34         | 2.51         |
| 10.00    | 1.10     | 350.0                     | 250.0                     | 275.0               | 0.61      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 5.59         | 2.70         |
| 10.00    | 1.20     | 350.0                     | 250.0                     | 300.0               | 0.66      | 34.6              | 0.93             | 21.00                 | 12.60                 | 5.83         | 2.85         |
| 10.00    | 1.30     | 350.0                     | 250.0                     | 325.0               | 0.71      | 34.0              | 2.08             | 20.99                 | 12.60                 | 6.06         | 2.98         |
| 10.00    | 1.40     | 350.0                     | 250.0                     | 350.0               | 0.75      | 33.6              | 2.85             | 20.98                 | 12.60                 | 6.27         | 3.14         |
| 10.00    | 1.50     | 350.0                     | 250.0                     | 375.0               | 0.80      | 33.4              | 3.38             | 20.96                 | 12.60                 | 6.48         | 3.29         |

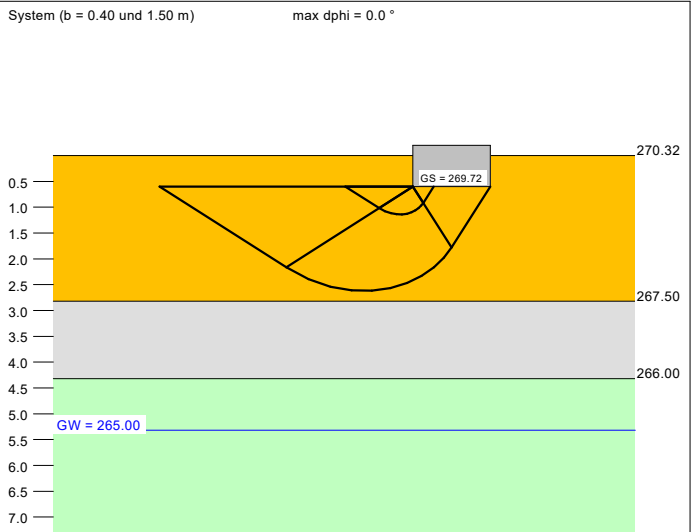
$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{R,k} / 1.96$  (für Setzungen)  
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.33



Berechnungsgrundlagen:  
AZ.: 03 23 22 - Neubau Förderstufengebäude, FvSS, Gladenbach  
Norm: EC 7  
BS: DIN 1054: BS-P  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.333  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.333 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.333) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.400$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 350.00 kN/m² begrenzt  
Oberkante Gelände = 270.32 mNN  
Gründungssohle = 269.72 mNN  
Grundwasser = 265.00 mNN  
Grenztiefe mit p = 20.0 %  
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
— Sohldruck  
— Setzungen

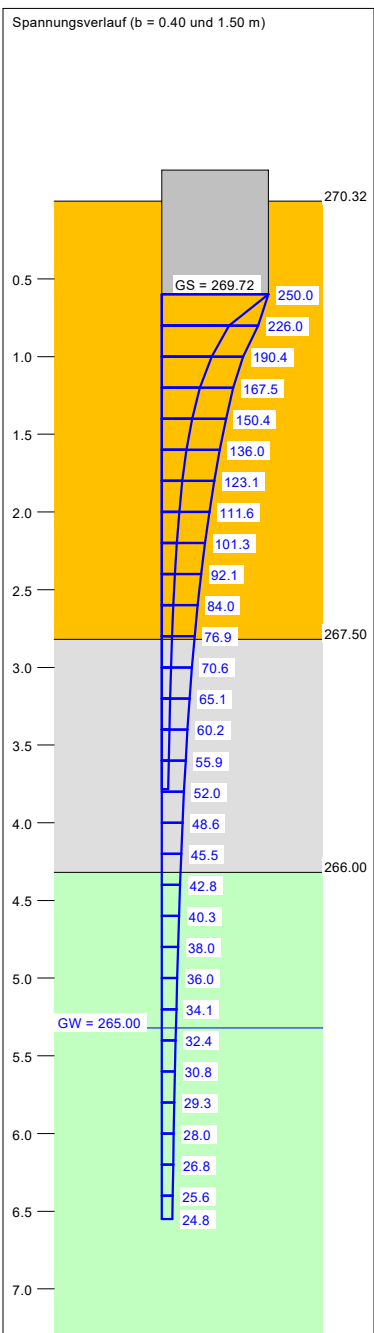


| Boden | $\gamma$<br>[kN/m³] | $\gamma'$<br>[kN/m³] | $\varphi$<br>[°] | c<br>[kN/m²] | $E_s$<br>[MN/m²] | Bezeichnung |
|-------|---------------------|----------------------|------------------|--------------|------------------|-------------|
|       | 20.0                | 10.0                 | 25.0             | 20.0         | 50.0             | Auffüllung  |
|       | 20.5                | 10.5                 | 30.0             | 10.0         | 25.0             | Hangschutt  |
|       | 22.0                | 12.0                 | 30.0             | 20.0         | 50.0             | Felsersatz  |

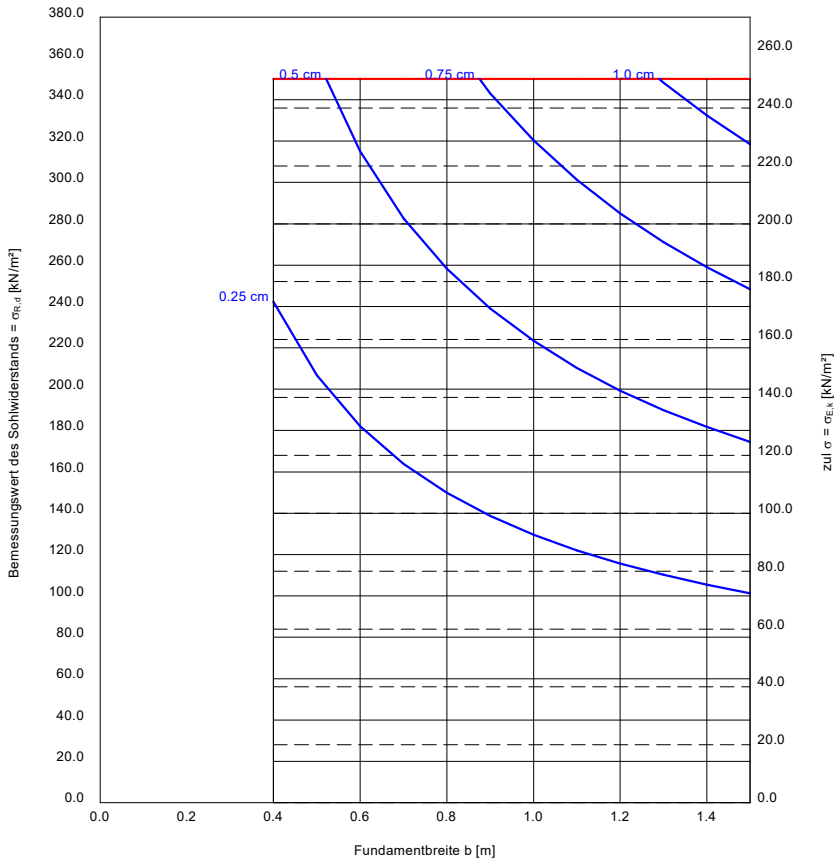


| a<br>[m] | b<br>[m] | $\sigma_{R,d}$<br>[kN/m²] | $\sigma_{E,k}$<br>[kN/m²] | $V_{E,k}$<br>[kN/m] | s<br>[cm] | cal $\varphi$<br>[°] | cal c<br>[kN/m²] | $\gamma_2$<br>[kN/m³] | $\sigma_0$<br>[kN/m²] | $t_g$<br>[m] | UK LS<br>[m] |
|----------|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------|-----------|----------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------|
| 10.00    | 0.40     | 350.0                     | 250.0                     | 100.0               | 0.40      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 3.78         | 1.14         |
| 10.00    | 0.50     | 350.0                     | 250.0                     | 125.0               | 0.48      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 4.13         | 1.27         |
| 10.00    | 0.60     | 350.0                     | 250.0                     | 150.0               | 0.56      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 4.43         | 1.41         |
| 10.00    | 0.70     | 350.0                     | 250.0                     | 175.0               | 0.64      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 4.70         | 1.54         |
| 10.00    | 0.80     | 350.0                     | 250.0                     | 200.0               | 0.70      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 4.95         | 1.68         |
| 10.00    | 0.90     | 350.0                     | 250.0                     | 225.0               | 0.77      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 5.18         | 1.81         |
| 10.00    | 1.00     | 350.0                     | 250.0                     | 250.0               | 0.83      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 5.41         | 1.95         |
| 10.00    | 1.10     | 350.0                     | 250.0                     | 275.0               | 0.89      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 5.66         | 2.08         |
| 10.00    | 1.20     | 350.0                     | 250.0                     | 300.0               | 0.95      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 5.90         | 2.21         |
| 10.00    | 1.30     | 350.0                     | 250.0                     | 325.0               | 1.01      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 6.13         | 2.35         |
| 10.00    | 1.40     | 350.0                     | 250.0                     | 350.0               | 1.06      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 6.34         | 2.48         |
| 10.00    | 1.50     | 350.0                     | 250.0                     | 375.0               | 1.11      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 6.55         | 2.62         |

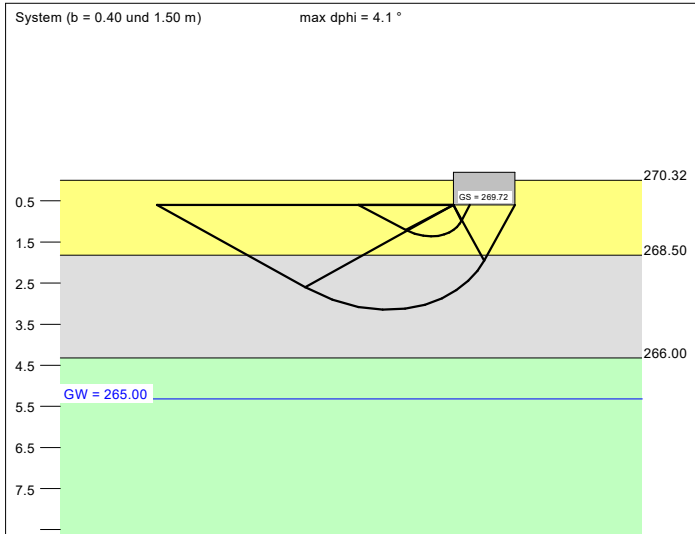
$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{R,k} / 1.96$  (für Setzungen)  
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.33



Berechnungsgrundlagen:  
AZ.: 03 23 22 - Neubau Förderstufengebäude, FvSS, Gladenbach  
Norm: EC 7  
BS: DIN 1054: BS-P  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.333  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.333 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.333) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.400$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 350.00 kN/m² begrenzt  
Oberkante Gelände = 270.32 mNN  
Gründungssohle = 269.72 mNN  
Grundwasser = 265.00 mNN  
Grenztiefe mit p = 20.0 %  
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
— Sohldruck  
— Setzungen

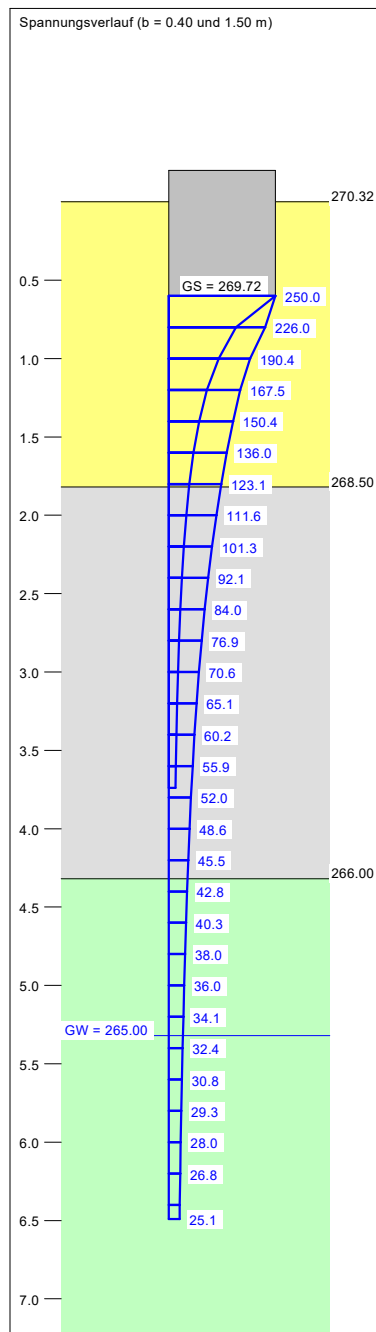


| Boden | $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\gamma'$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\phi$<br>[°] | c<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | E <sub>s</sub><br>[MN/m <sup>2</sup> ] | Bezeichnung |
|-------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------|---------------------------|--|-------------|
|       | 21.0                             | 12.0                              | 35.0          | 0.0                       | 100.0                                  | Auffüllung  |
|       | 20.5                             | 10.5                              | 30.0          | 10.0                      | 25.0                                   | Hangschutt  |
|       | 22.0                             | 12.0                              | 30.0          | 20.0                      | 50.0                                   | Felsersatz  |

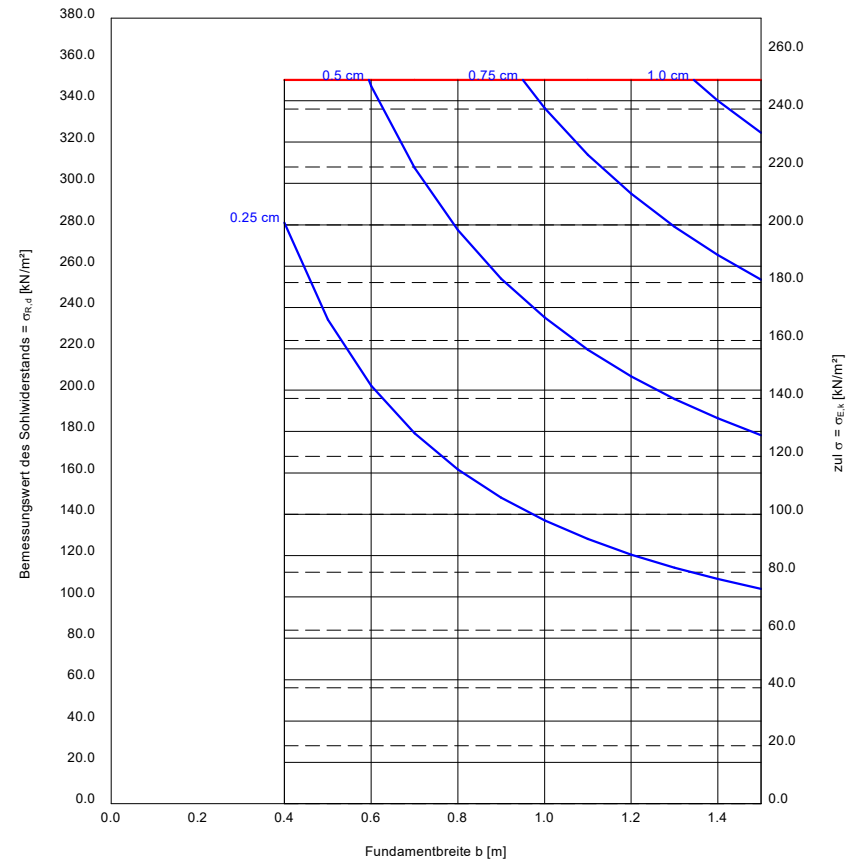


| a<br>[m] | b<br>[m] | $\sigma_{R,d}$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\sigma_{E,k}$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | V <sub>E,k</sub><br>[kN/m] | s<br>[cm] | cal $\phi$<br>[°] | cal c<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_2$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\sigma_0$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | t <sub>g</sub><br>[m] | UK LS<br>[m] |
|----------|----------|--|--|----------------------------|-----------|-------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|--------------|
| 10.00    | 0.40     | 350.0                                  | 250.0                                  | 100.0                      | 0.33      | 35.0              | 0.00                          | 21.00                              | 12.60                              | 3.74                  | 1.36         |
| 10.00    | 0.50     | 350.0                                  | 250.0                                  | 125.0                      | 0.42      | 35.0              | 0.00                          | 21.00                              | 12.60                              | 4.08                  | 1.55         |
| 10.00    | 0.60     | 350.0                                  | 250.0                                  | 150.0                      | 0.50      | 35.0              | 0.00                          | 21.00                              | 12.60                              | 4.39                  | 1.74         |
| 10.00    | 0.70     | 350.0                                  | 250.0                                  | 175.0                      | 0.58      | 34.1              | 1.82                          | 20.99                              | 12.60                              | 4.66                  | 1.89         |
| 10.00    | 0.80     | 350.0                                  | 250.0                                  | 200.0                      | 0.65      | 33.5              | 3.16                          | 20.97                              | 12.60                              | 4.90                  | 2.04         |
| 10.00    | 0.90     | 350.0                                  | 250.0                                  | 225.0                      | 0.72      | 33.1              | 3.97                          | 20.94                              | 12.60                              | 5.13                  | 2.20         |
| 10.00    | 1.00     | 350.0                                  | 250.0                                  | 250.0                      | 0.78      | 32.8              | 4.57                          | 20.92                              | 12.60                              | 5.35                  | 2.35         |
| 10.00    | 1.10     | 350.0                                  | 250.0                                  | 275.0                      | 0.85      | 32.5              | 5.04                          | 20.89                              | 12.60                              | 5.61                  | 2.51         |
| 10.00    | 1.20     | 350.0                                  | 250.0                                  | 300.0                      | 0.91      | 32.4              | 5.43                          | 20.87                              | 12.60                              | 5.84                  | 2.67         |
| 10.00    | 1.30     | 350.0                                  | 250.0                                  | 325.0                      | 0.97      | 32.2              | 5.76                          | 20.85                              | 12.60                              | 6.07                  | 2.83         |
| 10.00    | 1.40     | 350.0                                  | 250.0                                  | 350.0                      | 1.03      | 32.0              | 6.04                          | 20.83                              | 12.60                              | 6.28                  | 2.99         |
| 10.00    | 1.50     | 350.0                                  | 250.0                                  | 375.0                      | 1.09      | 31.9              | 6.29                          | 20.82                              | 12.60                              | 6.49                  | 3.15         |

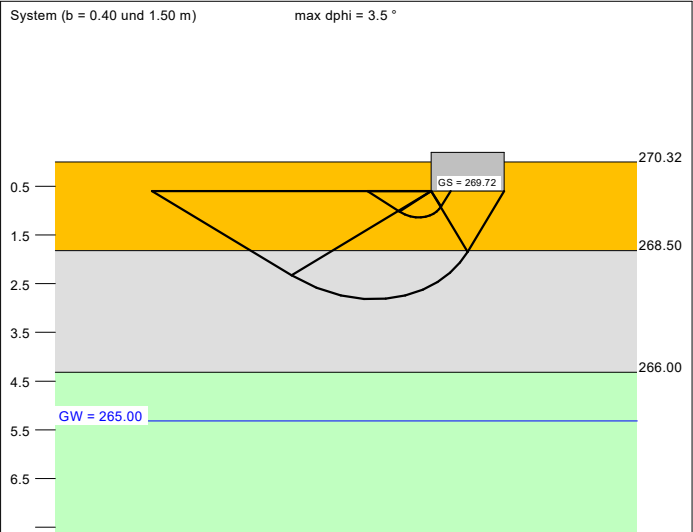
$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{R,k} / 1.96$  (für Setzungen)  
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.33



Berechnungsgrundlagen:  
AZ.: 03 23 22 - Neubau Förderstufengebäude, FvSS, Gladenbach  
Norm: EC 7  
BS: DIN 1054: BS-P  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.333  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.333 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.333) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.400$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 350.00 kN/m<sup>2</sup> begrenzt  
Oberkante Gelände = 270.32 mNN  
Gründungssohle = 269.72 mNN  
Grundwasser = 265.00 mNN  
Grenztiefe mit p = 20.0 %  
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
— Sohldruck  
— Setzungen

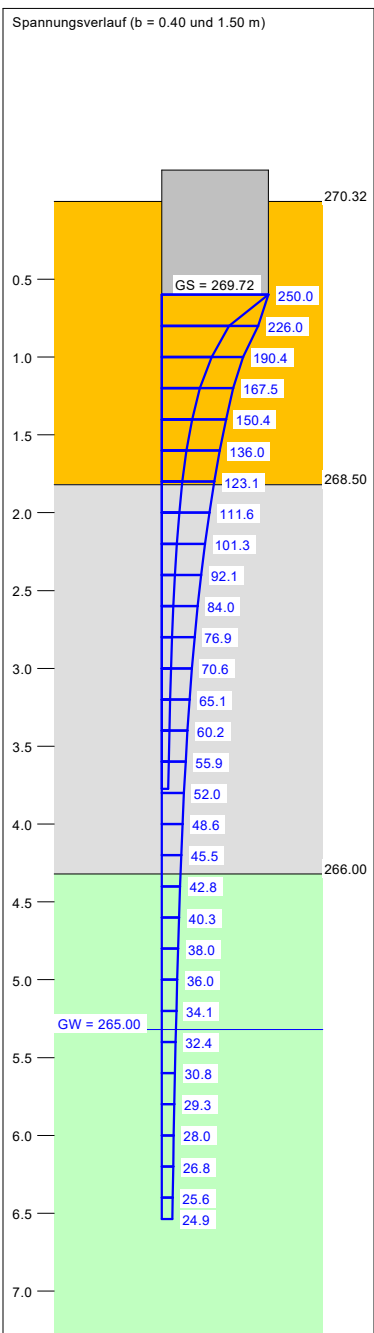


| Boden | $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\gamma'$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\phi$<br>[°] | c<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | E <sub>s</sub><br>[MN/m <sup>2</sup> ] | Bezeichnung |
|-------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------|---------------------------|--|-------------|
|       | 20.0                             | 10.0                              | 25.0          | 20.0                      | 50.0                                   | Auffüllung  |
|       | 20.5                             | 10.5                              | 30.0          | 10.0                      | 25.0                                   | Hangschutt  |
|       | 22.0                             | 12.0                              | 30.0          | 20.0                      | 50.0                                   | Felsersatz  |

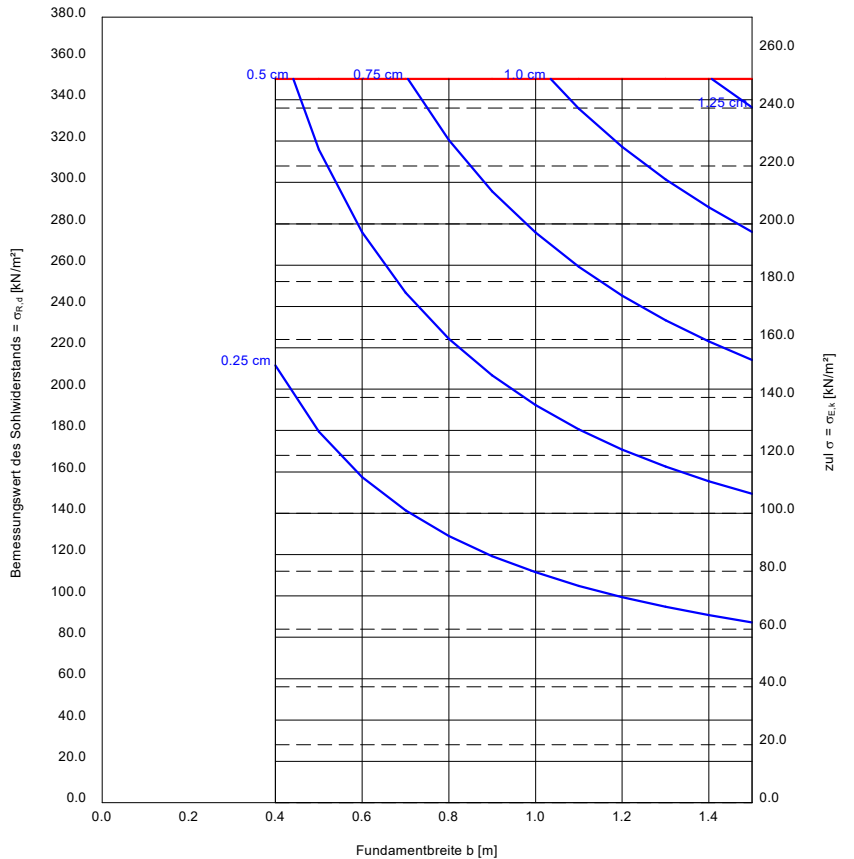


| a<br>[m] | b<br>[m] | $\sigma_{R,d}$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\sigma_{E,k}$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | V <sub>E,k</sub><br>[kN/m] | s<br>[cm] | cal $\phi$<br>[°] | cal c<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_2$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\sigma_0$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | t <sub>g</sub><br>[m] | UK LS<br>[m] |
|----------|----------|--|--|----------------------------|-----------|-------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|--------------|
| 10.00    | 0.40     | 350.0                                  | 250.0                                  | 100.0                      | 0.46      | 25.0              | 20.00                         | 20.00                              | 12.00                              | 3.77                  | 1.14         |
| 10.00    | 0.50     | 350.0                                  | 250.0                                  | 125.0                      | 0.57      | 25.0              | 20.00                         | 20.00                              | 12.00                              | 4.12                  | 1.27         |
| 10.00    | 0.60     | 350.0                                  | 250.0                                  | 150.0                      | 0.66      | 25.0              | 20.00                         | 20.00                              | 12.00                              | 4.42                  | 1.41         |
| 10.00    | 0.70     | 350.0                                  | 250.0                                  | 175.0                      | 0.75      | 25.0              | 20.00                         | 20.00                              | 12.00                              | 4.69                  | 1.54         |
| 10.00    | 0.80     | 350.0                                  | 250.0                                  | 200.0                      | 0.83      | 25.0              | 20.00                         | 20.00                              | 12.00                              | 4.94                  | 1.68         |
| 10.00    | 0.90     | 350.0                                  | 250.0                                  | 225.0                      | 0.90      | 25.0              | 20.00                         | 20.00                              | 12.00                              | 5.17                  | 1.81         |
| 10.00    | 1.00     | 350.0                                  | 250.0                                  | 250.0                      | 0.98      | 26.5              | 17.04                         | 20.03                              | 12.00                              | 5.40                  | 2.01         |
| 10.00    | 1.10     | 350.0                                  | 250.0                                  | 275.0                      | 1.05      | 27.0              | 16.12                         | 20.05                              | 12.00                              | 5.65                  | 2.17         |
| 10.00    | 1.20     | 350.0                                  | 250.0                                  | 300.0                      | 1.12      | 27.3              | 15.51                         | 20.08                              | 12.00                              | 5.89                  | 2.33         |
| 10.00    | 1.30     | 350.0                                  | 250.0                                  | 325.0                      | 1.18      | 27.5              | 15.02                         | 20.11                              | 12.00                              | 6.11                  | 2.49         |
| 10.00    | 1.40     | 350.0                                  | 250.0                                  | 350.0                      | 1.25      | 27.7              | 14.63                         | 20.13                              | 12.00                              | 6.33                  | 2.65         |
| 10.00    | 1.50     | 350.0                                  | 250.0                                  | 375.0                      | 1.31      | 27.9              | 14.29                         | 20.15                              | 12.00                              | 6.54                  | 2.81         |

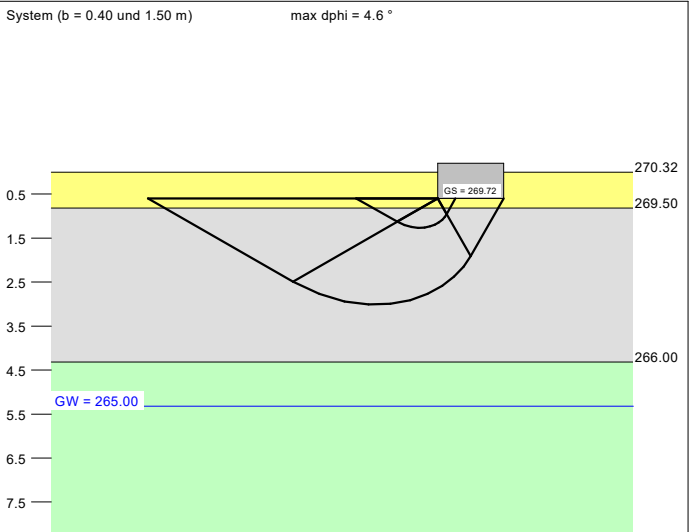
$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{R,k} / 1.96$  (für Setzungen)  
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.33



Berechnungsgrundlagen:  
AZ.: 03 23 22 - Neubau Förderstufengebäude, FvSS, Gladenbach  
Norm: EC 7  
BS: DIN 1054: BS-P  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.333  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.333 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.333) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.400$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 350.00 kN/m<sup>2</sup> begrenzt  
Oberkante Gelände = 270.32 mNN  
Gründungssohle = 269.72 mNN  
Grundwasser = 265.00 mNN  
Grenztiefe mit p = 20.0 %  
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
— Sohldruck  
— Setzungen

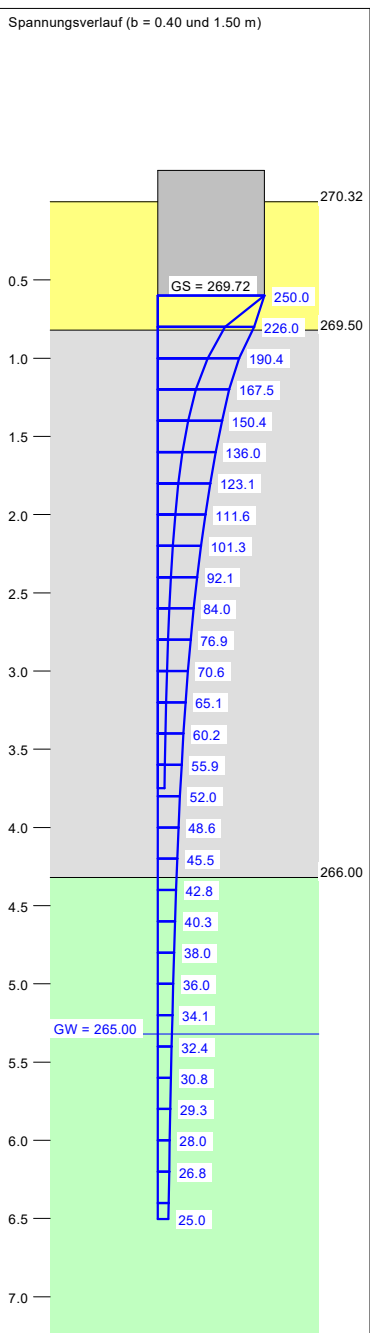


| Boden | $\gamma$<br>[kN/m³] | $\gamma'$<br>[kN/m³] | $\varphi$<br>[°] | c<br>[kN/m²] | E <sub>s</sub><br>[MN/m²] | Bezeichnung |
|-------|---------------------|----------------------|------------------|--------------|---------------------------|-------------|
|       | 21.0                | 12.0                 | 35.0             | 0.0          | 100.0                     | Auffüllung  |
|       | 20.5                | 10.5                 | 30.0             | 10.0         | 25.0                      | Hangschutt  |
|       | 22.0                | 12.0                 | 30.0             | 20.0         | 50.0                      | Felsersatz  |

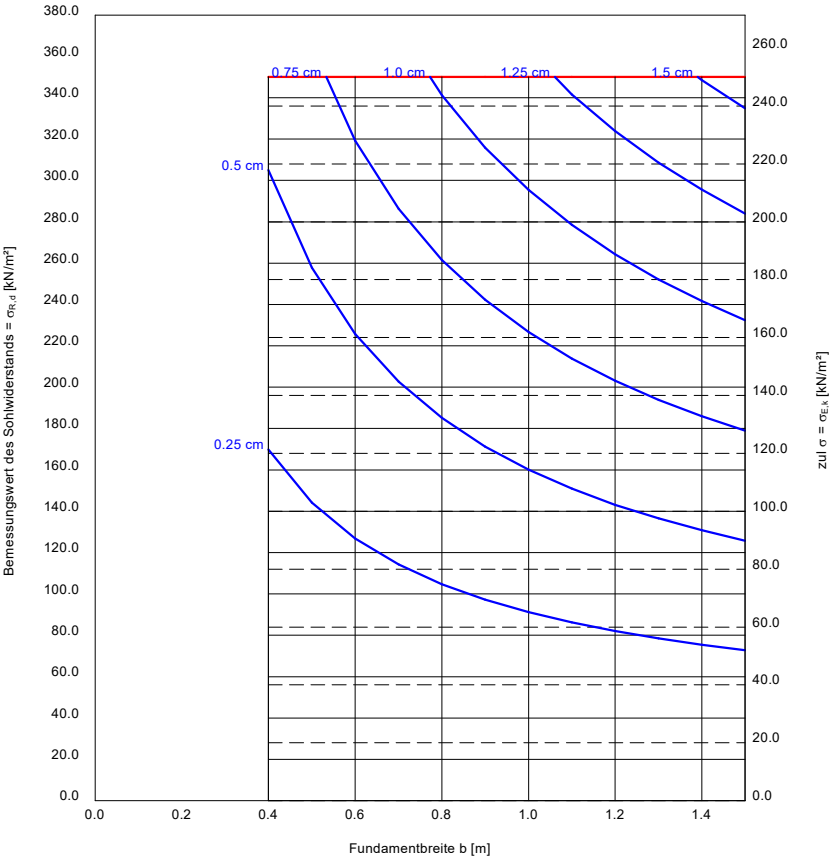


| a<br>[m] | b<br>[m] | $\sigma_{R,d}$<br>[kN/m²] | $\sigma_{E,k}$<br>[kN/m²] | V <sub>E,k</sub><br>[kN/m] | s<br>[cm] | cal $\varphi$<br>[°] | cal c<br>[kN/m²] | $\gamma_2$<br>[kN/m³] | $\sigma_0$<br>[kN/m²] | t <sub>g</sub><br>[m] | UK LS<br>[m] |
|----------|----------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------|----------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|
| 10.00    | 0.40     | 350.0                     | 250.0                     | 100.0                      | 0.59      | 31.3                 | 7.43             | 20.73                 | 12.60                 | 3.75                  | 1.27         |
| 10.00    | 0.50     | 350.0                     | 250.0                     | 125.0                      | 0.71      | 31.1                 | 7.93             | 20.69                 | 12.60                 | 4.09                  | 1.42         |
| 10.00    | 0.60     | 350.0                     | 250.0                     | 150.0                      | 0.83      | 30.9                 | 8.26             | 20.66                 | 12.60                 | 4.40                  | 1.58         |
| 10.00    | 0.70     | 350.0                     | 250.0                     | 175.0                      | 0.93      | 30.8                 | 8.50             | 20.64                 | 12.60                 | 4.67                  | 1.74         |
| 10.00    | 0.80     | 350.0                     | 250.0                     | 200.0                      | 1.03      | 30.7                 | 8.69             | 20.63                 | 12.60                 | 4.91                  | 1.90         |
| 10.00    | 0.90     | 350.0                     | 250.0                     | 225.0                      | 1.12      | 30.6                 | 8.83             | 20.61                 | 12.60                 | 5.14                  | 2.06         |
| 10.00    | 1.00     | 350.0                     | 250.0                     | 250.0                      | 1.20      | 30.6                 | 8.94             | 20.60                 | 12.60                 | 5.37                  | 2.22         |
| 10.00    | 1.10     | 350.0                     | 250.0                     | 275.0                      | 1.28      | 30.5                 | 9.04             | 20.59                 | 12.60                 | 5.62                  | 2.37         |
| 10.00    | 1.20     | 350.0                     | 250.0                     | 300.0                      | 1.36      | 30.5                 | 9.12             | 20.59                 | 12.60                 | 5.86                  | 2.53         |
| 10.00    | 1.30     | 350.0                     | 250.0                     | 325.0                      | 1.44      | 30.4                 | 9.18             | 20.58                 | 12.60                 | 6.08                  | 2.69         |
| 10.00    | 1.40     | 350.0                     | 250.0                     | 350.0                      | 1.51      | 30.4                 | 9.24             | 20.57                 | 12.60                 | 6.30                  | 2.85         |
| 10.00    | 1.50     | 350.0                     | 250.0                     | 375.0                      | 1.58      | 30.4                 | 9.29             | 20.57                 | 12.60                 | 6.50                  | 3.01         |

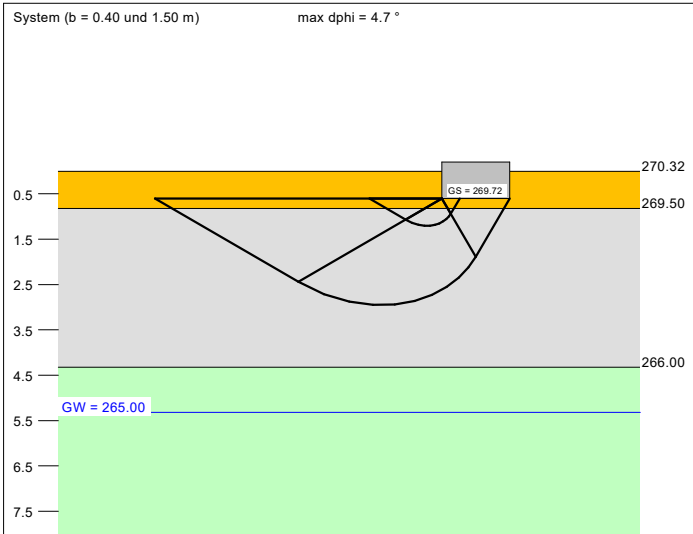
$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{G,Q}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{R,k} / 1.96$  (für Setzungen)  
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.33



Berechnungsgrundlagen:  
AZ.: 03 23 22 - Neubau Förderstufengebäude, FvSS, Gladenbach  
Norm: EC 7  
BS: DIN 1054: BS-P  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.333  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.333 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.333) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.400$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 350.00 kN/m² begrenzt  
Oberkante Gelände = 270.32 mNN  
Gründungssohle = 269.72 mNN  
Grundwasser = 265.00 mNN  
Grenztiefe mit p = 20.0 %  
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
— Sohldruck  
— Setzungen

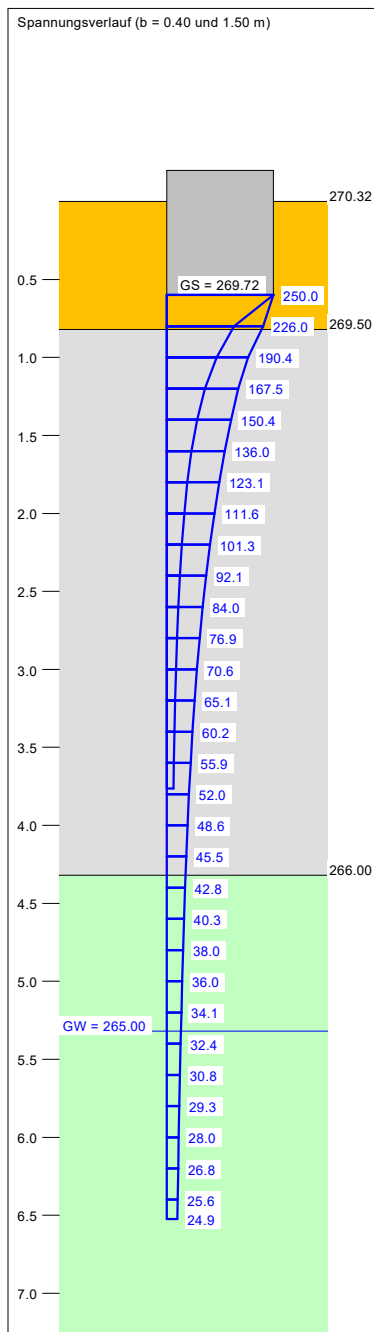


| Boden | $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\gamma'$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\varphi$<br>[°] | c<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | E <sub>s</sub><br>[MN/m <sup>2</sup> ] | Bezeichnung |
|-------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------|---------------------------|--|-------------|
|       | 20.0                             | 10.0                              | 25.0             | 20.0                      | 50.0                                   | Auffüllung  |
|       | 20.5                             | 10.5                              | 30.0             | 10.0                      | 25.0                                   | Hangschutt  |
|       | 22.0                             | 12.0                              | 30.0             | 20.0                      | 50.0                                   | Felsersatz  |

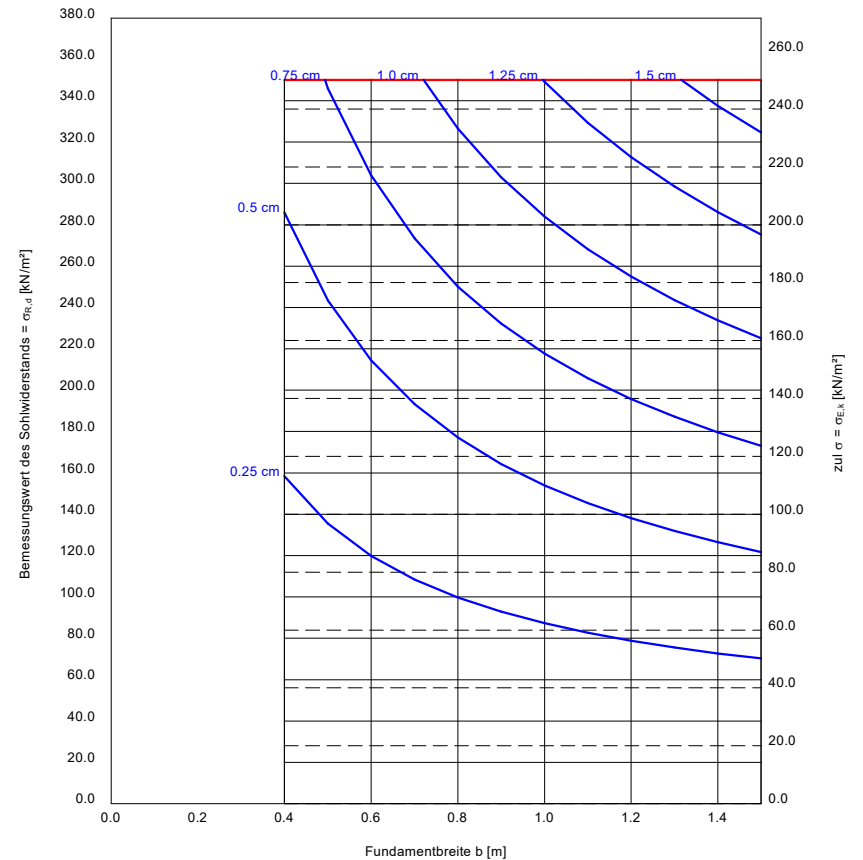


| a<br>[m] | b<br>[m] | $\sigma_{R,d}$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\sigma_{E,k}$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | V <sub>E,k</sub><br>[kN/m] | s<br>[cm] | cal $\varphi$<br>[°] | cal c<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_2$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\sigma_0$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | t <sub>g</sub><br>[m] | UK LS<br>[m] |
|----------|----------|--|--|----------------------------|-----------|----------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|--------------|
| 10.00    | 0.40     | 350.0                                  | 250.0                                  | 100.0                      | 0.63      | 28.6                 | 12.83                         | 20.25                              | 12.00                              | 3.76                  | 1.20         |
| 10.00    | 0.50     | 350.0                                  | 250.0                                  | 125.0                      | 0.76      | 28.9                 | 12.24                         | 20.30                              | 12.00                              | 4.11                  | 1.36         |
| 10.00    | 0.60     | 350.0                                  | 250.0                                  | 150.0                      | 0.88      | 29.1                 | 11.85                         | 20.33                              | 12.00                              | 4.41                  | 1.52         |
| 10.00    | 0.70     | 350.0                                  | 250.0                                  | 175.0                      | 0.98      | 29.2                 | 11.58                         | 20.35                              | 12.00                              | 4.68                  | 1.68         |
| 10.00    | 0.80     | 350.0                                  | 250.0                                  | 200.0                      | 1.08      | 29.3                 | 11.38                         | 20.37                              | 12.00                              | 4.93                  | 1.84         |
| 10.00    | 0.90     | 350.0                                  | 250.0                                  | 225.0                      | 1.17      | 29.4                 | 11.22                         | 20.38                              | 12.00                              | 5.16                  | 2.00         |
| 10.00    | 1.00     | 350.0                                  | 250.0                                  | 250.0                      | 1.25      | 29.5                 | 11.10                         | 20.39                              | 12.00                              | 5.39                  | 2.16         |
| 10.00    | 1.10     | 350.0                                  | 250.0                                  | 275.0                      | 1.34      | 29.5                 | 11.00                         | 20.40                              | 12.00                              | 5.64                  | 2.31         |
| 10.00    | 1.20     | 350.0                                  | 250.0                                  | 300.0                      | 1.41      | 29.6                 | 10.91                         | 20.41                              | 12.00                              | 5.88                  | 2.47         |
| 10.00    | 1.30     | 350.0                                  | 250.0                                  | 325.0                      | 1.49      | 29.6                 | 10.84                         | 20.42                              | 12.00                              | 6.10                  | 2.63         |
| 10.00    | 1.40     | 350.0                                  | 250.0                                  | 350.0                      | 1.56      | 29.6                 | 10.78                         | 20.42                              | 12.00                              | 6.32                  | 2.79         |
| 10.00    | 1.50     | 350.0                                  | 250.0                                  | 375.0                      | 1.63      | 29.7                 | 10.73                         | 20.43                              | 12.00                              | 6.52                  | 2.95         |

$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{R,k} / 1.96$  (für Setzungen)  
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.33

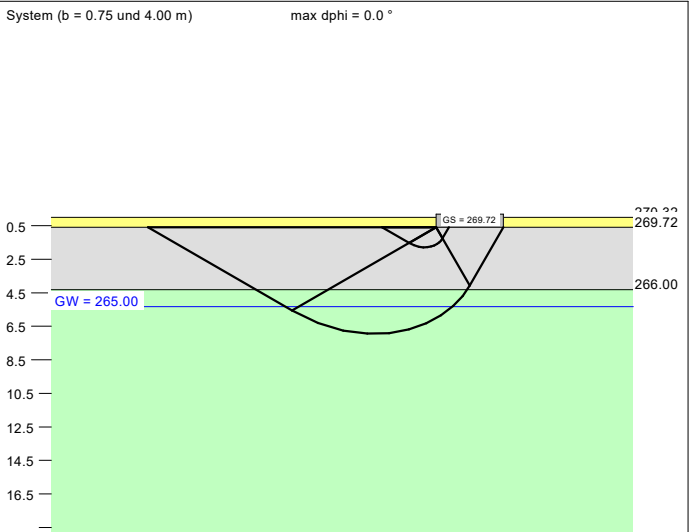


Berechnungsgrundlagen:  
AZ.: 03 23 22 - Neubau Förderstufengebäude, FvSS, Gladenbach  
Norm: EC 7  
BS: DIN 1054: BS-P  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.333  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.333 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.333) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.400$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 350.00 kN/m<sup>2</sup> begrenzt  
Oberkante Gelände = 270.32 mNN  
Gründungssohle = 269.72 mNN  
Grundwasser = 265.00 mNN  
Grenztiefe mit p = 20.0 %  
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
— Sohldruck  
— Setzungen



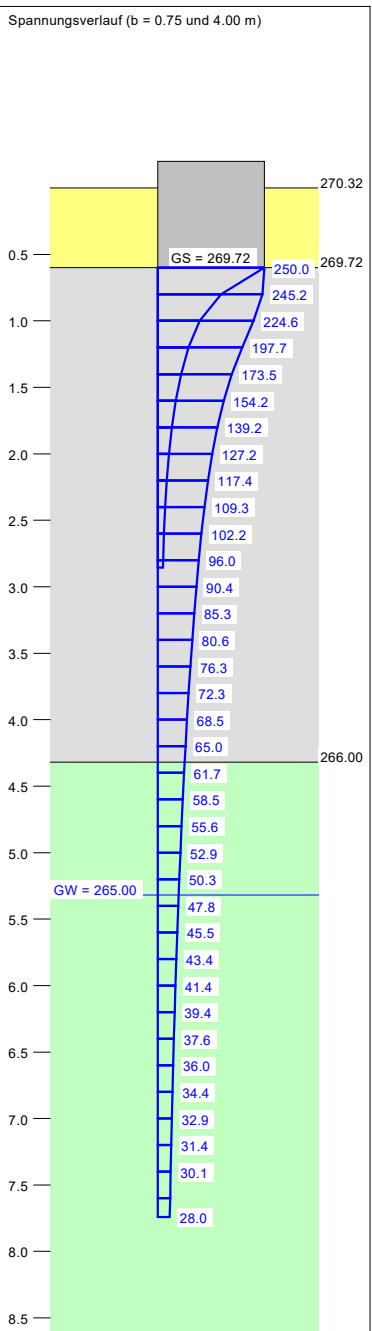


| Boden | $\gamma$<br>[kN/m³] | $\gamma'$<br>[kN/m³] | $\varphi$<br>[°] | c<br>[kN/m²] | E <sub>s</sub><br>[MN/m²] | Bezeichnung |
|-------|---------------------|----------------------|------------------|--------------|---------------------------|-------------|
|       | 21.0                | 12.0                 | 35.0             | 0.0          | 100.0                     | Auffüllung  |
|       | 20.5                | 10.5                 | 30.0             | 10.0         | 25.0                      | Hangschutt  |
|       | 22.0                | 12.0                 | 30.0             | 20.0         | 50.0                      | Felsersatz  |

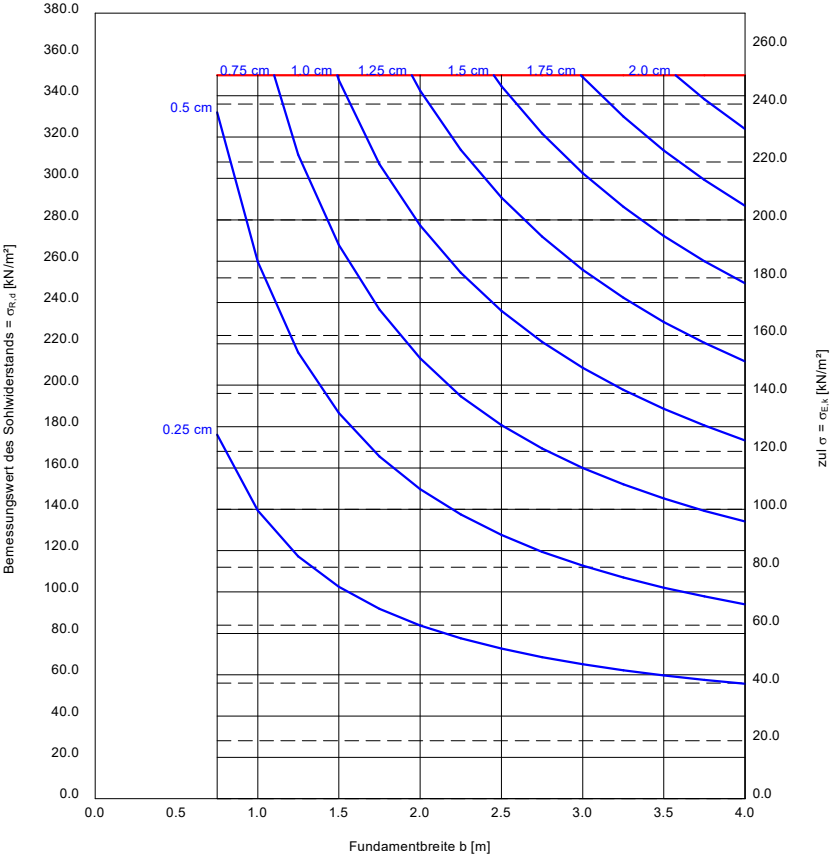


| a<br>[m] | b<br>[m] | $\sigma_{R,d}$<br>[kN/m²] | $\sigma_{E,k}$<br>[kN/m²] | V <sub>E,k</sub><br>[kN] | s<br>[cm] | cal $\varphi$<br>[°] | cal c<br>[kN/m²] | $\gamma_2$<br>[kN/m³] | $\sigma_0$<br>[kN/m²] | t <sub>g</sub><br>[m] | UK LS<br>[m] |
|----------|----------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------|----------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|
| 0.75     | 0.75     | 350.0                     | 250.0                     | 140.6                    | 0.53      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 2.86                  | 1.79         |
| 1.00     | 1.00     | 350.0                     | 250.0                     | 250.0                    | 0.69      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 3.35                  | 2.19         |
| 1.25     | 1.25     | 350.0                     | 250.0                     | 390.6                    | 0.85      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 3.80                  | 2.58         |
| 1.50     | 1.50     | 350.0                     | 250.0                     | 562.5                    | 1.01      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 4.21                  | 2.98         |
| 1.75     | 1.75     | 350.0                     | 250.0                     | 765.7                    | 1.15      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 4.59                  | 3.37         |
| 2.00     | 2.00     | 350.0                     | 250.0                     | 1000.0                   | 1.28      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 4.95                  | 3.77         |
| 2.25     | 2.25     | 350.0                     | 250.0                     | 1265.7                   | 1.40      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 5.29                  | 4.17         |
| 2.50     | 2.50     | 350.0                     | 250.0                     | 1562.6                   | 1.52      | 30.0                 | 11.96            | 20.52                 | 12.60                 | 5.67                  | 4.56         |
| 2.75     | 2.75     | 350.0                     | 250.0                     | 1890.7                   | 1.64      | 30.0                 | 13.09            | 20.58                 | 12.60                 | 6.04                  | 4.96         |
| 3.00     | 3.00     | 350.0                     | 250.0                     | 2250.1                   | 1.76      | 30.0                 | 13.81            | 20.65                 | 12.60                 | 6.40                  | 5.36         |
| 3.25     | 3.25     | 350.0                     | 250.0                     | 2640.7                   | 1.87      | 30.0                 | 14.34            | 20.48                 | 12.60                 | 6.75                  | 5.75         |
| 3.50     | 3.50     | 350.0                     | 250.0                     | 3062.6                   | 1.97      | 30.0                 | 14.76            | 20.20                 | 12.60                 | 7.09                  | 6.15         |
| 3.75     | 3.75     | 350.0                     | 250.0                     | 3515.8                   | 2.08      | 30.0                 | 15.13            | 19.91                 | 12.60                 | 7.42                  | 6.54         |
| 4.00     | 4.00     | 350.0                     | 250.0                     | 4000.1                   | 2.18      | 30.0                 | 15.44            | 19.61                 | 12.60                 | 7.74                  | 6.94         |

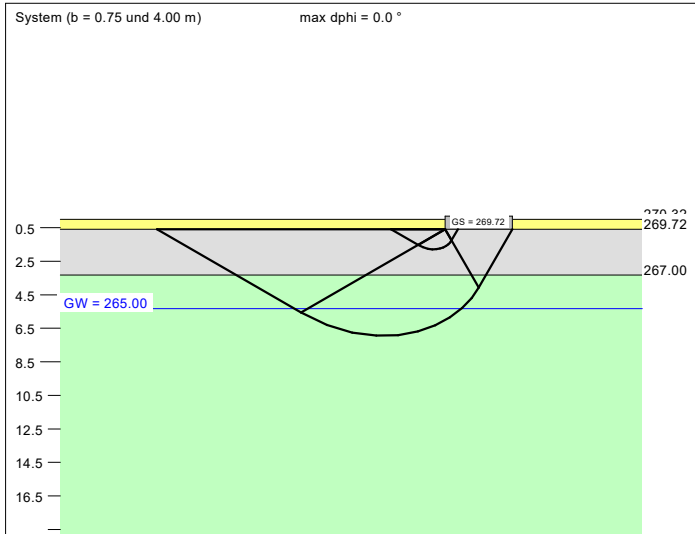
$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{R,k} / 1.96$  (für Setzungen)  
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.33



Berechnungsgrundlagen:  
AZ.: 03 23 22 - Neubau Förderstufengebäude, FvSS, Gladenbach  
Norm: EC 7  
BS: DIN 1054: BS-P  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Einzelfundament (a/b = 1.00)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.333  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.333 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.333) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.400$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 350.00 kN/m² begrenzt  
Oberkante Gelände = 270.32 mNN  
Gründungssohle = 269.72 mNN  
Grundwasser = 265.00 mNN  
Grenztiefe mit p = 20.0 %  
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
— Sohldruck  
— Setzungen

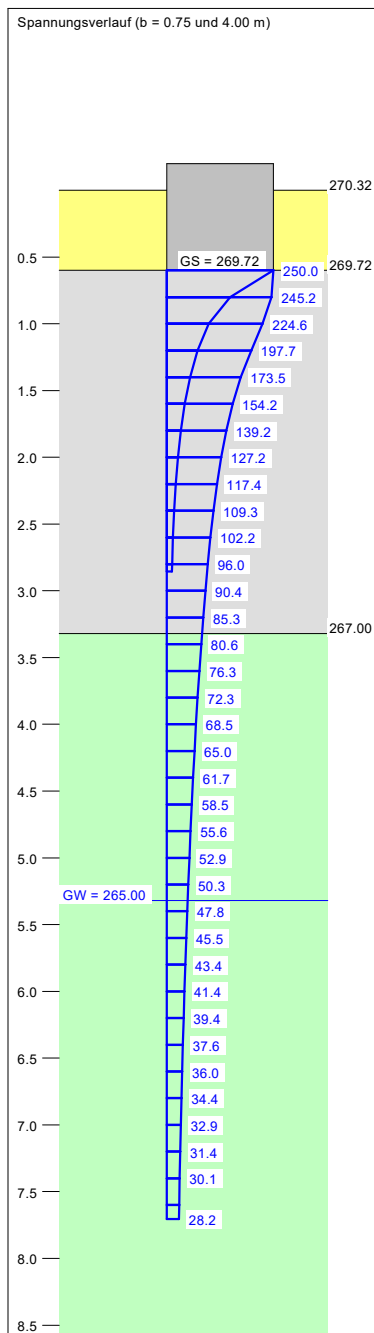


| Boden | $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\gamma'$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\varphi$<br>[°] | c<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | E <sub>s</sub><br>[MN/m <sup>2</sup> ] | Bezeichnung |
|-------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------|---------------------------|--|-------------|
|       | 21.0                             | 12.0                              | 35.0             | 0.0                       | 100.0                                  | Auffüllung  |
|       | 20.5                             | 10.5                              | 30.0             | 10.0                      | 25.0                                   | Hangschutt  |
|       | 22.0                             | 12.0                              | 30.0             | 20.0                      | 50.0                                   | Felsersatz  |

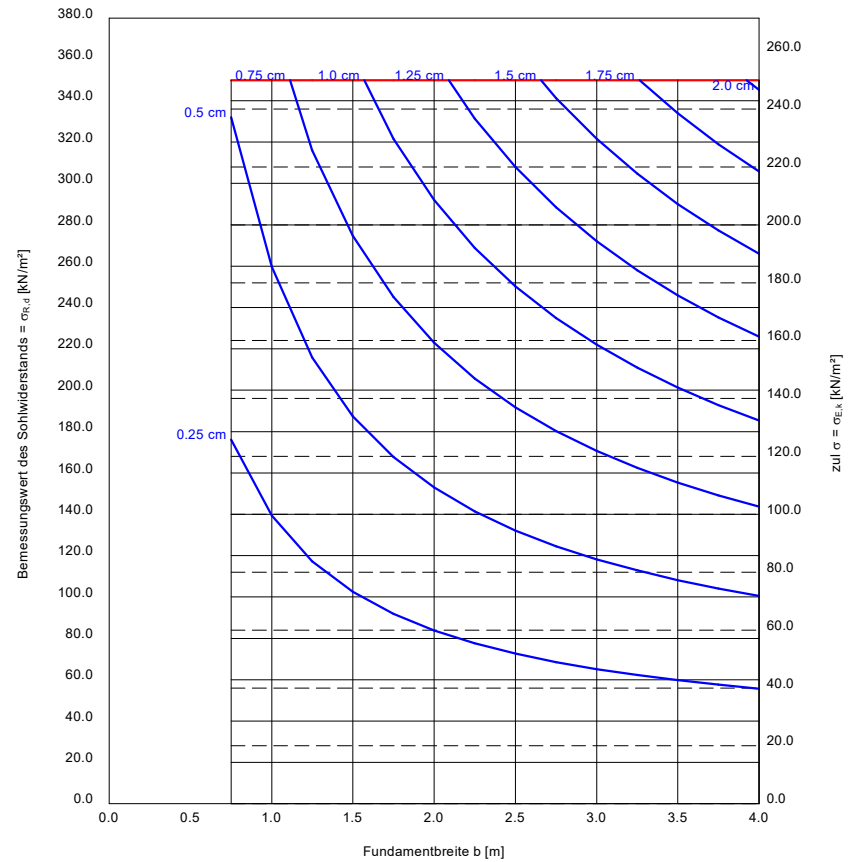


| a<br>[m] | b<br>[m] | $\sigma_{R,d}$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\sigma_{E,k}$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | V <sub>E,k</sub><br>[kN] | s<br>[cm] | cal $\varphi$<br>[°] | cal c<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_2$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\sigma_0$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | t <sub>g</sub><br>[m] | UK LS<br>[m] |
|----------|----------|--|--|--------------------------|-----------|----------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|--------------|
| 0.75     | 0.75     | 350.0                                  | 250.0                                  | 140.6                    | 0.53      | 30.0                 | 10.00                         | 20.50                              | 12.60                              | 2.86                  | 1.79         |
| 1.00     | 1.00     | 350.0                                  | 250.0                                  | 250.0                    | 0.69      | 30.0                 | 10.00                         | 20.50                              | 12.60                              | 3.35                  | 2.19         |
| 1.25     | 1.25     | 350.0                                  | 250.0                                  | 390.6                    | 0.83      | 30.0                 | 10.00                         | 20.50                              | 12.60                              | 3.79                  | 2.58         |
| 1.50     | 1.50     | 350.0                                  | 250.0                                  | 562.5                    | 0.97      | 30.0                 | 10.00                         | 20.50                              | 12.60                              | 4.19                  | 2.98         |
| 1.75     | 1.75     | 350.0                                  | 250.0                                  | 765.7                    | 1.09      | 30.0                 | 11.06                         | 20.50                              | 12.60                              | 4.57                  | 3.37         |
| 2.00     | 2.00     | 350.0                                  | 250.0                                  | 1000.0                   | 1.21      | 30.0                 | 13.04                         | 20.58                              | 12.60                              | 4.92                  | 3.77         |
| 2.25     | 2.25     | 350.0                                  | 250.0                                  | 1265.7                   | 1.32      | 30.0                 | 13.98                         | 20.67                              | 12.60                              | 5.26                  | 4.17         |
| 2.50     | 2.50     | 350.0                                  | 250.0                                  | 1562.6                   | 1.43      | 30.0                 | 14.63                         | 20.76                              | 12.60                              | 5.64                  | 4.56         |
| 2.75     | 2.75     | 350.0                                  | 250.0                                  | 1890.7                   | 1.54      | 30.0                 | 15.14                         | 20.84                              | 12.60                              | 6.01                  | 4.96         |
| 3.00     | 3.00     | 350.0                                  | 250.0                                  | 2250.1                   | 1.64      | 30.0                 | 15.55                         | 20.91                              | 12.60                              | 6.37                  | 5.36         |
| 3.25     | 3.25     | 350.0                                  | 250.0                                  | 2640.7                   | 1.74      | 30.0                 | 15.90                         | 20.74                              | 12.60                              | 6.72                  | 5.75         |
| 3.50     | 3.50     | 350.0                                  | 250.0                                  | 3062.6                   | 1.84      | 30.0                 | 16.19                         | 20.46                              | 12.60                              | 7.06                  | 6.15         |
| 3.75     | 3.75     | 350.0                                  | 250.0                                  | 3515.8                   | 1.94      | 30.0                 | 16.45                         | 20.16                              | 12.60                              | 7.38                  | 6.54         |
| 4.00     | 4.00     | 350.0                                  | 250.0                                  | 4000.1                   | 2.03      | 30.0                 | 16.67                         | 19.85                              | 12.60                              | 7.71                  | 6.94         |

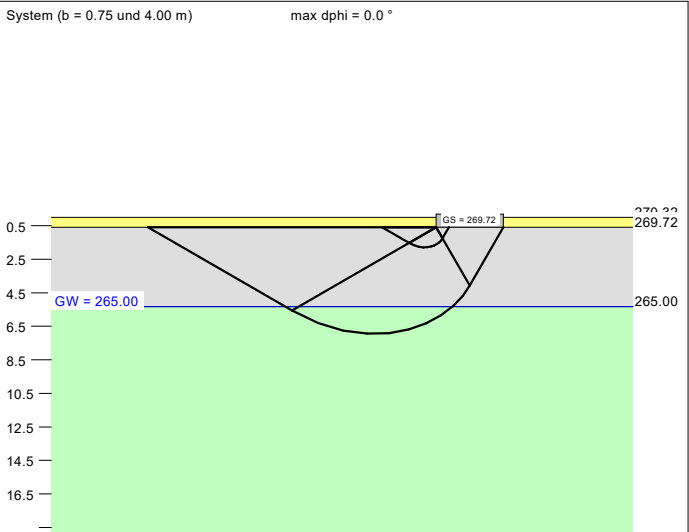
$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{R,k} / 1.96$  (für Setzungen)  
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.33



Berechnungsgrundlagen:  
AZ.: 03 23 22 - Neubau Förderstufengebäude, FvSS, Gladenbach  
Norm: EC 7  
BS: DIN 1054: BS-P  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Einzelfundament (a/b = 1.00)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.333  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.333 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.333) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.400$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 350.00 kN/m<sup>2</sup> begrenzt  
Oberkante Gelände = 270.32 mNN  
Gründungssohle = 269.72 mNN  
Grundwasser = 265.00 mNN  
Grenztiefe mit p = 20.0 %  
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
— Sohldruck  
— Setzungen

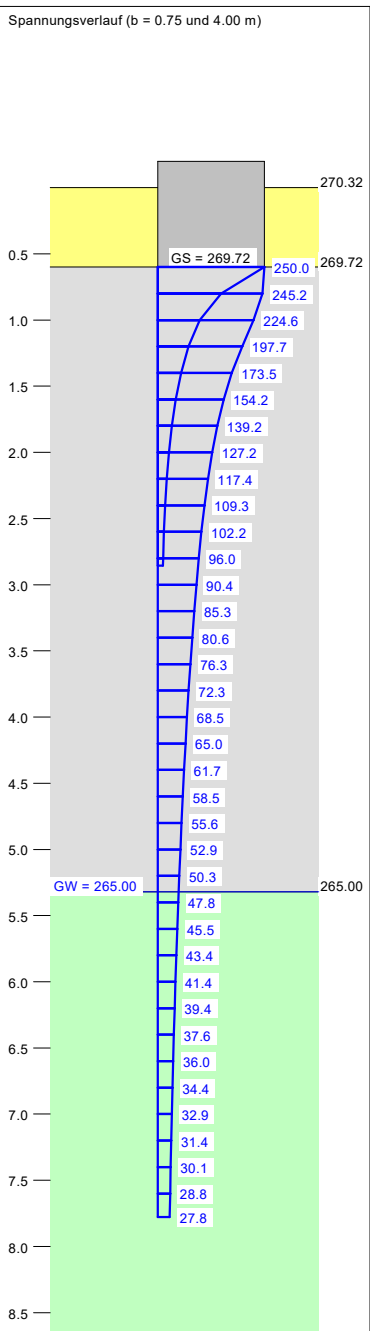


| Boden | $\gamma$<br>[kN/m³] | $\gamma'$<br>[kN/m³] | $\varphi$<br>[°] | c<br>[kN/m²] | E <sub>s</sub><br>[MN/m²] | Bezeichnung |
|-------|---------------------|----------------------|------------------|--------------|---------------------------|-------------|
|       | 21.0                | 12.0                 | 35.0             | 0.0          | 100.0                     | Auffüllung  |
|       | 20.5                | 10.5                 | 30.0             | 10.0         | 25.0                      | Hangschutt  |
|       | 22.0                | 12.0                 | 30.0             | 20.0         | 50.0                      | Felsersatz  |

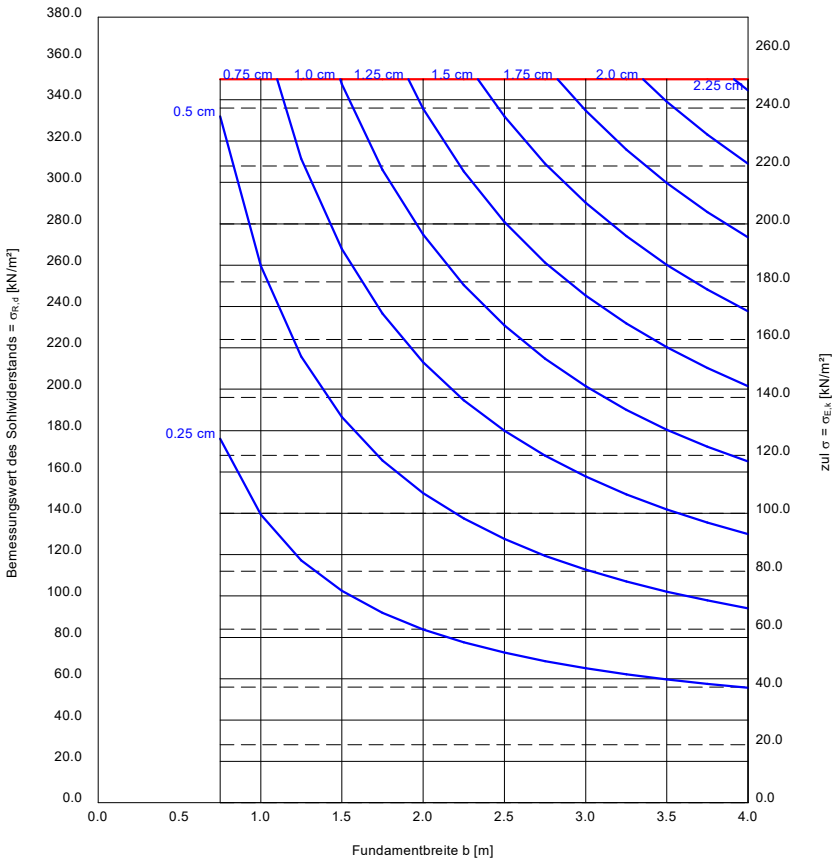


| a<br>[m] | b<br>[m] | $\sigma_{R,d}$<br>[kN/m²] | $\sigma_{E,k}$<br>[kN/m²] | V <sub>E,k</sub><br>[kN] | s<br>[cm] | cal $\varphi$<br>[°] | cal c<br>[kN/m²] | $\gamma_2$<br>[kN/m³] | $\sigma_0$<br>[kN/m²] | t <sub>g</sub><br>[m] | UK LS<br>[m] |
|----------|----------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------|----------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|
| 0.75     | 0.75     | 350.0                     | 250.0                     | 140.6                    | 0.53      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 2.86                  | 1.79         |
| 1.00     | 1.00     | 350.0                     | 250.0                     | 250.0                    | 0.69      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 3.35                  | 2.19         |
| 1.25     | 1.25     | 350.0                     | 250.0                     | 390.6                    | 0.85      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 3.80                  | 2.58         |
| 1.50     | 1.50     | 350.0                     | 250.0                     | 562.5                    | 1.01      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 4.21                  | 2.98         |
| 1.75     | 1.75     | 350.0                     | 250.0                     | 765.7                    | 1.16      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 4.60                  | 3.37         |
| 2.00     | 2.00     | 350.0                     | 250.0                     | 1000.0                   | 1.31      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 4.96                  | 3.77         |
| 2.25     | 2.25     | 350.0                     | 250.0                     | 1265.7                   | 1.46      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 5.31                  | 4.17         |
| 2.50     | 2.50     | 350.0                     | 250.0                     | 1562.6                   | 1.59      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 5.70                  | 4.56         |
| 2.75     | 2.75     | 350.0                     | 250.0                     | 1890.7                   | 1.71      | 30.0                 | 10.00            | 20.50                 | 12.60                 | 6.07                  | 4.96         |
| 3.00     | 3.00     | 350.0                     | 250.0                     | 2250.1                   | 1.84      | 30.0                 | 10.67            | 20.50                 | 12.60                 | 6.43                  | 5.36         |
| 3.25     | 3.25     | 350.0                     | 250.0                     | 2640.7                   | 1.95      | 30.0                 | 12.32            | 20.29                 | 12.60                 | 6.78                  | 5.75         |
| 3.50     | 3.50     | 350.0                     | 250.0                     | 3062.6                   | 2.07      | 30.0                 | 13.11            | 20.01                 | 12.60                 | 7.12                  | 6.15         |
| 3.75     | 3.75     | 350.0                     | 250.0                     | 3515.8                   | 2.18      | 30.0                 | 13.69            | 19.71                 | 12.60                 | 7.46                  | 6.54         |
| 4.00     | 4.00     | 350.0                     | 250.0                     | 4000.1                   | 2.29      | 30.0                 | 14.15            | 19.41                 | 12.60                 | 7.78                  | 6.94         |

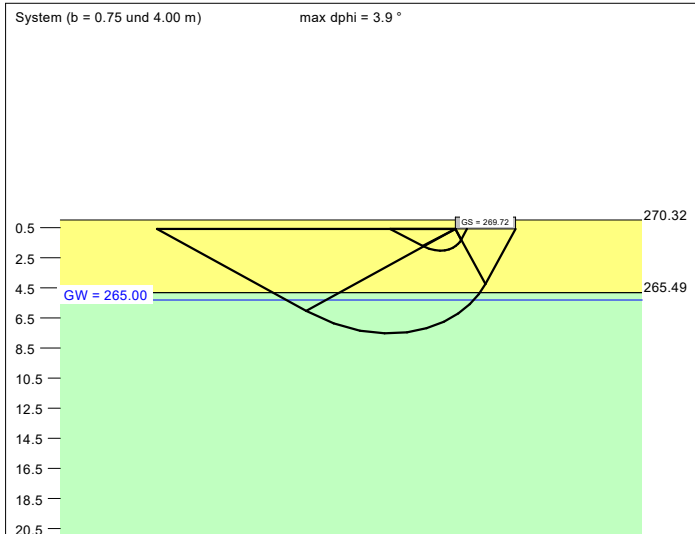
$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{R,k} / 1.96$  (für Setzungen)  
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.33



Berechnungsgrundlagen:  
AZ.: 03 23 22 - Neubau Förderstufengebäude, FvSS, Gladenbach  
Norm: EC 7  
BS: DIN 1054: BS-P  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Einzelfundament (a/b = 1.00)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.333  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.333 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.333) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.400$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 350.00 kN/m² begrenzt  
Oberkante Gelände = 270.32 mNN  
Gründungssohle = 269.72 mNN  
Grundwasser = 265.00 mNN  
Grenztiefe mit p = 20.0 %  
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
— Sohldruck  
— Setzungen

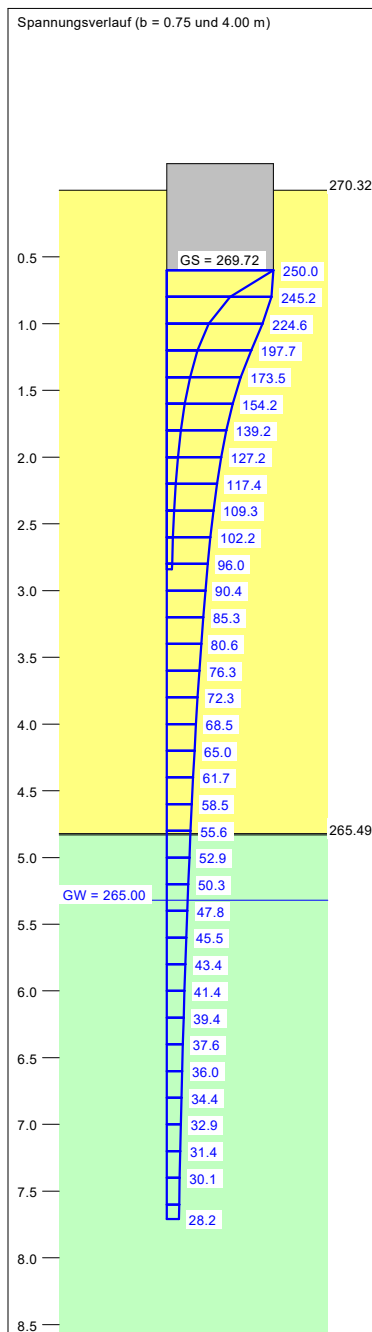


| Boden | $\gamma$<br>[kN/m³] | $\gamma'$<br>[kN/m³] | $\phi$<br>[°] | c<br>[kN/m²] | E <sub>s</sub><br>[MN/m²] | Bezeichnung |
|-------|---------------------|----------------------|---------------|--------------|---------------------------|-------------|
|       | 21.0                | 12.0                 | 35.0          | 0.0          | 100.0                     | Auffüllung  |
|       | 20.5                | 10.5                 | 30.0          | 10.0         | 25.0                      | Hangschutt  |
|       | 22.0                | 12.0                 | 30.0          | 20.0         | 50.0                      | Felsersatz  |

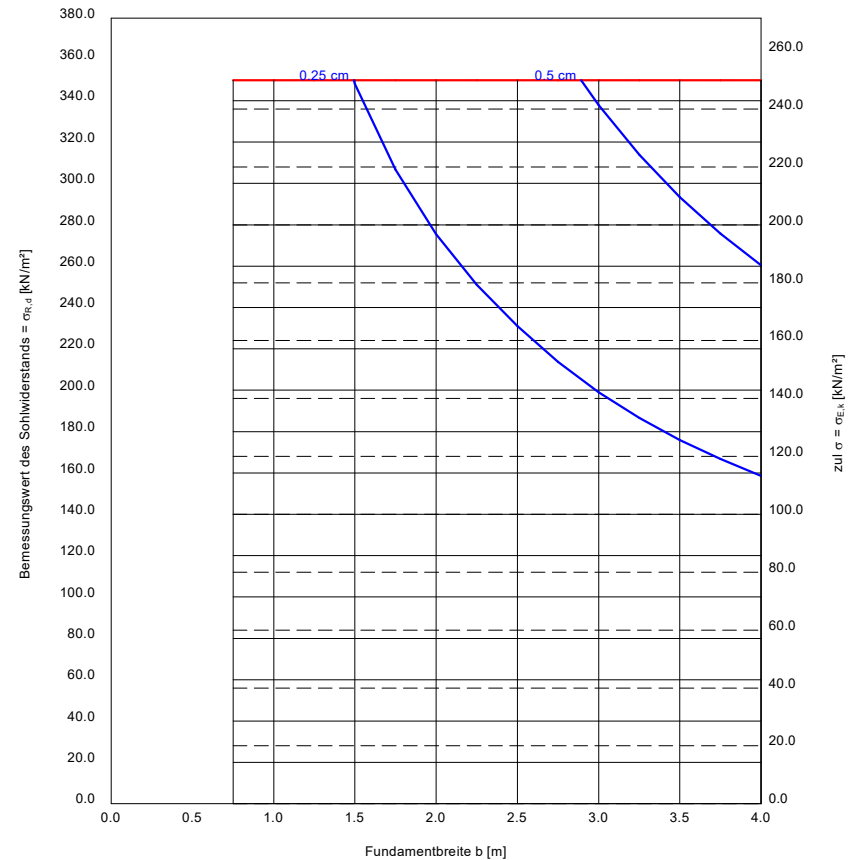


| a<br>[m] | b<br>[m] | $\sigma_{R,d}$<br>[kN/m²] | $\sigma_{E,k}$<br>[kN/m²] | V <sub>E,k</sub><br>[kN] | s<br>[cm] | cal $\phi$<br>[°] | cal c<br>[kN/m²] | $\gamma_2$<br>[kN/m³] | $\sigma_0$<br>[kN/m²] | t <sub>g</sub><br>[m] | UK LS<br>[m] |
|----------|----------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------|-------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|
| 0.75     | 0.75     | 350.0                     | 250.0                     | 140.6                    | 0.13      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 2.84                  | 2.03         |
| 1.00     | 1.00     | 350.0                     | 250.0                     | 250.0                    | 0.17      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 3.33                  | 2.51         |
| 1.25     | 1.25     | 350.0                     | 250.0                     | 390.6                    | 0.21      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 3.77                  | 2.98         |
| 1.50     | 1.50     | 350.0                     | 250.0                     | 562.5                    | 0.25      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 4.18                  | 3.46         |
| 1.75     | 1.75     | 350.0                     | 250.0                     | 765.7                    | 0.29      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 4.57                  | 3.94         |
| 2.00     | 2.00     | 350.0                     | 250.0                     | 1000.0                   | 0.33      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 4.93                  | 4.42         |
| 2.25     | 2.25     | 350.0                     | 250.0                     | 1265.7                   | 0.37      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 5.26                  | 4.81         |
| 2.50     | 2.50     | 350.0                     | 250.0                     | 1562.6                   | 0.42      | 33.9              | 4.39             | 21.02                 | 12.60                 | 5.64                  | 5.17         |
| 2.75     | 2.75     | 350.0                     | 250.0                     | 1890.7                   | 0.47      | 33.5              | 6.19             | 20.95                 | 12.60                 | 6.01                  | 5.56         |
| 3.00     | 3.00     | 350.0                     | 250.0                     | 2250.1                   | 0.52      | 33.2              | 7.48             | 20.70                 | 12.60                 | 6.37                  | 5.95         |
| 3.25     | 3.25     | 350.0                     | 250.0                     | 2640.7                   | 0.57      | 33.0              | 8.43             | 20.40                 | 12.60                 | 6.72                  | 6.34         |
| 3.50     | 3.50     | 350.0                     | 250.0                     | 3062.6                   | 0.63      | 32.8              | 9.24             | 20.08                 | 12.60                 | 7.06                  | 6.73         |
| 3.75     | 3.75     | 350.0                     | 250.0                     | 3515.8                   | 0.68      | 32.6              | 9.93             | 19.77                 | 12.60                 | 7.39                  | 7.13         |
| 4.00     | 4.00     | 350.0                     | 250.0                     | 4000.1                   | 0.73      | 32.4              | 10.53            | 19.47                 | 12.60                 | 7.71                  | 7.53         |

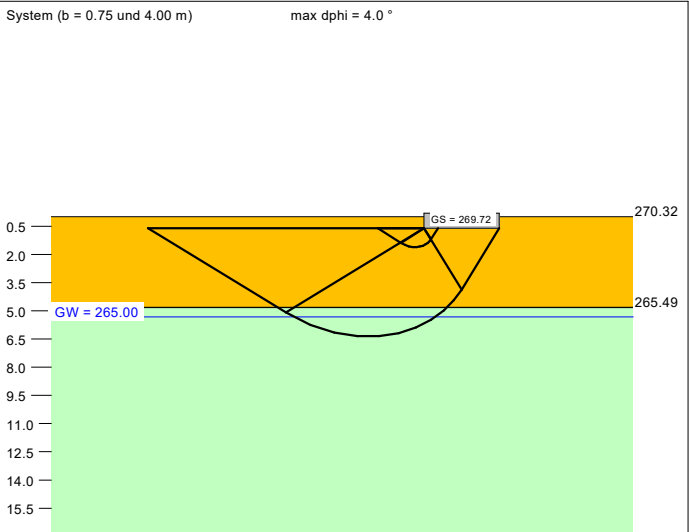
$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{R,k} / 1.96$  (für Setzungen)  
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.33



Berechnungsgrundlagen:  
AZ.: 03 23 22 - Neubau Förderstufengebäude, FvSS, Gladenbach  
Norm: EC 7  
BS: DIN 1054: BS-P  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Einzelfundament (a/b = 1.00)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.333  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.333 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.333) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.400$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 350.00 kN/m² begrenzt  
Oberkante Gelände = 270.32 mNN  
Gründungssohle = 269.72 mNN  
Grundwasser = 265.00 mNN  
Grenztiefe mit p = 20.0 %  
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
— Sohldruck  
— Setzungen

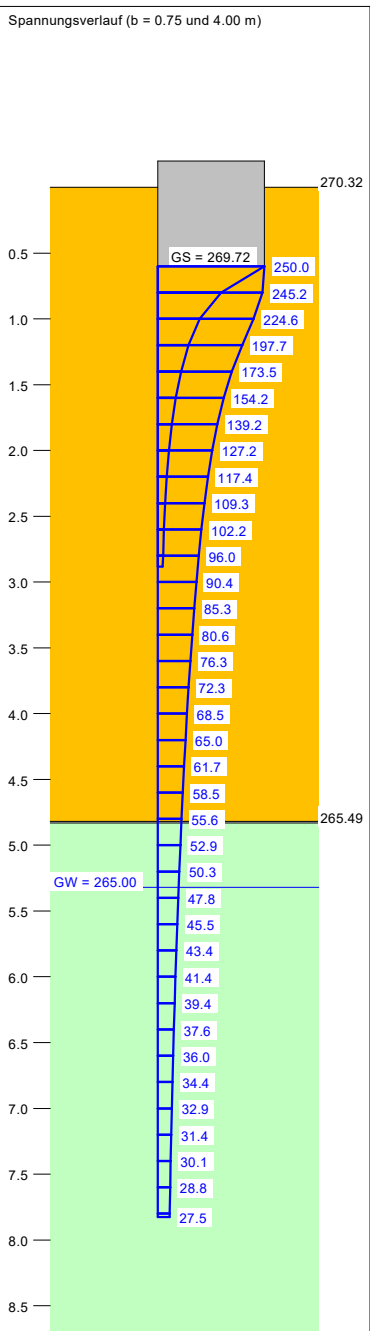


| Boden | $\gamma$<br>[kN/m³] | $\gamma'$<br>[kN/m³] | $\varphi$<br>[°] | c<br>[kN/m²] | $E_s$<br>[MN/m²] | Bezeichnung |
|-------|---------------------|----------------------|------------------|--------------|------------------|-------------|
|       | 20.0                | 10.0                 | 25.0             | 20.0         | 50.0             | Auffüllung  |
|       | 20.5                | 10.5                 | 30.0             | 10.0         | 25.0             | Hangschutt  |
|       | 22.0                | 12.0                 | 30.0             | 20.0         | 50.0             | Felsersatz  |

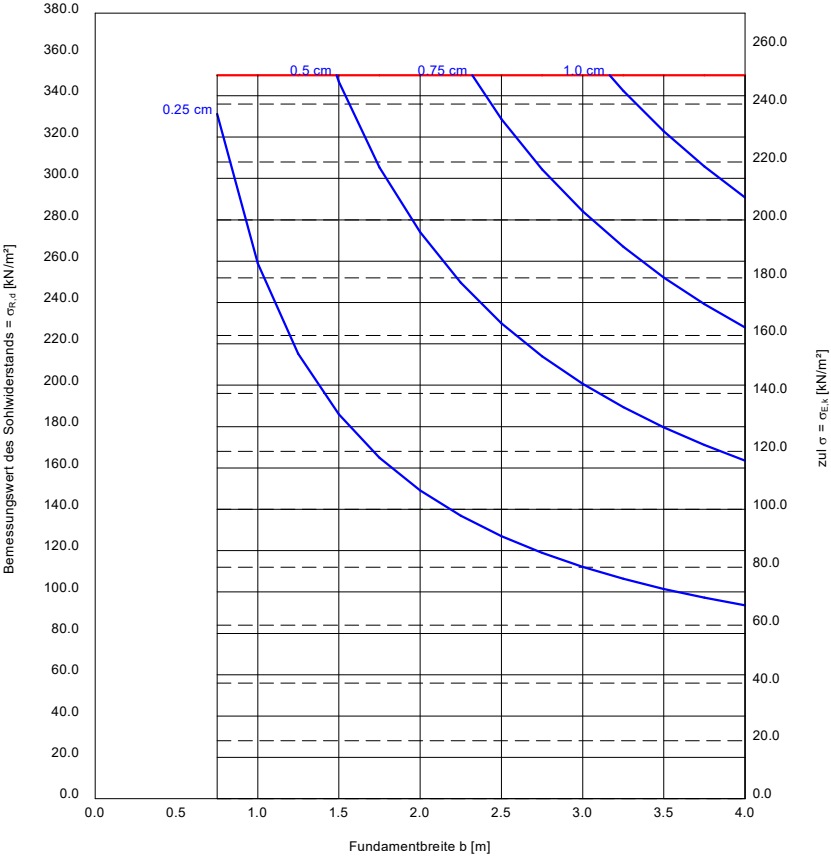


| a<br>[m] | b<br>[m] | $\sigma_{R,d}$<br>[kN/m²] | $\sigma_{E,k}$<br>[kN/m²] | $V_{E,k}$<br>[kN] | s<br>[cm] | cal $\varphi$<br>[°] | cal c<br>[kN/m²] | $\gamma_2$<br>[kN/m³] | $\sigma_0$<br>[kN/m²] | $t_g$<br>[m] | UK LS<br>[m] |
|----------|----------|---------------------------|---------------------------|-------------------|-----------|----------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------|
| 0.75     | 0.75     | 350.0                     | 250.0                     | 140.6             | 0.27      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 2.88         | 1.61         |
| 1.00     | 1.00     | 350.0                     | 250.0                     | 250.0             | 0.35      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 3.38         | 1.95         |
| 1.25     | 1.25     | 350.0                     | 250.0                     | 390.6             | 0.43      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 3.83         | 2.28         |
| 1.50     | 1.50     | 350.0                     | 250.0                     | 562.5             | 0.51      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 4.25         | 2.62         |
| 1.75     | 1.75     | 350.0                     | 250.0                     | 765.7             | 0.58      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 4.64         | 2.95         |
| 2.00     | 2.00     | 350.0                     | 250.0                     | 1000.0            | 0.66      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 5.01         | 3.29         |
| 2.25     | 2.25     | 350.0                     | 250.0                     | 1265.7            | 0.73      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 5.35         | 3.63         |
| 2.50     | 2.50     | 350.0                     | 250.0                     | 1562.6            | 0.81      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 5.74         | 3.96         |
| 2.75     | 2.75     | 350.0                     | 250.0                     | 1890.7            | 0.88      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 6.12         | 4.30         |
| 3.00     | 3.00     | 350.0                     | 250.0                     | 2250.1            | 0.95      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 6.48         | 4.64         |
| 3.25     | 3.25     | 350.0                     | 250.0                     | 2640.7            | 1.03      | 26.0                 | 19.96            | 20.03                 | 12.00                 | 6.83         | 5.11         |
| 3.50     | 3.50     | 350.0                     | 250.0                     | 3062.6            | 1.10      | 26.6                 | 19.98            | 20.01                 | 12.00                 | 7.17         | 5.54         |
| 3.75     | 3.75     | 350.0                     | 250.0                     | 3515.8            | 1.17      | 26.9                 | 19.98            | 19.78                 | 12.00                 | 7.50         | 5.95         |
| 4.00     | 4.00     | 350.0                     | 250.0                     | 4000.1            | 1.24      | 27.2                 | 19.99            | 19.50                 | 12.00                 | 7.83         | 6.35         |

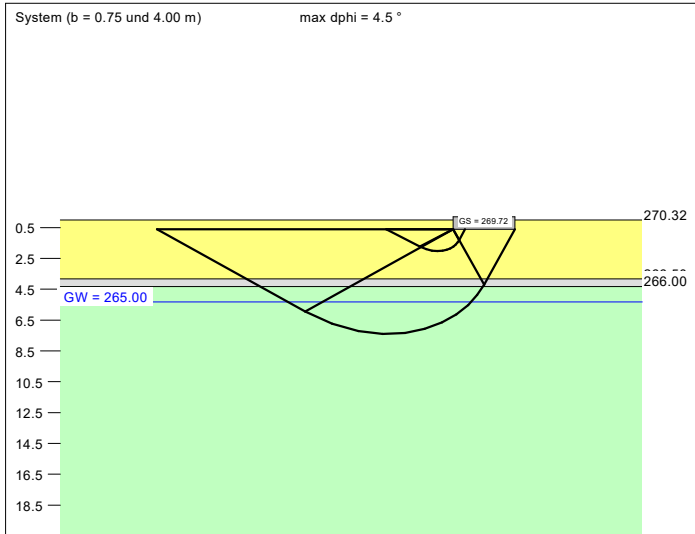
$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{R,k} / 1.96$  (für Setzungen)  
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.33



Berechnungsgrundlagen:  
AZ.: 03 23 22 - Neubau Förderstufengebäude, FvSS, Gladenbach  
Norm: EC 7  
BS: DIN 1054: BS-P  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Einzelfundament (a/b = 1.00)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.333  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.333 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.333) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.400$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 350.00 kN/m² begrenzt  
Oberkante Gelände = 270.32 mNN  
Gründungssohle = 269.72 mNN  
Grundwasser = 265.00 mNN  
Grenztiefe mit p = 20.0 %  
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
— Sohl Druck  
— Setzungen

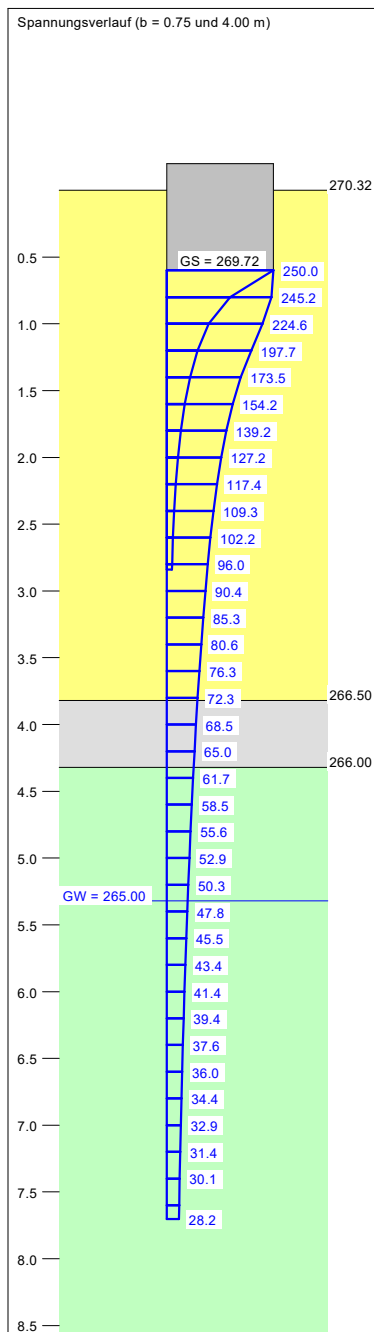


| Boden | $\gamma$<br>[kN/m³] | $\gamma'$<br>[kN/m³] | $\phi$<br>[°] | c<br>[kN/m²] | $E_s$<br>[MN/m²] | Bezeichnung |
|-------|---------------------|----------------------|---------------|--------------|------------------|-------------|
|       | 21.0                | 12.0                 | 35.0          | 0.0          | 100.0            | Auffüllung  |
|       | 20.5                | 10.5                 | 30.0          | 10.0         | 25.0             | Hangschutt  |
|       | 22.0                | 12.0                 | 30.0          | 20.0         | 50.0             | Felsersatz  |

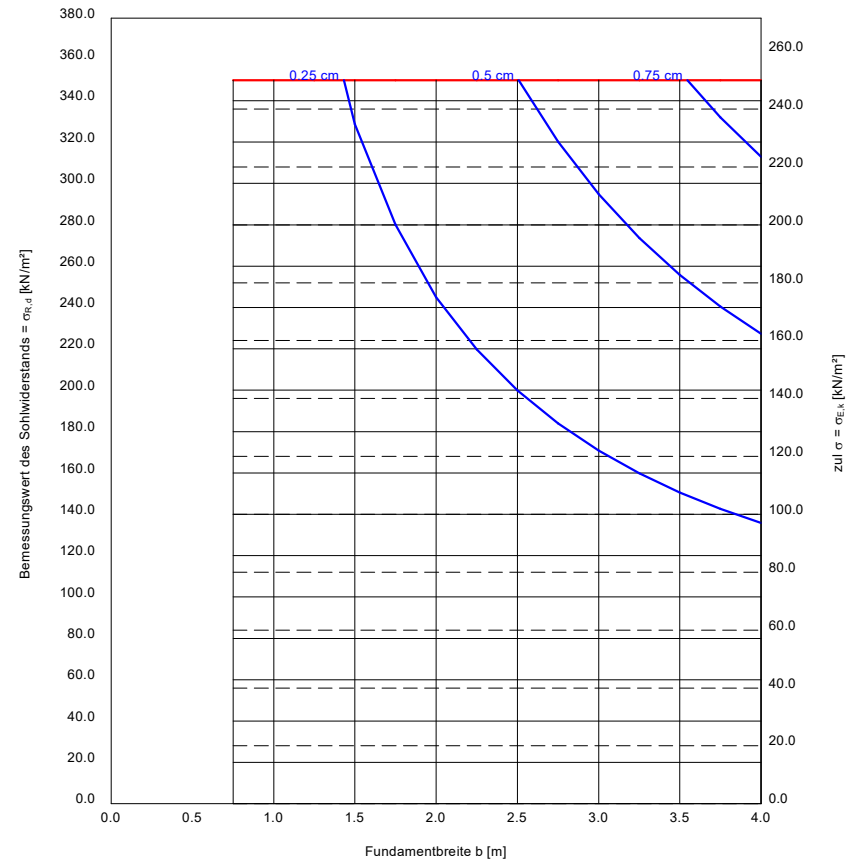


| a<br>[m] | b<br>[m] | $\sigma_{R,d}$<br>[kN/m²] | $\sigma_{E,k}$<br>[kN/m²] | $V_{E,k}$<br>[kN] | s<br>[cm] | cal $\phi$<br>[°] | cal c<br>[kN/m²] | $\gamma_2$<br>[kN/m³] | $\sigma_0$<br>[kN/m²] | $t_g$<br>[m] | UK LS<br>[m] |
|----------|----------|---------------------------|---------------------------|-------------------|-----------|-------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------|
| 0.75     | 0.75     | 350.0                     | 250.0                     | 140.6             | 0.13      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 2.84         | 2.03         |
| 1.00     | 1.00     | 350.0                     | 250.0                     | 250.0             | 0.17      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 3.33         | 2.51         |
| 1.25     | 1.25     | 350.0                     | 250.0                     | 390.6             | 0.21      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 3.77         | 2.98         |
| 1.50     | 1.50     | 350.0                     | 250.0                     | 562.5             | 0.27      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 4.19         | 3.46         |
| 1.75     | 1.75     | 350.0                     | 250.0                     | 765.7             | 0.33      | 34.5              | 0.96             | 21.00                 | 12.60                 | 4.57         | 3.87         |
| 2.00     | 2.00     | 350.0                     | 250.0                     | 1000.0            | 0.38      | 33.7              | 2.72             | 20.98                 | 12.60                 | 4.92         | 4.24         |
| 2.25     | 2.25     | 350.0                     | 250.0                     | 1265.7            | 0.44      | 33.2              | 5.80             | 20.99                 | 12.60                 | 5.26         | 4.62         |
| 2.50     | 2.50     | 350.0                     | 250.0                     | 1562.6            | 0.50      | 32.9              | 7.46             | 21.02                 | 12.60                 | 5.63         | 5.01         |
| 2.75     | 2.75     | 350.0                     | 250.0                     | 1890.7            | 0.56      | 32.7              | 8.66             | 21.05                 | 12.60                 | 6.01         | 5.41         |
| 3.00     | 3.00     | 350.0                     | 250.0                     | 2250.1            | 0.62      | 32.5              | 9.59             | 20.83                 | 12.60                 | 6.37         | 5.80         |
| 3.25     | 3.25     | 350.0                     | 250.0                     | 2640.7            | 0.68      | 32.3              | 10.36            | 20.54                 | 12.60                 | 6.71         | 6.20         |
| 3.50     | 3.50     | 350.0                     | 250.0                     | 3062.6            | 0.74      | 32.1              | 11.02            | 20.22                 | 12.60                 | 7.05         | 6.60         |
| 3.75     | 3.75     | 350.0                     | 250.0                     | 3515.8            | 0.80      | 32.0              | 11.58            | 19.91                 | 12.60                 | 7.38         | 6.99         |
| 4.00     | 4.00     | 350.0                     | 250.0                     | 4000.1            | 0.86      | 31.9              | 12.07            | 19.60                 | 12.60                 | 7.70         | 7.39         |

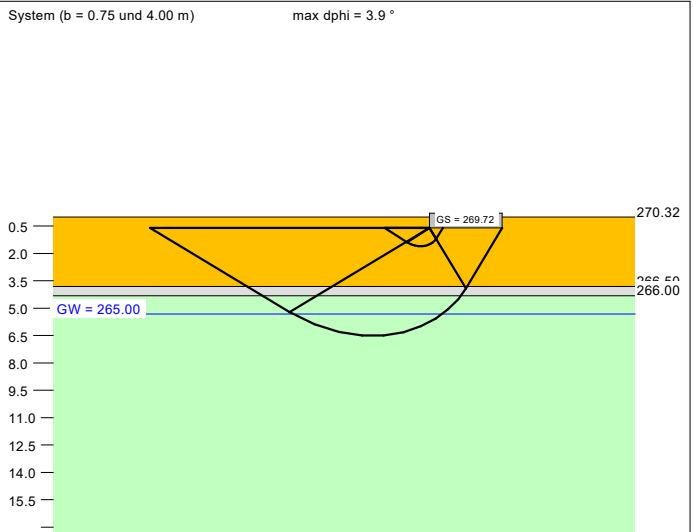
$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{R,k} / 1.96$  (für Setzungen)  
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.33



Berechnungsgrundlagen:  
AZ.: 03 23 22 - Neubau Förderstufengebäude, FvSS, Gladenbach  
Norm: EC 7  
BS: DIN 1054: BS-P  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Einzelfundament (a/b = 1.00)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.333  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.333 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.333) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.400$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 350.00 kN/m² begrenzt  
Oberkante Gelände = 270.32 mNN  
Gründungssohle = 269.72 mNN  
Grundwasser = 265.00 mNN  
Grenztiefe mit p = 20.0 %  
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
— Sohldruck  
— Setzungen

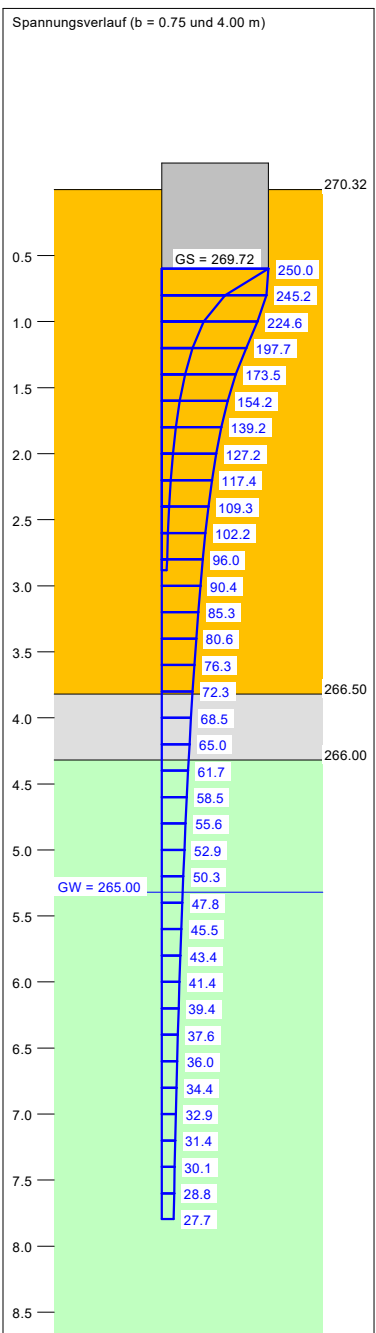


| Boden | $\gamma$<br>[kN/m³] | $\gamma'$<br>[kN/m³] | $\varphi$<br>[°] | c<br>[kN/m²] | E <sub>s</sub><br>[MN/m²] | Bezeichnung |
|-------|---------------------|----------------------|------------------|--------------|---------------------------|-------------|
|       | 20.0                | 10.0                 | 25.0             | 20.0         | 50.0                      | Auffüllung  |
|       | 20.5                | 10.5                 | 30.0             | 10.0         | 25.0                      | Hangschutt  |
|       | 22.0                | 12.0                 | 30.0             | 20.0         | 50.0                      | Felsersatz  |

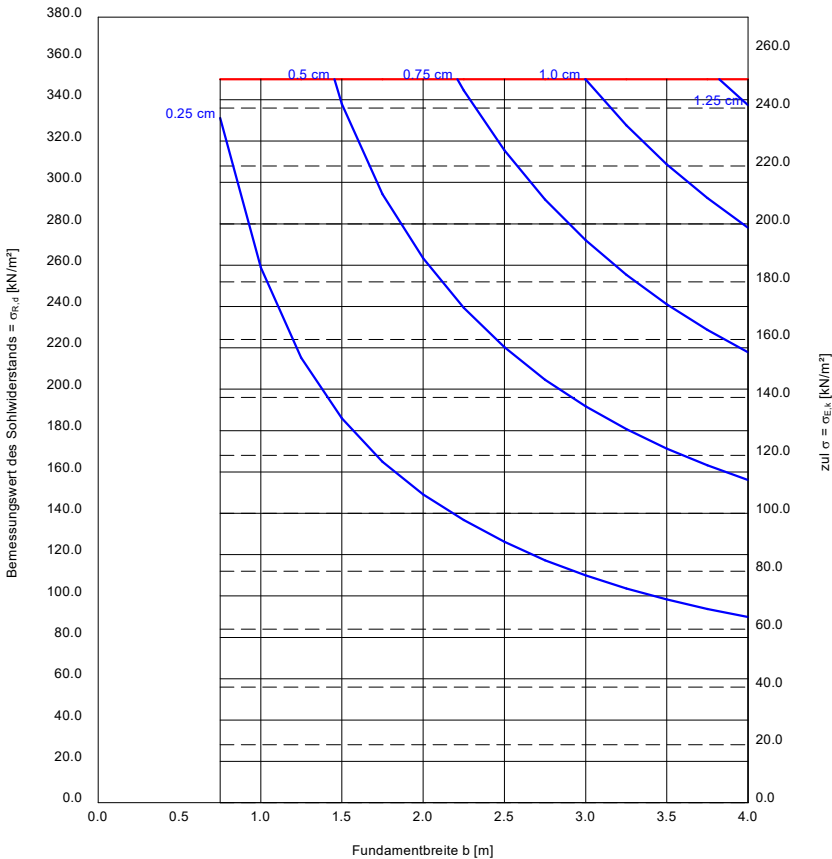


| a<br>[m] | b<br>[m] | $\sigma_{R,d}$<br>[kN/m²] | $\sigma_{E,k}$<br>[kN/m²] | V <sub>E,k</sub><br>[kN] | s<br>[cm] | cal $\varphi$<br>[°] | cal c<br>[kN/m²] | $\gamma_2$<br>[kN/m³] | $\sigma_0$<br>[kN/m²] | t <sub>g</sub><br>[m] | UK LS<br>[m] |
|----------|----------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------|----------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|
| 0.75     | 0.75     | 350.0                     | 250.0                     | 140.6                    | 0.27      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 2.88                  | 1.61         |
| 1.00     | 1.00     | 350.0                     | 250.0                     | 250.0                    | 0.35      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 3.38                  | 1.95         |
| 1.25     | 1.25     | 350.0                     | 250.0                     | 390.6                    | 0.43      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 3.83                  | 2.28         |
| 1.50     | 1.50     | 350.0                     | 250.0                     | 562.5                    | 0.52      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 4.25                  | 2.62         |
| 1.75     | 1.75     | 350.0                     | 250.0                     | 765.7                    | 0.60      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 4.63                  | 2.95         |
| 2.00     | 2.00     | 350.0                     | 250.0                     | 1000.0                   | 0.68      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 4.99                  | 3.29         |
| 2.25     | 2.25     | 350.0                     | 250.0                     | 1265.7                   | 0.76      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 5.32                  | 3.63         |
| 2.50     | 2.50     | 350.0                     | 250.0                     | 1562.6                   | 0.84      | 26.1                 | 17.81            | 20.01                 | 12.00                 | 5.71                  | 4.08         |
| 2.75     | 2.75     | 350.0                     | 250.0                     | 1890.7                   | 0.92      | 26.7                 | 18.36            | 20.05                 | 12.00                 | 6.09                  | 4.50         |
| 3.00     | 3.00     | 350.0                     | 250.0                     | 2250.1                   | 1.00      | 27.1                 | 18.87            | 20.14                 | 12.00                 | 6.45                  | 4.91         |
| 3.25     | 3.25     | 350.0                     | 250.0                     | 2640.7                   | 1.08      | 27.4                 | 19.08            | 20.23                 | 12.00                 | 6.80                  | 5.31         |
| 3.50     | 3.50     | 350.0                     | 250.0                     | 3062.6                   | 1.15      | 27.6                 | 19.20            | 20.11                 | 12.00                 | 7.14                  | 5.71         |
| 3.75     | 3.75     | 350.0                     | 250.0                     | 3515.8                   | 1.23      | 27.8                 | 19.27            | 19.86                 | 12.00                 | 7.47                  | 6.10         |
| 4.00     | 4.00     | 350.0                     | 250.0                     | 4000.1                   | 1.30      | 27.9                 | 19.33            | 19.58                 | 12.00                 | 7.79                  | 6.50         |

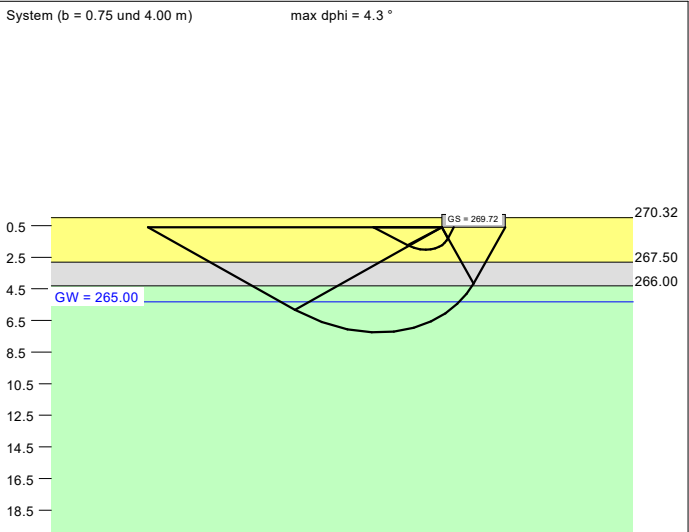
$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{R,k} / 1.96$  (für Setzungen)  
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.33



Berechnungsgrundlagen:  
AZ.: 03 23 22 - Neubau Förderstufengebäude, FvSS, Gladenbach  
Norm: EC 7  
BS: DIN 1054: BS-P  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Einzelfundament (a/b = 1.00)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.333  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.333 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.333) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.400$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 350.00 kN/m² begrenzt  
Oberkante Gelände = 270.32 mNN  
Gründungssohle = 269.72 mNN  
Grundwasser = 265.00 mNN  
Grenztiefe mit p = 20.0 %  
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
— Sohl Druck  
— Setzungen

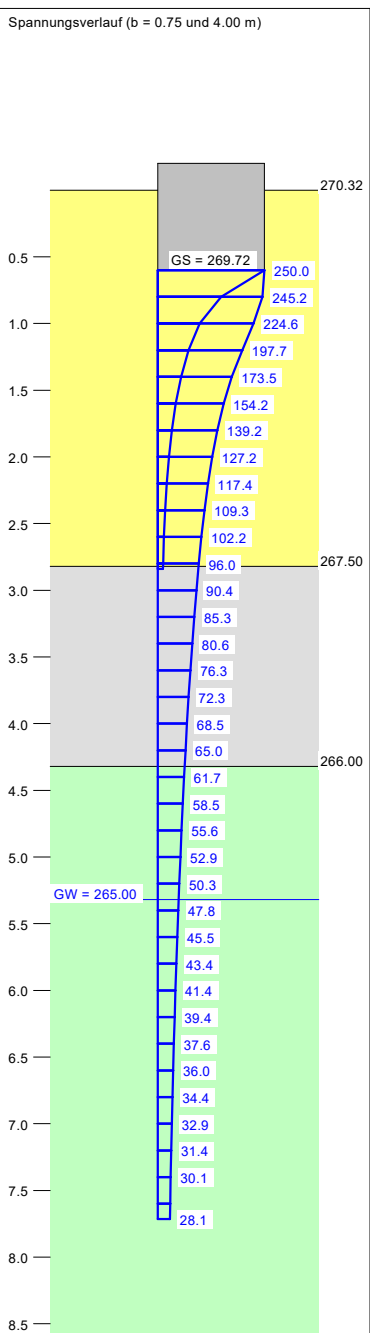


| Boden | $\gamma$<br>[kN/m³] | $\gamma'$<br>[kN/m³] | $\phi$<br>[°] | c<br>[kN/m²] | $E_s$<br>[MN/m²] | Bezeichnung |
|-------|---------------------|----------------------|---------------|--------------|------------------|-------------|
|       | 21.0                | 12.0                 | 35.0          | 0.0          | 100.0            | Auffüllung  |
|       | 20.5                | 10.5                 | 30.0          | 10.0         | 25.0             | Hangschutt  |
|       | 22.0                | 12.0                 | 30.0          | 20.0         | 50.0             | Felsersatz  |

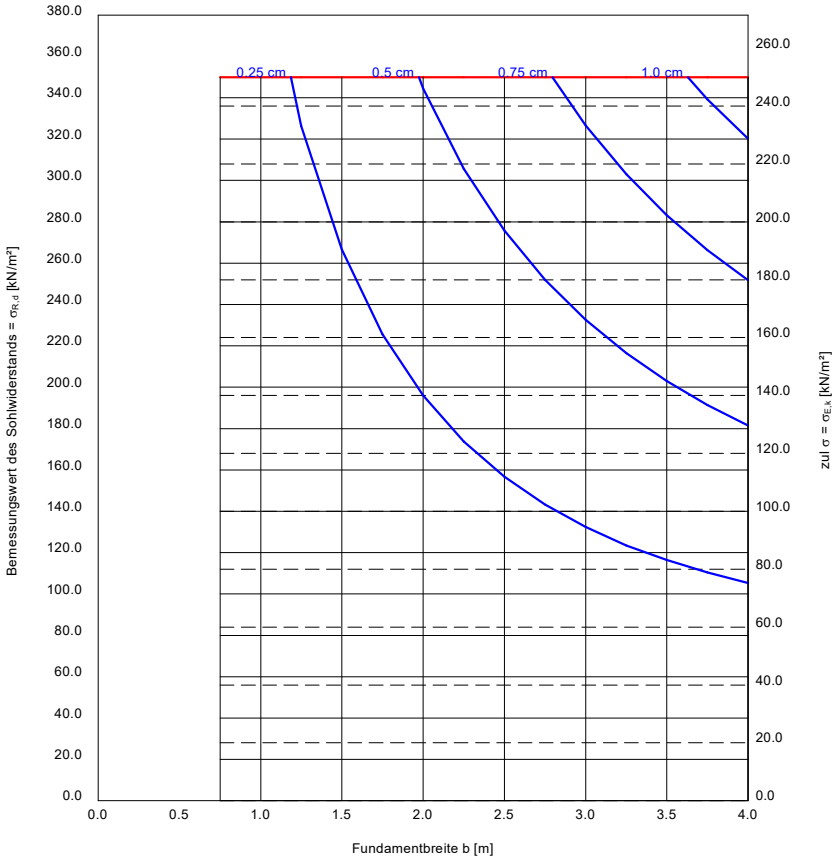


| a<br>[m] | b<br>[m] | $\sigma_{R,d}$<br>[kN/m²] | $\sigma_{E,k}$<br>[kN/m²] | $V_{E,k}$<br>[kN] | s<br>[cm] | cal $\phi$<br>[°] | cal c<br>[kN/m²] | $\gamma_2$<br>[kN/m³] | $\sigma_0$<br>[kN/m²] | $t_g$<br>[m] | UK LS<br>[m] |
|----------|----------|---------------------------|---------------------------|-------------------|-----------|-------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------|
| 0.75     | 0.75     | 350.0                     | 250.0                     | 140.6             | 0.13      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 2.84         | 2.03         |
| 1.00     | 1.00     | 350.0                     | 250.0                     | 250.0             | 0.20      | 35.0              | 0.00             | 21.00                 | 12.60                 | 3.33         | 2.51         |
| 1.25     | 1.25     | 350.0                     | 250.0                     | 390.6             | 0.27      | 34.3              | 1.55             | 21.00                 | 12.60                 | 3.78         | 2.91         |
| 1.50     | 1.50     | 350.0                     | 250.0                     | 562.5             | 0.36      | 33.4              | 3.38             | 20.96                 | 12.60                 | 4.19         | 3.29         |
| 1.75     | 1.75     | 350.0                     | 250.0                     | 765.7             | 0.43      | 32.9              | 4.36             | 20.93                 | 12.60                 | 4.57         | 3.68         |
| 2.00     | 2.00     | 350.0                     | 250.0                     | 1000.0            | 0.51      | 32.6              | 5.04             | 20.89                 | 12.60                 | 4.93         | 4.08         |
| 2.25     | 2.25     | 350.0                     | 250.0                     | 1265.7            | 0.58      | 32.3              | 7.13             | 20.87                 | 12.60                 | 5.27         | 4.48         |
| 2.50     | 2.50     | 350.0                     | 250.0                     | 1562.6            | 0.66      | 32.1              | 8.86             | 20.91                 | 12.60                 | 5.64         | 4.87         |
| 2.75     | 2.75     | 350.0                     | 250.0                     | 1890.7            | 0.74      | 31.9              | 9.99             | 20.95                 | 12.60                 | 6.02         | 5.27         |
| 3.00     | 3.00     | 350.0                     | 250.0                     | 2250.1            | 0.81      | 31.8              | 10.84            | 20.82                 | 12.60                 | 6.38         | 5.67         |
| 3.25     | 3.25     | 350.0                     | 250.0                     | 2640.7            | 0.89      | 31.6              | 11.53            | 20.54                 | 12.60                 | 6.73         | 6.06         |
| 3.50     | 3.50     | 350.0                     | 250.0                     | 3062.6            | 0.96      | 31.5              | 12.12            | 20.24                 | 12.60                 | 7.06         | 6.46         |
| 3.75     | 3.75     | 350.0                     | 250.0                     | 3515.8            | 1.04      | 31.4              | 12.63            | 19.92                 | 12.60                 | 7.39         | 6.86         |
| 4.00     | 4.00     | 350.0                     | 250.0                     | 4000.1            | 1.11      | 31.3              | 13.07            | 19.62                 | 12.60                 | 7.71         | 7.25         |

$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{R,k} / 1.96$  (für Setzungen)  
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.33

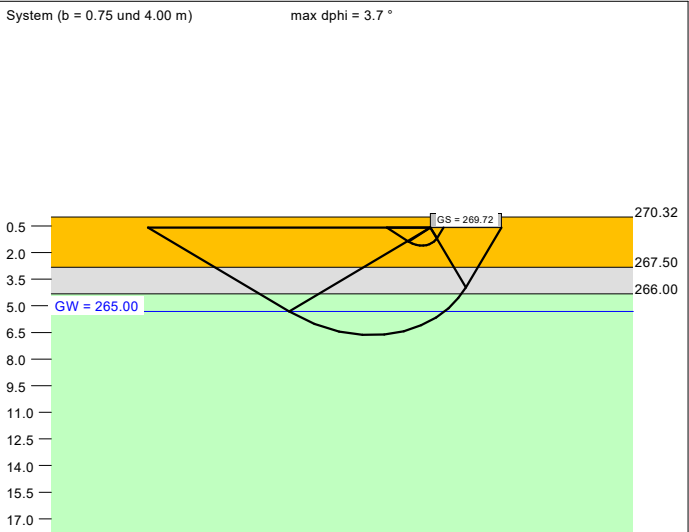


Berechnungsgrundlagen:  
AZ.: 03 23 22 - Neubau Förderstufengebäude, FvSS, Gladenbach  
Norm: EC 7  
BS: DIN 1054: BS-P  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Einzelfundament (a/b = 1.00)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.333  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.333 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.333) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.400$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 350.00 kN/m² begrenzt  
Oberkante Gelände = 270.32 mNN  
Gründungssohle = 269.72 mNN  
Grundwasser = 265.00 mNN  
Grenztiefe mit p = 20.0 %  
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
— Sohl Druck  
— Setzungen



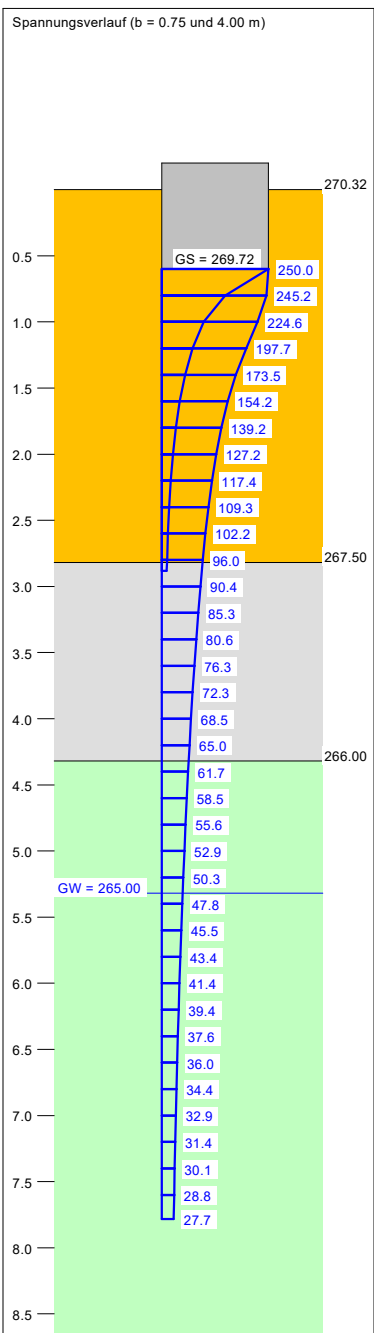


| Boden | $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\gamma'$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\phi$<br>[°] | c<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | E <sub>s</sub><br>[MN/m <sup>2</sup> ] | Bezeichnung |
|-------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------|---------------------------|--|-------------|
|       | 20.0                             | 10.0                              | 25.0          | 20.0                      | 50.0                                   | Auffüllung  |
|       | 20.5                             | 10.5                              | 30.0          | 10.0                      | 25.0                                   | Hangschutt  |
|       | 22.0                             | 12.0                              | 30.0          | 20.0                      | 50.0                                   | Felsersatz  |

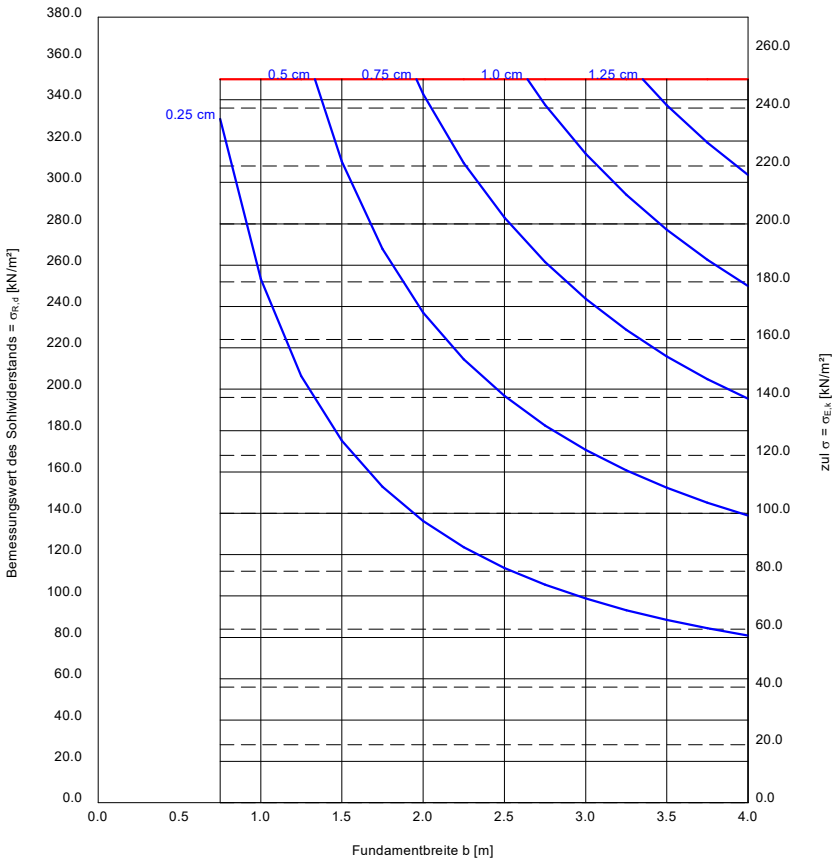


| a<br>[m] | b<br>[m] | $\sigma_{R,d}$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\sigma_{E,k}$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | V <sub>E,k</sub><br>[kN] | s<br>[cm] | cal $\phi$<br>[°] | cal c<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_2$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\sigma_0$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | t <sub>g</sub><br>[m] | UK LS<br>[m] |
|----------|----------|--|--|--------------------------|-----------|-------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|--------------|
| 0.75     | 0.75     | 350.0                                  | 250.0                                  | 140.6                    | 0.27      | 25.0              | 20.00                         | 20.00                              | 12.00                              | 2.88                  | 1.61         |
| 1.00     | 1.00     | 350.0                                  | 250.0                                  | 250.0                    | 0.37      | 25.0              | 20.00                         | 20.00                              | 12.00                              | 3.38                  | 1.95         |
| 1.25     | 1.25     | 350.0                                  | 250.0                                  | 390.6                    | 0.47      | 25.0              | 20.00                         | 20.00                              | 12.00                              | 3.83                  | 2.28         |
| 1.50     | 1.50     | 350.0                                  | 250.0                                  | 562.5                    | 0.58      | 25.0              | 20.00                         | 20.00                              | 12.00                              | 4.24                  | 2.62         |
| 1.75     | 1.75     | 350.0                                  | 250.0                                  | 765.7                    | 0.67      | 26.3              | 17.55                         | 20.01                              | 12.00                              | 4.62                  | 3.04         |
| 2.00     | 2.00     | 350.0                                  | 250.0                                  | 1000.0                   | 0.77      | 27.0              | 16.13                         | 20.05                              | 12.00                              | 4.98                  | 3.46         |
| 2.25     | 2.25     | 350.0                                  | 250.0                                  | 1265.7                   | 0.86      | 27.4              | 15.32                         | 20.09                              | 12.00                              | 5.31                  | 3.86         |
| 2.50     | 2.50     | 350.0                                  | 250.0                                  | 1562.6                   | 0.95      | 27.7              | 14.72                         | 20.12                              | 12.00                              | 5.70                  | 4.26         |
| 2.75     | 2.75     | 350.0                                  | 250.0                                  | 1890.7                   | 1.04      | 27.9              | 16.59                         | 20.19                              | 12.00                              | 6.08                  | 4.66         |
| 3.00     | 3.00     | 350.0                                  | 250.0                                  | 2250.1                   | 1.13      | 28.1              | 17.17                         | 20.28                              | 12.00                              | 6.44                  | 5.05         |
| 3.25     | 3.25     | 350.0                                  | 250.0                                  | 2640.7                   | 1.22      | 28.3              | 17.51                         | 20.32                              | 12.00                              | 6.79                  | 5.45         |
| 3.50     | 3.50     | 350.0                                  | 250.0                                  | 3062.6                   | 1.30      | 28.4              | 17.73                         | 20.12                              | 12.00                              | 7.13                  | 5.85         |
| 3.75     | 3.75     | 350.0                                  | 250.0                                  | 3515.8                   | 1.39      | 28.5              | 17.92                         | 19.86                              | 12.00                              | 7.46                  | 6.25         |
| 4.00     | 4.00     | 350.0                                  | 250.0                                  | 4000.1                   | 1.47      | 28.6              | 18.06                         | 19.57                              | 12.00                              | 7.78                  | 6.64         |

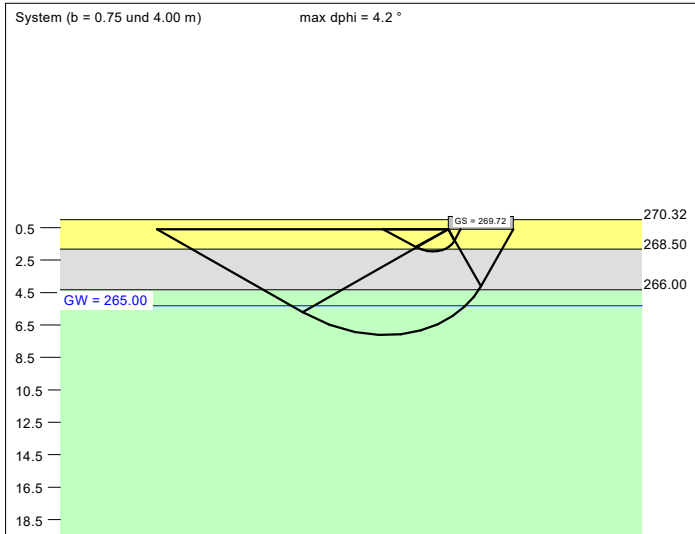
$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{R,k} / 1.96$  (für Setzungen)  
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.33



Berechnungsgrundlagen:  
AZ.: 03 23 22 - Neubau Förderstufengebäude, FvSS, Gladenbach  
Norm: EC 7  
BS: DIN 1054: BS-P  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Einzelfundament (a/b = 1.00)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.333  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.333 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.333) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.400$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 350.00 kN/m<sup>2</sup> begrenzt  
Oberkante Gelände = 270.32 mNN  
Gründungssohle = 269.72 mNN  
Grundwasser = 265.00 mNN  
Grenztiefe mit p = 20.0 %  
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
— Sohl Druck  
— Setzungen

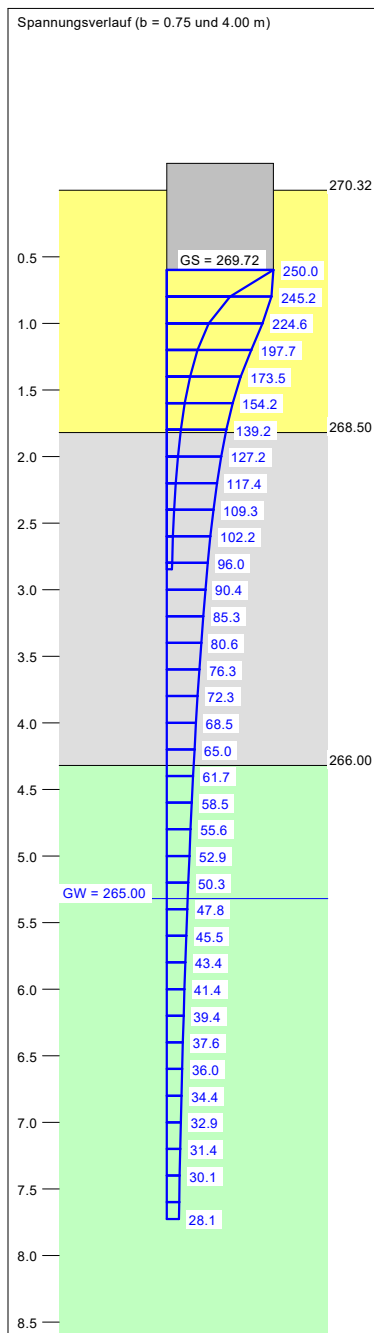


| Boden | $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\gamma'$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\phi$<br>[°] | c<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | E <sub>s</sub><br>[MN/m <sup>2</sup> ] | Bezeichnung |
|-------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------|---------------------------|--|-------------|
|       | 21.0                             | 12.0                              | 35.0          | 0.0                       | 100.0                                  | Auffüllung  |
|       | 20.5                             | 10.5                              | 30.0          | 10.0                      | 25.0                                   | Hangschutt  |
|       | 22.0                             | 12.0                              | 30.0          | 20.0                      | 50.0                                   | Felsersatz  |

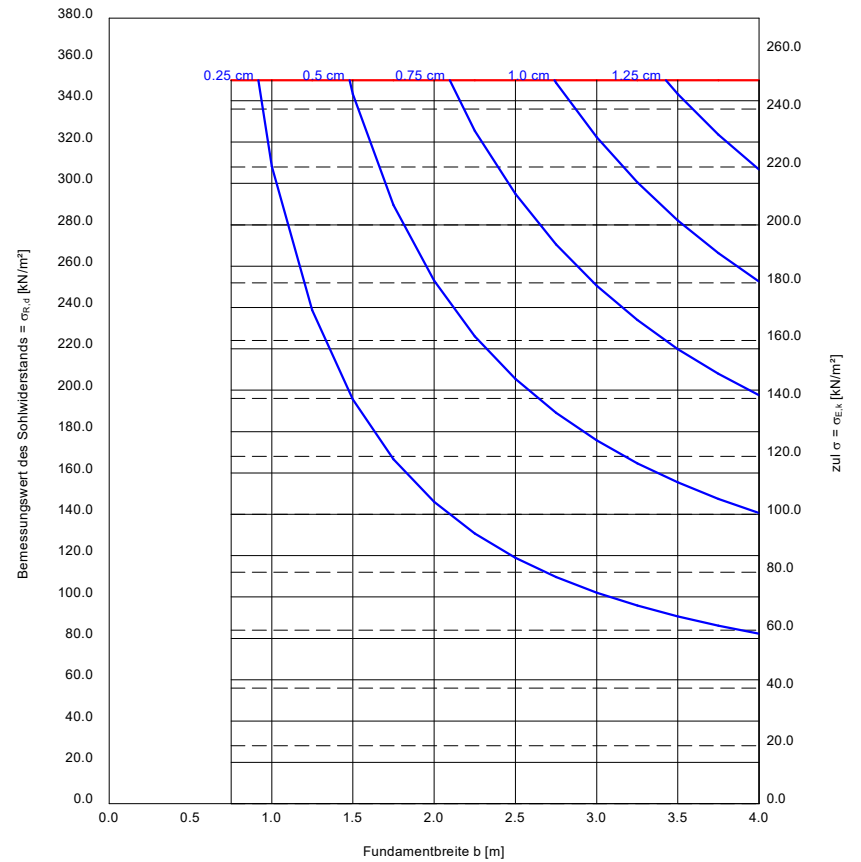


| a<br>[m] | b<br>[m] | $\sigma_{R,d}$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\sigma_{E,k}$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | V <sub>E,k</sub><br>[kN] | s<br>[cm] | cal $\phi$<br>[°] | cal c<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\gamma_2$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\sigma_0$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | t <sub>g</sub><br>[m] | UK LS<br>[m] |
|----------|----------|--|--|--------------------------|-----------|-------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|--------------|
| 0.75     | 0.75     | 350.0                                  | 250.0                                  | 140.6                    | 0.19      | 33.7              | 2.63                          | 20.98                              | 12.60                              | 2.85                  | 1.97         |
| 1.00     | 1.00     | 350.0                                  | 250.0                                  | 250.0                    | 0.29      | 32.8              | 4.57                          | 20.92                              | 12.60                              | 3.34                  | 2.35         |
| 1.25     | 1.25     | 350.0                                  | 250.0                                  | 390.6                    | 0.40      | 32.3              | 5.60                          | 20.86                              | 12.60                              | 3.79                  | 2.75         |
| 1.50     | 1.50     | 350.0                                  | 250.0                                  | 562.5                    | 0.51      | 31.9              | 6.29                          | 20.82                              | 12.60                              | 4.20                  | 3.15         |
| 1.75     | 1.75     | 350.0                                  | 250.0                                  | 765.7                    | 0.62      | 31.7              | 6.79                          | 20.78                              | 12.60                              | 4.58                  | 3.55         |
| 2.00     | 2.00     | 350.0                                  | 250.0                                  | 1000.0                   | 0.72      | 31.5              | 7.17                          | 20.75                              | 12.60                              | 4.94                  | 3.94         |
| 2.25     | 2.25     | 350.0                                  | 250.0                                  | 1265.7                   | 0.81      | 31.3              | 7.90                          | 20.73                              | 12.60                              | 5.28                  | 4.34         |
| 2.50     | 2.50     | 350.0                                  | 250.0                                  | 1562.6                   | 0.91      | 31.2              | 10.29                         | 20.76                              | 12.60                              | 5.65                  | 4.74         |
| 2.75     | 2.75     | 350.0                                  | 250.0                                  | 1890.7                   | 1.00      | 31.1              | 11.34                         | 20.81                              | 12.60                              | 6.03                  | 5.13         |
| 3.00     | 3.00     | 350.0                                  | 250.0                                  | 2250.1                   | 1.10      | 31.0              | 12.13                         | 20.77                              | 12.60                              | 6.39                  | 5.53         |
| 3.25     | 3.25     | 350.0                                  | 250.0                                  | 2640.7                   | 1.19      | 30.9              | 12.75                         | 20.53                              | 12.60                              | 6.74                  | 5.92         |
| 3.50     | 3.50     | 350.0                                  | 250.0                                  | 3062.6                   | 1.28      | 30.9              | 13.28                         | 20.23                              | 12.60                              | 7.08                  | 6.32         |
| 3.75     | 3.75     | 350.0                                  | 250.0                                  | 3515.8                   | 1.37      | 30.8              | 13.72                         | 19.93                              | 12.60                              | 7.41                  | 6.72         |
| 4.00     | 4.00     | 350.0                                  | 250.0                                  | 4000.1                   | 1.45      | 30.8              | 14.11                         | 19.62                              | 12.60                              | 7.73                  | 7.11         |

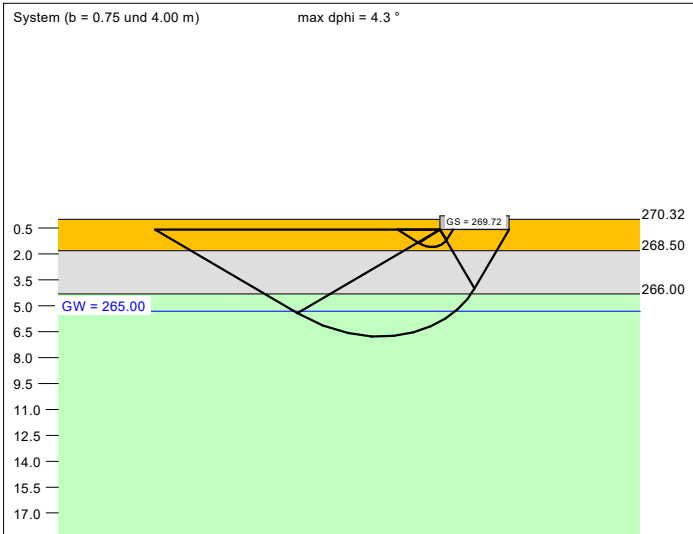
$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{R,k} / 1.96$  (für Setzungen)  
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.33



Berechnungsgrundlagen:  
AZ.: 03 23 22 - Neubau Förderstufengebäude, FvSS, Gladenbach  
Norm: EC 7  
BS: DIN 1054: BS-P  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Einzelfundament (a/b = 1.00)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.333  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.333 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.333) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.400$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 350.00 kN/m<sup>2</sup> begrenzt  
Oberkante Gelände = 270.32 mNN  
Gründungssohle = 269.72 mNN  
Grundwasser = 265.00 mNN  
Grenztiefe mit p = 20.0 %  
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
— Sohl Druck  
— Setzungen

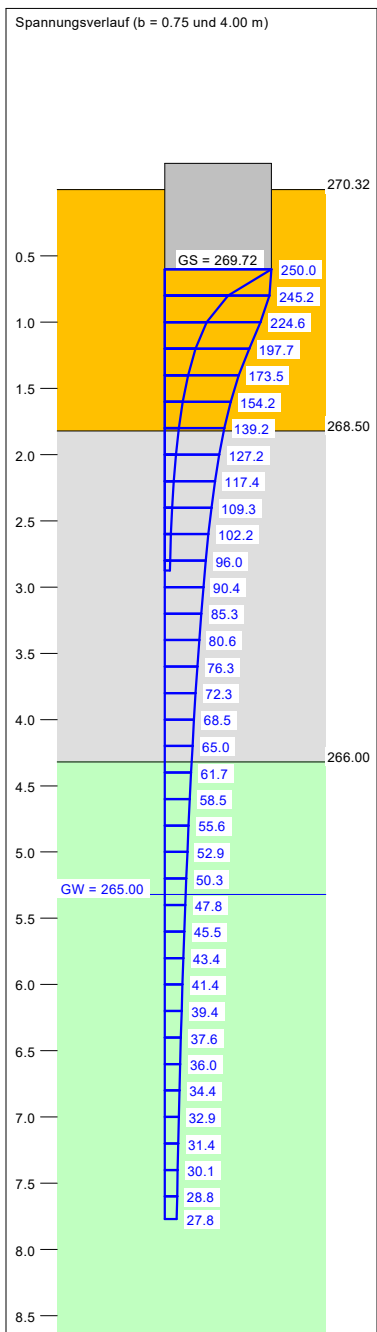


| Boden | $\gamma$<br>[kN/m³] | $\gamma'$<br>[kN/m³] | $\varphi$<br>[°] | c<br>[kN/m²] | E <sub>s</sub><br>[MN/m²] | Bezeichnung |
|-------|---------------------|----------------------|------------------|--------------|---------------------------|-------------|
|       | 20.0                | 10.0                 | 25.0             | 20.0         | 50.0                      | Auffüllung  |
|       | 20.5                | 10.5                 | 30.0             | 10.0         | 25.0                      | Hangschutt  |
|       | 22.0                | 12.0                 | 30.0             | 20.0         | 50.0                      | Felsersatz  |

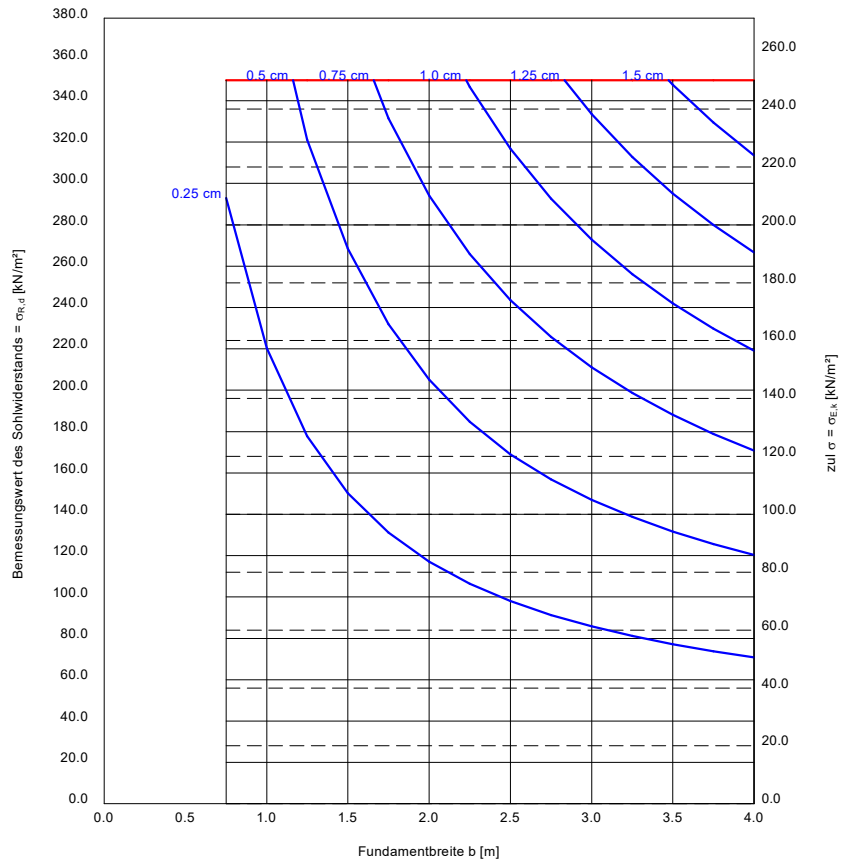


| a<br>[m] | b<br>[m] | $\sigma_{R,d}$<br>[kN/m²] | $\sigma_{E,k}$<br>[kN/m²] | V <sub>E,k</sub><br>[kN] | s<br>[cm] | cal $\varphi$<br>[°] | cal c<br>[kN/m²] | $\gamma_2$<br>[kN/m³] | $\sigma_0$<br>[kN/m²] | t <sub>g</sub><br>[m] | UK LS<br>[m] |
|----------|----------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------|----------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|
| 0.75     | 0.75     | 350.0                     | 250.0                     | 140.6                    | 0.31      | 25.0                 | 20.00            | 20.00                 | 12.00                 | 2.87                  | 1.61         |
| 1.00     | 1.00     | 350.0                     | 250.0                     | 250.0                    | 0.43      | 26.5                 | 17.04            | 20.03                 | 12.00                 | 3.37                  | 2.01         |
| 1.25     | 1.25     | 350.0                     | 250.0                     | 390.6                    | 0.55      | 27.4                 | 15.25            | 20.09                 | 12.00                 | 3.82                  | 2.41         |
| 1.50     | 1.50     | 350.0                     | 250.0                     | 562.5                    | 0.68      | 27.9                 | 14.29            | 20.15                 | 12.00                 | 4.23                  | 2.81         |
| 1.75     | 1.75     | 350.0                     | 250.0                     | 765.7                    | 0.80      | 28.2                 | 13.64            | 20.19                 | 12.00                 | 4.61                  | 3.21         |
| 2.00     | 2.00     | 350.0                     | 250.0                     | 1000.0                   | 0.90      | 28.5                 | 13.15            | 20.22                 | 12.00                 | 4.97                  | 3.61         |
| 2.25     | 2.25     | 350.0                     | 250.0                     | 1265.7                   | 1.01      | 28.7                 | 12.79            | 20.25                 | 12.00                 | 5.31                  | 4.00         |
| 2.50     | 2.50     | 350.0                     | 250.0                     | 1562.6                   | 1.12      | 28.8                 | 13.63            | 20.28                 | 12.00                 | 5.69                  | 4.40         |
| 2.75     | 2.75     | 350.0                     | 250.0                     | 1890.7                   | 1.22      | 28.9                 | 14.99            | 20.35                 | 12.00                 | 6.07                  | 4.80         |
| 3.00     | 3.00     | 350.0                     | 250.0                     | 2250.1                   | 1.32      | 29.0                 | 15.60            | 20.43                 | 12.00                 | 6.43                  | 5.19         |
| 3.25     | 3.25     | 350.0                     | 250.0                     | 2640.7                   | 1.42      | 29.1                 | 16.04            | 20.39                 | 12.00                 | 6.78                  | 5.59         |
| 3.50     | 3.50     | 350.0                     | 250.0                     | 3062.6                   | 1.51      | 29.2                 | 16.36            | 20.15                 | 12.00                 | 7.12                  | 5.99         |
| 3.75     | 3.75     | 350.0                     | 250.0                     | 3515.8                   | 1.60      | 29.2                 | 16.63            | 19.87                 | 12.00                 | 7.45                  | 6.38         |
| 4.00     | 4.00     | 350.0                     | 250.0                     | 4000.1                   | 1.70      | 29.3                 | 16.85            | 19.58                 | 12.00                 | 7.77                  | 6.78         |

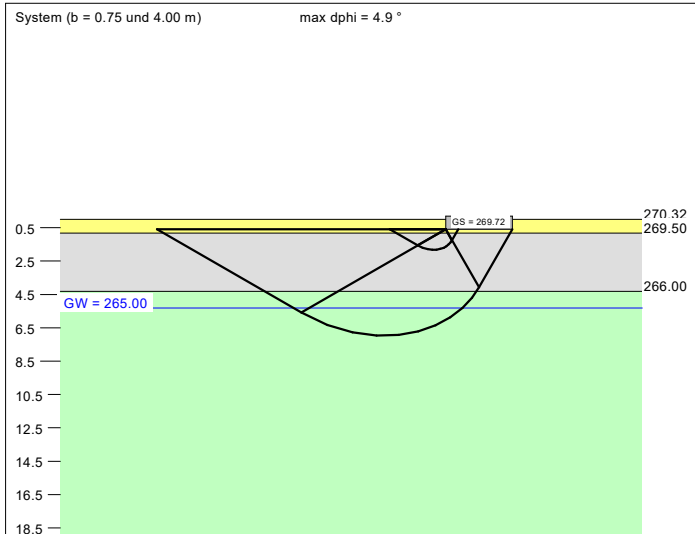
$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{R,k} / 1.96$  (für Setzungen)  
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.33



Berechnungsgrundlagen:  
AZ.: 03 23 22 - Neubau Förderstufengebäude, FvSS, Gladenbach  
Norm: EC 7  
BS: DIN 1054: BS-P  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Einzelfundament (a/b = 1.00)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.333  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.333 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.333) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.400$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 350.00 kN/m² begrenzt  
Oberkante Gelände = 270.32 mNN  
Gründungssohle = 269.72 mNN  
Grundwasser = 265.00 mNN  
Grenztiefe mit p = 20.0 %  
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
— Sohlbruck  
— Setzungen

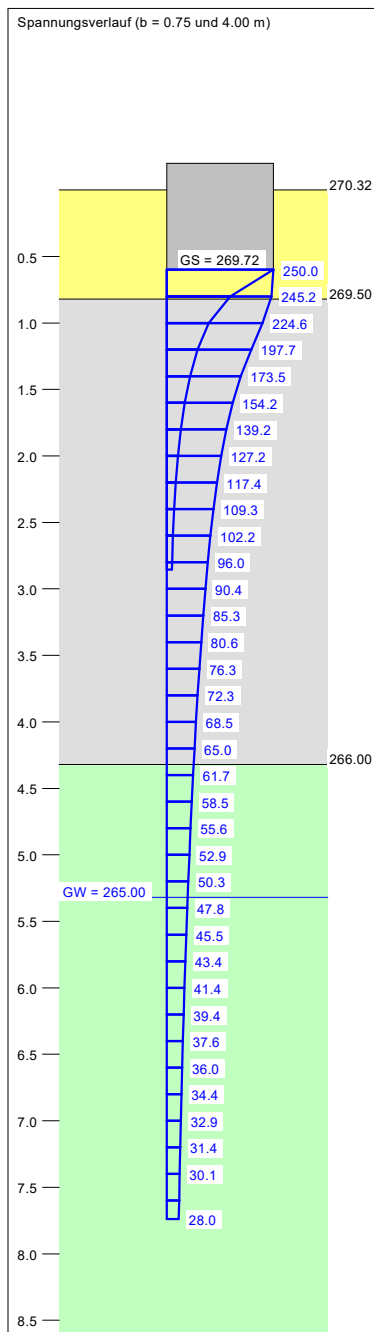


| Boden | $\gamma$<br>[kN/m³] | $\gamma'$<br>[kN/m³] | $\varphi$<br>[°] | c<br>[kN/m²] | E <sub>s</sub><br>[MN/m²] | Bezeichnung |
|-------|---------------------|----------------------|------------------|--------------|---------------------------|-------------|
|       | 21.0                | 12.0                 | 35.0             | 0.0          | 100.0                     | Auffüllung  |
|       | 20.5                | 10.5                 | 30.0             | 10.0         | 25.0                      | Hangschutt  |
|       | 22.0                | 12.0                 | 30.0             | 20.0         | 50.0                      | Felsersatz  |

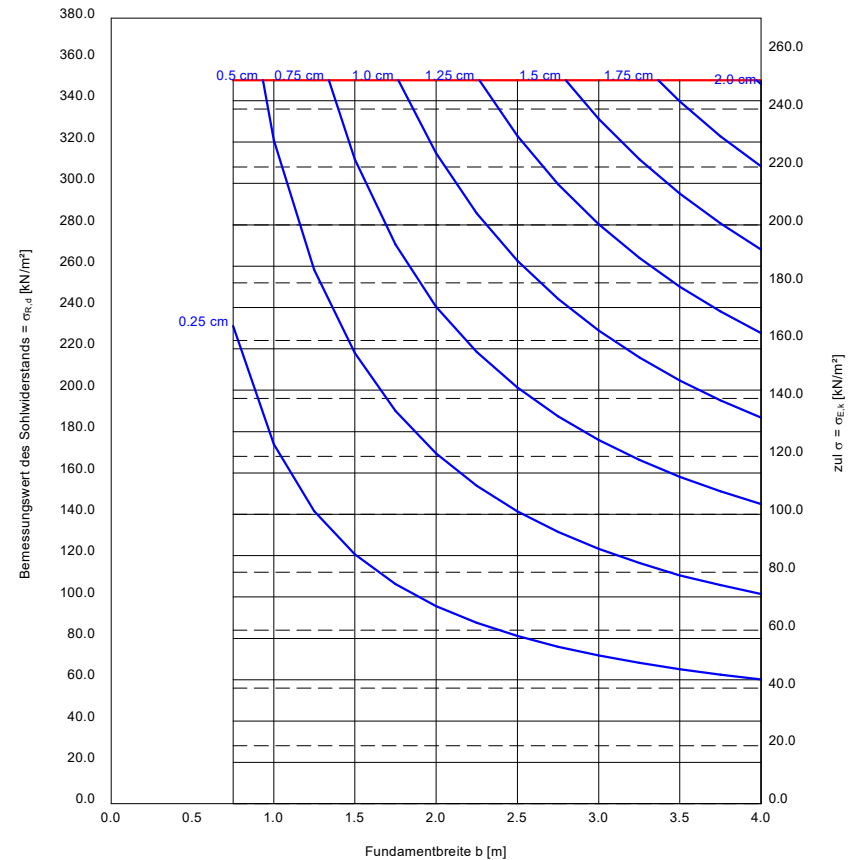


| a<br>[m] | b<br>[m] | $\sigma_{R,d}$<br>[kN/m²] | $\sigma_{E,k}$<br>[kN/m²] | V <sub>E,k</sub><br>[kN] | s<br>[cm] | cal $\varphi$<br>[°] | cal c<br>[kN/m²] | $\gamma_2$<br>[kN/m³] | $\sigma_0$<br>[kN/m²] | t <sub>g</sub><br>[m] | UK LS<br>[m] |
|----------|----------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------|----------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|
| 0.75     | 0.75     | 350.0                     | 250.0                     | 140.6                    | 0.40      | 30.7                 | 8.60             | 20.63                 | 12.60                 | 2.85                  | 1.82         |
| 1.00     | 1.00     | 350.0                     | 250.0                     | 250.0                    | 0.55      | 30.6                 | 8.94             | 20.60                 | 12.60                 | 3.35                  | 2.22         |
| 1.25     | 1.25     | 350.0                     | 250.0                     | 390.6                    | 0.70      | 30.4                 | 9.15             | 20.58                 | 12.60                 | 3.80                  | 2.61         |
| 1.50     | 1.50     | 350.0                     | 250.0                     | 562.5                    | 0.85      | 30.4                 | 9.29             | 20.57                 | 12.60                 | 4.21                  | 3.01         |
| 1.75     | 1.75     | 350.0                     | 250.0                     | 765.7                    | 0.99      | 30.3                 | 9.39             | 20.56                 | 12.60                 | 4.59                  | 3.40         |
| 2.00     | 2.00     | 350.0                     | 250.0                     | 1000.0                   | 1.12      | 30.3                 | 9.47             | 20.55                 | 12.60                 | 4.95                  | 3.80         |
| 2.25     | 2.25     | 350.0                     | 250.0                     | 1265.7                   | 1.24      | 30.3                 | 9.52             | 20.55                 | 12.60                 | 5.28                  | 4.19         |
| 2.50     | 2.50     | 350.0                     | 250.0                     | 1562.6                   | 1.36      | 30.2                 | 11.63            | 20.57                 | 12.60                 | 5.66                  | 4.59         |
| 2.75     | 2.75     | 350.0                     | 250.0                     | 1890.7                   | 1.48      | 30.2                 | 12.75            | 20.63                 | 12.60                 | 6.04                  | 4.99         |
| 3.00     | 3.00     | 350.0                     | 250.0                     | 2250.1                   | 1.59      | 30.2                 | 13.49            | 20.68                 | 12.60                 | 6.40                  | 5.38         |
| 3.25     | 3.25     | 350.0                     | 250.0                     | 2640.7                   | 1.70      | 30.2                 | 14.04            | 20.49                 | 12.60                 | 6.75                  | 5.78         |
| 3.50     | 3.50     | 350.0                     | 250.0                     | 3062.6                   | 1.81      | 30.2                 | 14.48            | 20.22                 | 12.60                 | 7.09                  | 6.17         |
| 3.75     | 3.75     | 350.0                     | 250.0                     | 3515.8                   | 1.91      | 30.2                 | 14.86            | 19.92                 | 12.60                 | 7.42                  | 6.57         |
| 4.00     | 4.00     | 350.0                     | 250.0                     | 4000.1                   | 2.01      | 30.1                 | 15.19            | 19.62                 | 12.60                 | 7.74                  | 6.97         |

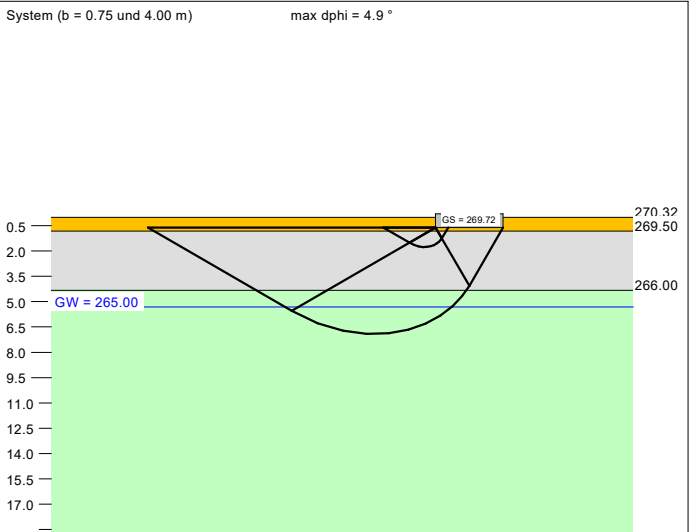
$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{R,k} / 1.96$  (für Setzungen)  
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.33



Berechnungsgrundlagen:  
AZ.: 03 23 22 - Neubau Förderstufengebäude, FvSS, Gladenbach  
Norm: EC 7  
BS: DIN 1054: BS-P  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Einzelfundament (a/b = 1.00)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.333  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.333 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.333) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.400$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 350.00 kN/m² begrenzt  
Oberkante Gelände = 270.32 mNN  
Gründungssohle = 269.72 mNN  
Grundwasser = 265.00 mNN  
Grenztiefe mit p = 20.0 %  
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
— Sohl Druck  
— Setzungen

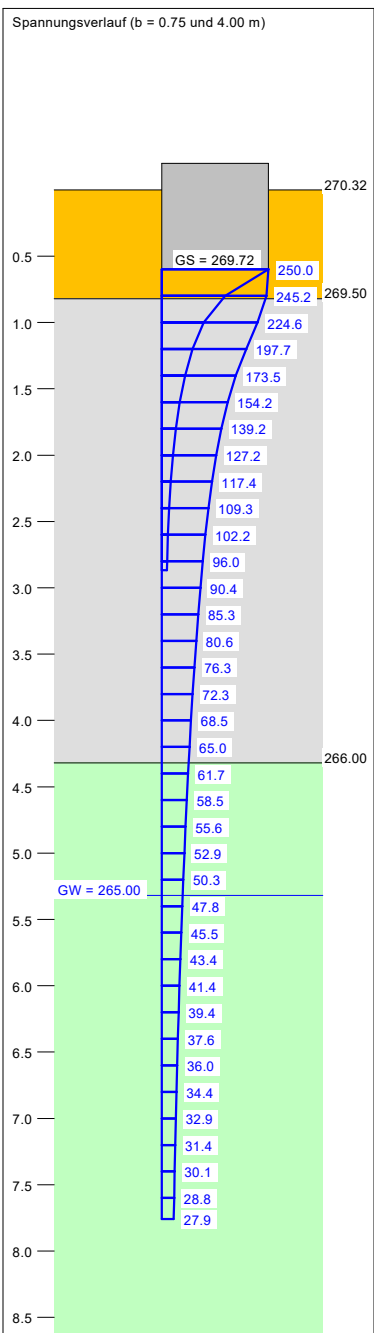


| Boden | $\gamma$<br>[kN/m³] | $\gamma'$<br>[kN/m³] | $\phi$<br>[°] | c<br>[kN/m²] | E <sub>s</sub><br>[MN/m²] | Bezeichnung |
|-------|---------------------|----------------------|---------------|--------------|---------------------------|-------------|
|       | 20.0                | 10.0                 | 25.0          | 20.0         | 50.0                      | Auffüllung  |
|       | 20.5                | 10.5                 | 30.0          | 10.0         | 25.0                      | Hangschutt  |
|       | 22.0                | 12.0                 | 30.0          | 20.0         | 50.0                      | Felsersatz  |

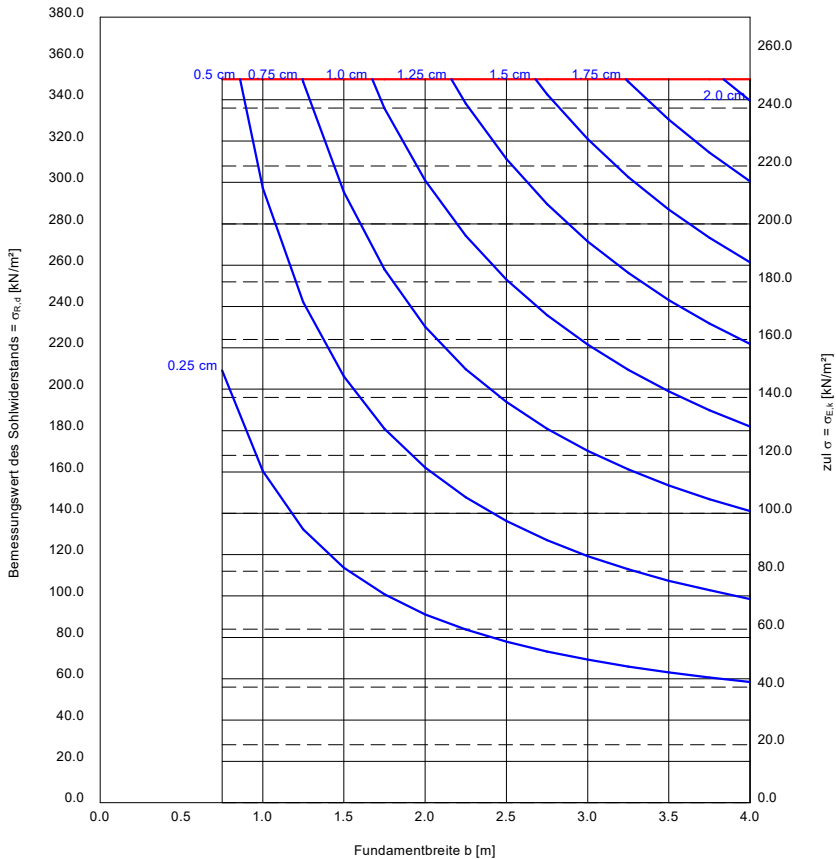


| a<br>[m] | b<br>[m] | $\sigma_{R,d}$<br>[kN/m²] | $\sigma_{E,k}$<br>[kN/m²] | V <sub>E,k</sub><br>[kN] | s<br>[cm] | cal $\phi$<br>[°] | cal c<br>[kN/m²] | $\gamma_2$<br>[kN/m³] | $\sigma_0$<br>[kN/m²] | t <sub>g</sub><br>[m] | UK LS<br>[m] |
|----------|----------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------|-------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|
| 0.75     | 0.75     | 350.0                     | 250.0                     | 140.6                    | 0.44      | 29.3              | 11.47            | 20.36                 | 12.00                 | 2.87                  | 1.76         |
| 1.00     | 1.00     | 350.0                     | 250.0                     | 250.0                    | 0.60      | 29.5              | 11.10            | 20.39                 | 12.00                 | 3.36                  | 2.16         |
| 1.25     | 1.25     | 350.0                     | 250.0                     | 390.6                    | 0.75      | 29.6              | 10.88            | 20.41                 | 12.00                 | 3.81                  | 2.55         |
| 1.50     | 1.50     | 350.0                     | 250.0                     | 562.5                    | 0.91      | 29.7              | 10.73            | 20.43                 | 12.00                 | 4.22                  | 2.95         |
| 1.75     | 1.75     | 350.0                     | 250.0                     | 765.7                    | 1.04      | 29.7              | 10.62            | 20.44                 | 12.00                 | 4.60                  | 3.34         |
| 2.00     | 2.00     | 350.0                     | 250.0                     | 1000.0                   | 1.17      | 29.7              | 10.54            | 20.45                 | 12.00                 | 4.96                  | 3.74         |
| 2.25     | 2.25     | 350.0                     | 250.0                     | 1265.7                   | 1.30      | 29.8              | 10.48            | 20.45                 | 12.00                 | 5.30                  | 4.13         |
| 2.50     | 2.50     | 350.0                     | 250.0                     | 1562.6                   | 1.42      | 29.8              | 12.27            | 20.48                 | 12.00                 | 5.68                  | 4.53         |
| 2.75     | 2.75     | 350.0                     | 250.0                     | 1890.7                   | 1.53      | 29.8              | 13.41            | 20.54                 | 12.00                 | 6.05                  | 4.93         |
| 3.00     | 3.00     | 350.0                     | 250.0                     | 2250.1                   | 1.65      | 29.8              | 14.12            | 20.61                 | 12.00                 | 6.42                  | 5.32         |
| 3.25     | 3.25     | 350.0                     | 250.0                     | 2640.7                   | 1.76      | 29.8              | 14.63            | 20.46                 | 12.00                 | 6.77                  | 5.72         |
| 3.50     | 3.50     | 350.0                     | 250.0                     | 3062.6                   | 1.86      | 29.9              | 15.04            | 20.20                 | 12.00                 | 7.11                  | 6.11         |
| 3.75     | 3.75     | 350.0                     | 250.0                     | 3515.8                   | 1.97      | 29.9              | 15.39            | 19.90                 | 12.00                 | 7.44                  | 6.51         |
| 4.00     | 4.00     | 350.0                     | 250.0                     | 4000.1                   | 2.07      | 29.9              | 15.68            | 19.61                 | 12.00                 | 7.76                  | 6.91         |

$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.40) = \sigma_{R,k} / 1.96$  (für Setzungen)  
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.33



Berechnungsgrundlagen:  
AZ.: 03 23 22 - Neubau Förderstufengebäude, FvSS, Gladenbach  
Norm: EC 7  
BS: DIN 1054: BS-P  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Einzelfundament (a/b = 1.00)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.333  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.333 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.333) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.400$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 350.00 kN/m² begrenzt  
Oberkante Gelände = 270.32 mNN  
Gründungssohle = 269.72 mNN  
Grundwasser = 265.00 mNN  
Grenztiefe mit p = 20.0 %  
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt  
— Sohldruck  
— Setzungen



Geotechnischer Bericht

zum Projekt

**Neubau Förderstufengebäude**

**Freiherr-vom-Stein-Schule**

**Gladenbach**

**AZ.: 03 23 22**

**1. Bericht**

Erstattet von:

Institut für Geotechnik Dr. Jochen Zirfas GmbH & Co. KG

Egerländer Straße 44, 65556 Limburg

Tel.: 06431/2949-0, E-Mail: info@ifg.de





## **ANLAGE 6**

**Probenahmeprotokolle**

**nach *LAGA M 32 PN 98***

**Protokoll über die Entnahme von Feststoffproben**  
**Probenahmeprotokoll nach LAGA M32 (PN 98) und Anhang 4 der DepV**



|   |  |   |                           |               |   |              |   |                             |   |              |   |
|---|--|---|---------------------------|---------------|---|--------------|---|-----------------------------|---|--------------|---|
| Probenahme durch:                                   |  Institut für Geotechnik Dr. Jochen Zirfas GmbH & Co. KG<br>Egerländer Str. 44, 65556 Limburg<br>Tel: 06431 / 2949-0, E-Mail: info@ifg.de   |   | Aktenzeichen:<br>03 23 22 |               |   |              |   |                             |   |              |   |
| Projektbezeichnung:                                 | Neubau Förderstufengebäude Freiherr-vom-Stein-Schule, Gladenbach   |   |                           |               |   |              |   |                             |   |              |   |
| Veranlasser / Auftraggeber:                         | Landkreis Marburg-Biedenkopf, Im Lichtenholz 60, 35043 Marburg   |   |                           |               |   |              |   |                             |   |              |   |
| <b>Probenbezeichnung:</b>                           | <b>SD 1</b>  |   |                           |               |   |              |   |                             |   |              |   |
| Probennehmer / Datum:                               | Herr Cakmak / 17.05.2023   |   |                           |               |   |              |   |                             |   |              |   |
| Anwesende Personen:                                 | Herr Ali, Herr Danowski (IfG)  |   |                           |               |   |              |   |                             |   |              |   |
| Herkunft des Abfalls:                               | Oberflächenbefestigung Projektareal  |   |                           |               |   |              |   |                             |   |              |   |
| Zweck der Probenahme:                               | Abfallrechtliche Deklarationsanalytik  |   |                           |               |   |              |   |                             |   |              |   |
| Vermutete Schadstoffe                               | PAK  |   |                           |               |   |              |   |                             |   |              |   |
| Untersuchungsstelle / Labornr.                      | Dr. Graner & Partner GmbH, Im Steingrund 2, 63303 Dreieich / 2328787-001   |   |                           |               |   |              |   |                             |   |              |   |
| Abfallart   | Schwarzdecke / Asphalt   |   |                           |               |   |              |   |                             |   |              |   |
| Gesamtvolumen / Form der Lagerung / Lagerungsdauer: | - / eingebaut / unbekannt  |   |                           |               |   |              |   |                             |   |              |   |
| Einflüsse auf das Material:                         | Witterung, Nutzung   |   |                           |               |   |              |   |                             |   |              |   |
| Probenahmeverfahren:                                | In-situ-Beprobung  |   |                           |               |   |              |   |                             |   |              |   |
| Entnahmegeräte:                                     | elektr. Kernbohrgerät  |   |                           |               |   |              |   |                             |   |              |   |
| Anzahl Einzelproben, Mischproben, Laborproben:      | <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: right;">Einzelproben:</td> <td style="width: 50%; text-align: left;">3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Mischproben:</td> <td style="text-align: left;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Einzelproben je Mischprobe:</td> <td style="text-align: left;">3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Laborproben:</td> <td style="text-align: left;">1</td> </tr> </table> |   |                           | Einzelproben: | 3 | Mischproben: | 1 | Einzelproben je Mischprobe: | 3 | Laborproben: | 1 |
| Einzelproben:                                       | 3  |   |                           |               |   |              |   |                             |   |              |   |
| Mischproben:  | 1  |   |                           |               |   |              |   |                             |   |              |   |
| Einzelproben je Mischprobe:                         | 3  |   |                           |               |   |              |   |                             |   |              |   |
| Laborproben:  | 1  |   |                           |               |   |              |   |                             |   |              |   |
| Probenvorbereitungsschritte                         | Brechen und Teilen, Erstellung Mischprobe  |   |                           |               |   |              |   |                             |   |              |   |
| Probenbehälter:                                     | PE-Behälter  |   |                           |               |   |              |   |                             |   |              |   |
| Probenkonservierung:                                | dunkel, gekühlt  |   |                           |               |   |              |   |                             |   |              |   |
| Farbe / Aussehen:                                   | schwarz  |   |                           |               |   |              |   |                             |   |              |   |
| Geruch:   | unauffällig  |   |                           |               |   |              |   |                             |   |              |   |
| Allgemeine Beschreibung:                            | Schwarzdecke / Asphalt   |   |                           |               |   |              |   |                             |   |              |   |
| Fremdbestandteile / opt. Auffälligkeit:             | keine  |   |                           |               |   |              |   |                             |   |              |   |
| Bemerkungen   | keine  |   |                           |               |   |              |   |                             |   |              |   |
| Lageplan / Lageskizze                               | Anlage im Bericht <input checked="" type="checkbox"/> Anhang an das Probenahmeprotokoll <input type="checkbox"/> nicht vorhanden <input type="checkbox"/>  |   |                           |               |   |              |   |                             |   |              |   |
| Limburg, den 17.05.2023                             | Unterschrift(en):  |   |                           |               |   |              |   |                             |   |              |   |
|   | Anwesende Zeugen:  | Probennehmer: i.V.<br> |                           |               |   |              |   |                             |   |              |   |

**Protokoll über die Entnahme von Feststoffproben**  
**Probenahmeprotokoll nach LAGA M32 (PN 98) und Anhang 4 der DepV**



|   |   |  |                           |               |   |  |              |   |  |                             |   |  |              |   |  |
|---|---|--|---------------------------|---------------|---|--|--------------|---|--|-----------------------------|---|--|--------------|---|--|
| Probenahme durch:                                   |  Institut für Geotechnik Dr. Jochen Zirfas GmbH & Co. KG<br>Egerländer Str. 44, 65556 Limburg<br>Tel: 06431 / 2949-0, E-Mail: info@ifg.de  |  | Aktenzeichen:<br>03 23 22 |               |   |  |              |   |  |                             |   |  |              |   |  |
| Projektbezeichnung:                                 | Neubau Förderstufengebäude Freiherr-vom-Stein-Schule, Gladenbach  |  |                           |               |   |  |              |   |  |                             |   |  |              |   |  |
| Veranlasser / Auftraggeber:                         | Landkreis Marburg-Biedenkopf, Im Lichtenholz 60, 35043 Marburg  |  |                           |               |   |  |              |   |  |                             |   |  |              |   |  |
| <b>Probenbezeichnung:</b>                           | <b>RKS 3/1c</b>   |  |                           |               |   |  |              |   |  |                             |   |  |              |   |  |
| Probenehmer / Datum:                                | Herr Cakmak / 17.05.2023  |  |                           |               |   |  |              |   |  |                             |   |  |              |   |  |
| Anwesende Personen:                                 | Herr Ali, Herr Danowski (IfG)   |  |                           |               |   |  |              |   |  |                             |   |  |              |   |  |
| Herkunft des Abfalls:                               | Oberflächenbefestigung Projektareal   |  |                           |               |   |  |              |   |  |                             |   |  |              |   |  |
| Zweck der Probenahme:                               | Abfallrechtliche Deklarationsanalytik   |  |                           |               |   |  |              |   |  |                             |   |  |              |   |  |
| Vermutete Schadstoffe                               | PAK   |  |                           |               |   |  |              |   |  |                             |   |  |              |   |  |
| Untersuchungsstelle / Labornr.                      | Dr. Graner & Partner GmbH, Im Steingrund 2, 63303 Dreieich / 2328787-002  |  |                           |               |   |  |              |   |  |                             |   |  |              |   |  |
| Abfallart   | Schwarzdecke / Asphalt (alte Spritz-/ Streudecke)   |  |                           |               |   |  |              |   |  |                             |   |  |              |   |  |
| Gesamtvolumen / Form der Lagerung / Lagerungsdauer: | - / eingebaut / unbekannt   |  |                           |               |   |  |              |   |  |                             |   |  |              |   |  |
| Einflüsse auf das Material:                         | unbekannt   |  |                           |               |   |  |              |   |  |                             |   |  |              |   |  |
| Probenahmeverfahren:                                | In-situ-Beprobung   |  |                           |               |   |  |              |   |  |                             |   |  |              |   |  |
| Entnahmegерäte:                                     | elektr. Kernbohrgerät   |  |                           |               |   |  |              |   |  |                             |   |  |              |   |  |
| Anzahl Einzelproben, Mischproben, Laborproben:      | <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: right;">Einzelproben:</td> <td style="width: 5%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 45%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Mischproben:</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Einzelproben je Mischprobe:</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Laborproben:</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> </tr> </table> |  |                           | Einzelproben: | 1 |  | Mischproben: | - |  | Einzelproben je Mischprobe: | - |  | Laborproben: | 1 |  |
| Einzelproben:                                       | 1   |  |                           |               |   |  |              |   |  |                             |   |  |              |   |  |
| Mischproben:  | -   |  |                           |               |   |  |              |   |  |                             |   |  |              |   |  |
| Einzelproben je Mischprobe:                         | -   |  |                           |               |   |  |              |   |  |                             |   |  |              |   |  |
| Laborproben:  | 1   |  |                           |               |   |  |              |   |  |                             |   |  |              |   |  |
| Probenvorbereitungsschritte                         | Brechen und Teilen, Erstellung Mischprobe   |  |                           |               |   |  |              |   |  |                             |   |  |              |   |  |
| Probenbehälter:                                     | PE-Behälter   |  |                           |               |   |  |              |   |  |                             |   |  |              |   |  |
| Probenkonservierung:                                | dunkel, gekühlt   |  |                           |               |   |  |              |   |  |                             |   |  |              |   |  |
| Farbe / Aussehen:                                   | schwarz   |  |                           |               |   |  |              |   |  |                             |   |  |              |   |  |
| Geruch:   | PAK   |  |                           |               |   |  |              |   |  |                             |   |  |              |   |  |
| Allgemeine Beschreibung:                            | Schwarzdecke / Asphalt (alte Spritz-/ Streudecke)   |  |                           |               |   |  |              |   |  |                             |   |  |              |   |  |
| Fremdbestandteile / opt. Auffälligkeit:             | keine   |  |                           |               |   |  |              |   |  |                             |   |  |              |   |  |
| Bemerkungen   | Der qualitative Schnelltest mittels Lackansprühverfahren zeigte eine deutliche Gelb-/ Braunverfärbung des Lacks , dies weist zusätzlich zum Geruch auf erhöhte PAK-Werte hin  |  |                           |               |   |  |              |   |  |                             |   |  |              |   |  |
| Lageplan / Lageskizze                               | Anlage im Bericht <input checked="" type="checkbox"/> Anhang an das Probenahmeprotokoll <input type="checkbox"/> nicht vorhanden <input type="checkbox"/>   |  |                           |               |   |  |              |   |  |                             |   |  |              |   |  |
| Limburg, den 17.05.2023                             | Unterschrift(en):   |  |                           |               |   |  |              |   |  |                             |   |  |              |   |  |
|   | Anwesende Zeugen:   | Probenehmer: i.V.<br> |                           |               |   |  |              |   |  |                             |   |  |              |   |  |



**Protokoll über die Entnahme von Feststoffproben**  
**Probenahmeprotokoll nach LAGA M32 (PN 98) und Anhang 4 der DepV**

|   |  |   |                           |
|---|--|---|---------------------------|
| Probenahme durch:                                   |  Institut für Geotechnik Dr. Jochen Zirfas GmbH & Co. KG<br>Egerländer Str. 44, 65556 Limburg<br>Tel: 06431 / 2949-0, E-Mail: info@ifg.de |   | Aktenzeichen:<br>03 23 22 |
| Projektbezeichnung:                                 | Neubau Förderstufengebäude Freiherr-vom-Stein-Schule, Gladenbach   |   |                           |
| Veranlasser / Auftraggeber:                         | Landkreis Marburg-Biedenkopf, Im Lichtenholz 60, 35043 Marburg   |   |                           |
| <b>Probenbezeichnung:</b>                           | <b>A 1</b>   |   |                           |
| Probennehmer / Datum:                               | Herr Cakmak / 17.05.2023   |   |                           |
| Anwesende Personen:                                 | Herr Ali, Herr Danowski (IfG)  |   |                           |
| Herkunft des Abfalls:                               | Oberflächenbefestigung Projektareal  |   |                           |
| Zweck der Probenahme:                               | Abfallrechtliche Deklarationsanalytik  |   |                           |
| Vermutete Schadstoffe                               | unspezifisch   |   |                           |
| Untersuchungsstelle / Labornr.                      | Dr. Graner & Partner GmbH, Im Steingrund 2, 63303 Dreieich / 2328785-001   |   |                           |
| Abfallart   | Auffüllung Boden   |   |                           |
| Gesamtvolumen / Form der Lagerung / Lagerungsdauer: | - / eingebaut / unbekannt  |   |                           |
| Einflüsse auf das Material:                         | unbekannt  |   |                           |
| Probenahmeverfahren:                                | In-situ-Beprobung  |   |                           |
| Entnahmegeräte:                                     | Sonde, Schaufel, Mischwanne  |   |                           |
| Anzahl Einzelproben, Mischproben, Laborproben:      | Einzelproben: 24<br>Mischproben: 6<br>Einzelproben je Mischprobe: 4<br>Laborproben: 1  |   |                           |
| Probenvorbereitungsschritte                         | fraktionierendes Schaufeln   |   |                           |
| Probenbehälter:                                     | PE-Behälter  |   |                           |
| Probenkonservierung:                                | dunkel, gekühlt  |   |                           |
| Farbe / Aussehen:                                   | braun, grau, dunkelgrau, partiell rot  |   |                           |
| Geruch:   | unauffällig  |   |                           |
| Allgemeine Beschreibung:                            | Kies / Schluff / Sand mit unterschiedlichen Nebengemengeanteilen; Tonschiefer, Basalt  |   |                           |
| Fremdbestandteile / opt. Auffälligkeit:             | partiell Bauschutt- und Holzreste  |   |                           |
| Bemerkungen   | keine  |   |                           |
| Lageplan / Lageskizze                               | Anlage im Bericht <input checked="" type="checkbox"/> Anhang an das Probenahmeprotokoll <input type="checkbox"/> nicht vorhanden <input type="checkbox"/>  |   |                           |
| Limburg, den 17.05.2023                             | Unterschrift(en):  |   |                           |
|   | Anwesende Zeugen:  | Probennehmer: i.V.<br> |                           |

**Protokoll über die Entnahme von Feststoffproben**  
**Probenahmeprotokoll nach LAGA M32 (PN 98) und Anhang 4 der DepV**

|   |  |  |                           |
|---|--|--|---------------------------|
| Probenahme durch:                                   |  Institut für Geotechnik Dr. Jochen Zirfas GmbH & Co. KG<br>Egerländer Str. 44, 65556 Limburg<br>Tel: 06431 / 2949-0, E-Mail: info@ifg.de |  | Aktenzeichen:<br>03 23 22 |
| Projektbezeichnung:                                 | Neubau Förderstufengebäude Freiherr-vom-Stein-Schule, Gladenbach   |  |                           |
| Veranlasser / Auftraggeber:                         | Landkreis Marburg-Biedenkopf, Im Lichtenholz 60, 35043 Marburg   |  |                           |
| <b>Probenbezeichnung:</b>                           | <b>NB 1</b>  |  |                           |
| Probenehmer / Datum:                                | Herr Cakmak / 17.05.2023   |  |                           |
| Anwesende Personen:                                 | Herr Ali, Herr Danowski (IfG)  |  |                           |
| Herkunft des Abfalls:                               | Oberflächenbefestigung Projektareal  |  |                           |
| Zweck der Probenahme:                               | Abfallrechtliche Deklarationsanalytik  |  |                           |
| Vermutete Schadstoffe                               | unspezifisch   |  |                           |
| Untersuchungsstelle / Labornr.                      | Dr. Graner & Partner GmbH, Im Steingrund 2, 63303 Dreieich / 2328786-001   |  |                           |
| Abfallart   | natürlicher Boden  |  |                           |
| Gesamtvolumen / Form der Lagerung / Lagerungsdauer: | - / natürlich anstehend / unbekannt  |  |                           |
| Einflüsse auf das Material:                         | unbekannt  |  |                           |
| Probenahmeverfahren:                                | In-situ-Beprobung  |  |                           |
| Entnahmegeräte:                                     | Sonde, Schaufel, Mischwanne  |  |                           |
| Anzahl Einzelproben, Mischproben, Laborproben:      | Einzelproben: 32<br>Mischproben: 8<br>Einzelproben je Mischprobe: 4<br>Laborproben: 1  |  |                           |
| Probenvorbereitungsschritte                         | fraktionierendes Schaufeln   |  |                           |
| Probenbehälter:                                     | PE-Behälter  |  |                           |
| Probenkonservierung:                                | dunkel, gekühlt  |  |                           |
| Farbe / Aussehen:                                   | braun, graubraun, hellbraun  |  |                           |
| Geruch:   | unauffällig  |  |                           |
| Allgemeine Beschreibung:                            | Schluff, kiesig bis stark kiesig, schwach sandig bis sandig, schwach tonig bis tonig (Hangschutt)  |  |                           |
| Fremdbestandteile / opt. Auffälligkeit:             | keine  |  |                           |
| Bemerkungen   | keine  |  |                           |
| Lageplan / Lageskizze                               | Anlage im Bericht <input checked="" type="checkbox"/> Anhang an das Probenahmeprotokoll <input type="checkbox"/> nicht vorhanden <input type="checkbox"/>  |  |                           |
| Limburg, den 17.05.2023                             | Unterschrift(en):  |  |                           |
|   | Anwesende Zeugen:  | Probenehmer: i.V.<br> |                           |

Geotechnischer Bericht

zum Projekt

**Neubau Förderstufengebäude**

**Freiherr-vom-Stein-Schule**

**Gladenbach**

**AZ.: 03 23 22**

**1. Bericht**

Erstattet von:

Institut für Geotechnik Dr. Jochen Zirfas GmbH & Co. KG

Egerländer Straße 44, 65556 Limburg

Tel.: 06431/2949-0, E-Mail: info@ifg.de



## **ANLAGE 7**

**Tabellarische Gegenüberstellung  
der Analysenergebnisse zu den Zuordnungswerten des  
*Baumerkblatts***

**Auffüllung Boden (A) (partiell mit bis ≤ 10 Vol.-% Bauschuttanteil) und natürlicher Boden (NB), Feststoff**

**Tabelle 1a: Analysenergebnisse des Bodenmaterials im Feststoff (mg/kg) im Vergleich mit den Zuordnungswerten gemäß Baumerkblatt 2018, Tabellen 1.1 – 1.2**

| Parameter             | Probe                                   | Probe           | Z 0 (Sand)                | Z 0 (Lehm / Schluff)    | Z 0 (Ton)               | Z 0* 1)                         | Z 1                     | Z 2                       | > Z 2  |
|-----------------------|---|-----------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------|-------------------------|---------------------------|--|
|                       | A 1                                     | NB 1            |                           |                         |                         |                                 |                         |                           |  |
|                       | Zugeordnete Bodenart:<br>Lehm / Schluff |                 | Verwertungsmöglichkeit    |                         |                         |                                 |                         |                           |  |
|                       |   |                 | Bodenähnliche Anwendungen |                         |                         | Einbau in technischen Bauwerken |                         |                           |  |
| Arsen                 | 20                                      | 22              | 10                        | 15                      | 20                      | 15 <sup>2)</sup>                | 45                      | 150                       | Entsorgung auf einer Deponie bzw. einer nach DepV zugelassenen Annahmestelle zwingend erforderlich |
| Blei                  | 24                                      | 17              | 40                        | 70                      | 100                     | 140                             | 210                     | 700                       |  |
| Cadmium               | u.d.B.                                  | u.d.B.          | 0,4                       | 1                       | 1,5                     | 1 <sup>3)</sup>                 | 3                       | 10                        |  |
| Chrom (gesamt)        | 38                                      | 29              | 30                        | 60                      | 100                     | 120                             | 180                     | 600                       |  |
| Kupfer                | 40                                      | 28              | 20                        | 40                      | 60                      | 80                              | 120                     | 400                       |  |
| Nickel                | 97                                      | 46              | 15                        | 50                      | 70                      | 100                             | 150                     | 500                       |  |
| Quecksilber           | u.d.B.                                  | 0,10            | 0,1                       | 0,5                     | 1                       | 1,0                             | 1,5                     | 5                         |  |
| Thallium              | u.d.B.                                  | u.d.B.          | 0,4                       | 0,7                     | 1                       | 0,7 <sup>4)</sup>               | 2,1                     | 7                         |  |
| Zink                  | 130                                     | 87              | 60                        | 150                     | 200                     | 300                             | 450                     | 1500                      |  |
| Cyanide <sup>9)</sup> | u.d.B.                                  | u.d.B.          | 1                         | 1                       | 1                       | -                               | -                       | -                         |  |
| Cyanide, gesamt       | u.d.B.                                  | u.d.B.          |                           |                         |                         |                                 | 3                       | 10                        |  |
| Benzo(a)pyren         | 1,6                                     | u.d.B.          | 0,3                       | 0,3                     | 0,3                     | 0,6                             | 0,9                     | 3                         |  |
| PAK <sub>16</sub>     | 26,33                                   | 0,049           | 3                         | 3                       | 3                       | 3                               | 3 (9) <sup>3)</sup>     | 30                        |  |
| PCB                   | n.b.                                    | n.b.            | 0,05 <sup>8)</sup>        | 0,05 <sup>8)</sup>      | 0,05 <sup>8)</sup>      | 0,1 <sup>8)</sup>               | 0,15 <sup>4)</sup>      | 0,5 <sup>4)</sup>         |  |
| BTEX                  | n.b.                                    | n.b.            | 1                         | 1                       | 1                       | 1                               | 1                       | 1                         |  |
| LHKW                  | n.b.                                    | n.b.            | 1                         | 1                       | 1                       | 1                               | 1                       | 1                         |  |
| Kohlenwasserstoffe    | u.d.B. (u.d.B.)                         | u.d.B. (u.d.B.) | 100                       | 100                     | 100                     | 200 (400) <sup>7)</sup>         | 300 (600) <sup>2)</sup> | 1000 (2000) <sup>2)</sup> |  |
| EOX                   | u.d.B.                                  | u.d.B.          | 1                         | 1                       | 1                       | 1 <sup>6)</sup>                 | 3 <sup>1)</sup>         | 10                        |  |
| TOC (Masse-%)         | 0,51                                    | 0,15            | 0,5 (1,0) <sup>5)</sup>   | 0,5 (1,0) <sup>5)</sup> | 0,5 (1,0) <sup>5)</sup> | 0,5 (1,0) <sup>5)</sup>         | 1,5                     | 5                         |  |

u.d.B. unter der Bestimmungsgrenze

n.b. nicht berechnet, da alle Einzelsubstanzen unterhalb der Bestimmungsgrenze liegen

#### Fußnoten nach Tabelle 1.1:

- 1) Feststoffgehalte für die Verfüllung von Abgrabungen unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen (siehe „Ausnahmen von der Regel“ für die Verfüllung von Abgrabungen in Nr. II. 1.2.3.2 der TR Boden, Stand: 05.11.2004).
- 2) Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm / Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 20 mg/kg.
- 3) Der Wert 1 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm / Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,5 mg/kg.
- 4) Der Wert 0,7 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm / Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,0 mg/kg.
- 5) Bei einem C:N-Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%.
- 6) Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen.
- 7) Die angegebenen Zuordnungswerte gelten für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C<sub>10</sub> bis C<sub>22</sub>. Der Gesamtgehalt, bestimmt nach E DIN EN 14039 (C<sub>10</sub> bis C<sub>40</sub>), darf insgesamt den in Klammern genannten Wert nicht überschreiten.
- 8) PCB (Summe der 6 Kongeneren nach Ballschmiter gem. DIN 51527 ohne Multiplikation mit dem Faktor 5).
- 9) Analog der Richtlinie für die Verwertung von Bodenmaterial, Bauschutt und Straßenaufbruch in Tagebauen und im Rahmen sonstiger Abgrabungen vom 03. März 2014 (ZO Wert Technische Regeln – Teil II vom 06.11.1997).

#### Fußnoten nach Tabelle 1.2:

- 1) Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen.
- 2) Die angegebenen Zuordnungswerte gelten für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C<sub>10</sub> bis C<sub>22</sub>. Der Gesamtgehalt, bestimmt nach E DIN EN 14039 (C<sub>10</sub> – C<sub>40</sub>) darf insgesamt den in Klammern genannten Wert nicht überschreiten.
- 3) Bodenmaterial mit Zuordnungswerten > 3 mg/kg und < 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.
- 4) PCB (Summe der 6 Kongeneren nach Ballschmiter gem. DIN 51527 ohne Multiplikation mit dem Faktor 5).

**Auffüllung Boden (A) (partiell mit bis ≤ 10 Vol.-% Bauschuttanteil), Eluat**

**Tabelle 1b: Analyseergebnisse des Bodenmaterials im Eluat (µg/l) für bodenähnliche Anwendungen und den eingeschränkten Einbau in technischen Bauwerken im Vergleich mit den Zuordnungswerten gemäß Baumerkblatt 2018, Tabelle 1.3**

| Parameter                    | Probe  | Probe  | Z 0                       | Z 1.1                           | Z 1.2      | Z 2        | > Z 2  |
|------------------------------|--------|--------|---------------------------|---------------------------------|------------|------------|--|
|                              | A 1    | NB 1   | Verwertungsmöglichkeit    |                                 |            |            |  |
|                              |        |        | Bodenähnliche Anwendungen | Einbau in technischen Bauwerken |            |            |  |
| Arsen                        | u.d.B. | u.d.B. | 10                        | 10                              | 40         | 60         | Entsorgung auf einer Deponie bzw. einer nach DepV zugelassenen Annahmestelle zwingend erforderlich |
| Blei                         | u.d.B. | u.d.B. | 20                        | 40                              | 100        | 200        |  |
| Cadmium                      | u.d.B. | u.d.B. | 2                         | 2                               | 5          | 10         |  |
| Chrom (ges.)                 | u.d.B. | u.d.B. | 15                        | 30                              | 75         | 150        |  |
| Kupfer                       | u.d.B. | u.d.B. | 50                        | 50                              | 150        | 300        |  |
| Nickel                       | u.d.B. | u.d.B. | 40                        | 50                              | 150        | 200        |  |
| Quecksilber                  | u.d.B. | u.d.B. | 0,2                       | 0,2                             | 1          | 2          |  |
| Thallium                     | u.d.B. | u.d.B. | < 1                       | 1                               | 3          | 5          |  |
| Zink                         | u.d.B. | u.d.B. | 100                       | 100                             | 300        | 600        |  |
| Cyanide (ges.) <sup>3)</sup> | u.d.B. | u.d.B. | < 10                      | 10                              | 50         | 100        |  |
| Chlorid <sup>4)</sup>        | 4,1    | 3,5    | 10 mg/l                   | 10 mg/l                         | 20 mg/l    | 30 mg/l    |  |
| Sulfat <sup>4)</sup>         | 4,0    | 4,5    | 50 mg/l                   | 50 mg/l                         | 100 mg/l   | 150 mg/l   |  |
| Leitfähigkeit                | 120    | 51     | 500 µS/cm                 | 500 µS/cm                       | 1000 µS/cm | 1500 µS/cm |  |
| pH-Wert <sup>1)</sup>        | 8,4    | 9,3    | 6,5 – 9                   | 6,5 – 9                         | 6 – 12     | 5,5 – 12   |  |
| Phenolindex <sup>2)</sup>    | u.d.B. | u.d.B. | < 10                      | 10                              | 50         | 100        |  |

u.d.B. unter der Bestimmungsgrenze

n.b. nicht berechnet, da alle Einzelsubstanzen unterhalb der Bestimmungsgrenze liegen

1) Niedrigere pH-Werte stellen alleine kein Ausschlusskriterium dar. Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen.

2) Bei Überschreitungen ist die Ursache zu prüfen. Höhere Gehalte, die auf Huminstoffe zurückzuführen sind, stellen kein Ausschlusskriterium dar.

3) Verwertung für Z2-Material mit Cyanidges. > 100 µg/l ist zulässig, wenn Z2 Cyanid (leicht freisetzbar) < 50 µg/l.

4) Bei Chlorid und Sulfat sind in analoger Anwendung der Richtlinie für die Verwertung von Bodenmaterial, Bauschutt und Straßenaufbruch in Tagebauen und im Rahmen sonstiger Abgrabungen vom 03. März 2014 Überschreitungen ab Z 1.1 im Einzelfall bis zu 250 mg/l zulässig.

Geotechnischer Bericht

zum Projekt

**Neubau Förderstufengebäude**

**Freiherr-vom-Stein-Schule**

**Gladenbach**

**AZ.: 03 23 22**

**1. Bericht**

Erstattet von:

Institut für Geotechnik Dr. Jochen Zirfas GmbH & Co. KG

Egerländer Straße 44, 65556 Limburg

Tel.: 06431/2949-0, E-Mail: info@ifg.de



## **ANLAGE 8**

**Prüfberichte**

**Dr. Graner & Partner GmbH,**

**Dreieich / München**

Lochhausener Str. 205  
81249 München  
www.labor-graner.de

Dr. Graner & Partner GmbH, Im Steingrund 2, 63303 Dreieich

Institut für Geotechnik  
Dr. Jochen Zirfas GmbH & Co. KG  
Egerländer Straße 44  
  
65556 Limburg-Staffel

**Niederlassung Rhein-Main**

Ihre Ansprechpartner

Dr. Bernd Kugler  
+49 (0) 6103 485698-22  
b.kugler@labor-graner.de

Isabelle Hopf  
+49 (0) 6103 485698-46  
i.hopf@labor-graner.de

Dreieich, 30.05.2023

---

## Prüfbericht 2328787\_2

---

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Auftraggeber:         | Institut für Geotechnik<br>Dr. Jochen Zirfas GmbH & Co. KG                    |
| Projektleiter:        | Herr Prox   |
| Auftragsnummer:       |   |
| Auftraggeberprojekt:  | 03 23 22 Neubau Förderstufengebäude,<br>Freiherr-vom-Stein-Schule, Gladenbach |
| Probenahmedatum:      | 17.05.2023  |
| Probenahmeort:        | Gladenbach  |
| Probenahme durch:     | Auftraggeber  |
| Probengefäße:         | Kunststoff-Beutel   |
| Eingang am:           | 23.05.2023  |
| Zeitraum der Prüfung: | 23.05.2023 - 30.05.2023   |

**Akkreditiertes Prüflabor nach DIN EN ISO 17025: 2018-03 · D-PL-18601-01-00**

Arzneimittel, Lebensmittel, Kosmetika, Bedarfsgegenstände, Wasser, Boden, Luft, Medizinprodukte, Analytik, Entwicklung, Qualitätskontrolle, Beratung, Sachverständigengutachten, amtliche Gegenproben, Mikrobiologie, Arzneimittelzulassung, Abgrenzungsfragen AMG/LFGB

Amtsgericht München Nr. 84402, Geschäftsführer: Alexander Hartmann  
Bankverbindung: Genossenschaftsbank Aubing eG (BLZ 701 694 64) Kto.-Nr. 69922  
IBAN: DE30 7016 9464 0000 0699 22, BIC: GENODEFIM07  
Ust-ID DE 129 4000 66

E-Mail: [info@labor-graner.de](mailto:info@labor-graner.de)  
Website: [www.labor-graner.de](http://www.labor-graner.de)





| Probenbezeichnung:          | SD 1                      |          |      |                        |
|-----------------------------|---------------------------|----------|------|------------------------|
| Probenahmedatum:            | 17.05.2023                |          |      |                        |
| Labornummer:                | 2328787-001               |          |      |                        |
| Material:                   | Feststoff, Gesamtfraction |          |      |                        |
|                             | Gehalt                    | Einheit  | BG   | Verfahren              |
| Trockenrückstand            | 100                       | %        |      | DIN EN 14346: 2007-03  |
| Naphthalin                  | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,16 | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Acenaphthylen               | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,16 | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Acenaphthen                 | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,16 | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Fluoren                     | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,16 | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Phenanthren                 | 1,5                       | mg/kg TS | 0,16 | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Anthracen                   | 0,23                      | mg/kg TS | 0,16 | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Fluoranthren                | 1,9                       | mg/kg TS | 0,16 | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Pyren                       | 1,5                       | mg/kg TS | 0,16 | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Benz(a)anthracen            | 0,56                      | mg/kg TS | 0,16 | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Chrysen                     | 0,54                      | mg/kg TS | 0,16 | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Benzo(b)fluoranthren        | 0,88                      | mg/kg TS | 0,16 | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Benzo(k)fluoranthren        | 0,28                      | mg/kg TS | 0,16 | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Benzo(a)pyren               | 0,41                      | mg/kg TS | 0,16 | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Indeno(123-cd)pyren         | 0,26                      | mg/kg TS | 0,16 | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Dibenz(ah)anthracen         | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,16 | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Benzo(ghi)perylene          | 0,36                      | mg/kg TS | 0,16 | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Summe PAK (nach EPA)        | 8,42                      | mg/kg TS |      | berechnet              |
| Summe PAK (ohne Naphthalin) | 8,42                      | mg/kg TS |      | berechnet              |

| Probenbezeichnung:          | SD RKS 3/1c               |          |      |                        |
|-----------------------------|---------------------------|----------|------|------------------------|
| Probenahmedatum:            | 17.05.2023                |          |      |                        |
| Labornummer:                | 2328787-002               |          |      |                        |
| Material:                   | Feststoff, Gesamtfraction |          |      |                        |
|                             | Gehalt                    | Einheit  | BG   | Verfahren              |
| Trockenrückstand            | 100                       | %        |      | DIN EN 14346: 2007-03  |
| Naphthalin                  | 0,18                      | mg/kg TS | 0,16 | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Acenaphthylen               | 0,36                      | mg/kg TS | 0,16 | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Acenaphthen                 | 2,0                       | mg/kg TS | 0,16 | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Fluoren                     | 2,5                       | mg/kg TS | 0,16 | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Phenanthren                 | 120                       | mg/kg TS | 0,16 | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Anthracen                   | 15                        | mg/kg TS | 0,16 | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Fluoranthren                | 140                       | mg/kg TS | 0,16 | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Pyren                       | 77                        | mg/kg TS | 0,16 | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Benz(a)anthracen            | 34                        | mg/kg TS | 0,16 | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Chrysen                     | 30                        | mg/kg TS | 0,16 | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Benzo(b)fluoranthren        | 39                        | mg/kg TS | 0,16 | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Benzo(k)fluoranthren        | 13                        | mg/kg TS | 0,16 | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Benzo(a)pyren               | 18                        | mg/kg TS | 0,16 | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Indeno(123-cd)pyren         | 14                        | mg/kg TS | 0,16 | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Dibenz(ah)anthracen         | 5,7                       | mg/kg TS | 0,16 | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Benzo(ghi)perylene          | 12                        | mg/kg TS | 0,16 | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Summe PAK (nach EPA)        | 522,74                    | mg/kg TS |      | berechnet              |
| Summe PAK (ohne Naphthalin) | 522,56                    | mg/kg TS |      | berechnet              |

## **Ergänzung zu Prüfbericht 2328787\_2**

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand. Parameterspezifische Messunsicherheiten sowie Informationen zu deren Berechnung sind auf Anfrage verfügbar. Die aktuelle Liste der flexibel akkreditierten Prüfverfahren kann auf unserer Website eingesehen werden (<https://labor-graner.de/qualitaetssicherung.html>).

Unsachgemäße Probengefäße können zu Verfälschungen der Messwerte führen. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichtes ist nur mit unserer schriftlichen Genehmigung erlaubt.

Die Trockenrückstände der Proben wurden nicht bestimmt. Die Analysenergebnisse beziehen sich deshalb auf angenommene Trockensubstanzanteile von 100 %.

Aufgrund von Matrixstörungen mussten die Bestimmungsgrenzen erhöht werden.

Dieser Prüfbericht ersetzt Prüfbericht 2328787 vom 30.05.2023.

*Änderungsgrund: Fehlerhafte Probenbezeichnung korrigiert.*

|               |                             |
|---------------|-----------------------------|
| BG:           | Bestimmungsgrenze           |
| KbE:          | Koloniebildende Einheiten   |
| n.a.:         | nicht analysierbar          |
| n.b.:         | nicht berechenbar           |
| n.n.:         | nicht nachweisbar           |
| u.d.B.:       | unter der Bestimmungsgrenze |
| HS:           | Headspace                   |
| fl./fl.-Extr. | flüssig-flüssig-Extraktion  |
| *             | Fremdvergabe                |



Lochhausener Str. 205  
81249 München  
www.labor-graner.de

Dr. Graner & Partner GmbH, Im Steingrund 2, 63303 Dreieich

Institut für Geotechnik  
Dr. Jochen Zirfas GmbH & Co. KG  
Egerländer Straße 44  
  
65556 Limburg-Staffel

**Niederlassung Rhein-Main**

Ihre Ansprechpartner

Dr. Bernd Kugler  
+49 (0) 6103 485698-22  
b.kugler@labor-graner.de

Isabelle Hopf  
+49 (0) 6103 485698-46  
i.hopf@labor-graner.de

Dreieich, 30.05.2023

---

## Prüfbericht 2328785

---

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Auftraggeber:         | Institut für Geotechnik<br>Dr. Jochen Zirfas GmbH & Co. KG                    |
| Projektleiter:        | Herr Prox   |
| Auftragsnummer:       |   |
| Auftraggeberprojekt:  | 03 23 22 Neubau Förderstufengebäude,<br>Freiherr-vom-Stein-Schule, Gladenbach |
| Probenahmedatum:      | 17.05.2023  |
| Probenahmeort:        | Gladenbach  |
| Probenahme durch:     | Auftraggeber  |
| Probengefäße:         | Kunststoff-Beutel<br>+Headspace   |
| Eingang am:           | 23.05.2023  |
| Zeitraum der Prüfung: | 23.05.2023 - 30.05.2023   |

**Akkreditiertes Prüflabor nach DIN EN ISO 17025: 2018-03 · D-PL-18601-01-00**

Arzneimittel, Lebensmittel, Kosmetika, Bedarfsgegenstände, Wasser, Boden, Luft, Medizinprodukte, Analytik, Entwicklung, Qualitätskontrolle, Beratung, Sachverständigengutachten, amtliche Gegenproben, Mikrobiologie, Arzneimittelzulassung, Abgrenzungsfragen AMG/LFGB

Amtsgericht München Nr. 84402, Geschäftsführer: Alexander Hartmann  
Bankverbindung: Genossenschaftsbank Aubing eG (BLZ 701 694 64) Kto.-Nr. 69922  
IBAN: DE30 7016 9464 0000 0699 22, BIC: GENODEFIM07  
Ust-ID DE 129 4000 66

E-Mail: [info@labor-graner.de](mailto:info@labor-graner.de)  
Website: [www.labor-graner.de](http://www.labor-graner.de)



| Probenbezeichnung:           | A 1                       |          |     |                           |
|------------------------------|---------------------------|----------|-----|---------------------------|
| Probenahmedatum:             | 17.05.2023                |          |     |                           |
| Labornummer:                 | 2328785-001               |          |     |                           |
| Material:                    | Feststoff, Gesamtfraktion |          |     |                           |
|                              | Gehalt                    | Einheit  | BG  | Verfahren                 |
| Trockenrückstand             | 91                        | %        |     | DIN EN 14346: 2007-03     |
| Cyanid gesamt                | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,2 | DIN ISO 17380: 2013-10    |
| Arsen                        | 20                        | mg/kg TS | 1   | DIN EN ISO 11885: 2009-09 |
| Blei                         | 24                        | mg/kg TS | 0,2 | DIN EN ISO 11885: 2009-09 |
| Cadmium                      | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,1 | DIN EN ISO 11885: 2009-09 |
| Chrom                        | 38                        | mg/kg TS | 0,2 | DIN EN ISO 11885: 2009-09 |
| Kupfer                       | 40                        | mg/kg TS | 0,2 | DIN EN ISO 11885: 2009-09 |
| Nickel                       | 97                        | mg/kg TS | 0,5 | DIN EN ISO 11885: 2009-09 |
| Quecksilber                  | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,1 | DIN EN ISO 12846: 2012-08 |
| Thallium                     | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,2 | DIN EN ISO 11885: 2009-09 |
| Zink                         | 130                       | mg/kg TS | 0,2 | DIN EN ISO 11885: 2009-09 |
| TOC                          | 0,51                      | % TS     | 0,1 | DIN EN 15936: 2012-11     |
| EOX                          | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,5 | DIN 38414-17: 2017-01     |
| Kohlenwasserstoffe           | u.d.B.                    | mg/kg TS | 50  | DIN EN 14039: 2005-01     |
| Kohlenwasserstoffe C10 - C22 | u.d.B.                    | mg/kg TS | 50  | DIN EN 14039: 2005-01     |
| Benzol                       | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,1 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| Toluol                       | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,1 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| Ethylbenzol                  | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,1 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| m-Xylol + p-Xylol            | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,1 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| Styrol                       | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,1 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| o-Xylol                      | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,1 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| Cumol                        | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,1 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| Summe BTEX                   | n.b.                      | mg/kg TS |     | berechnet                 |
| 1,1-Dichlorethen             | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,2 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| Dichlormethan                | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,5 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| trans-1,2-Dichlorethen       | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,2 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| 1,1-Dichlorethan             | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,2 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| cis-1,2-Dichlorethen         | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,2 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| 1,2-Dichlorethan             | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,5 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| Trichlormethan               | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,1 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| 1,1,1-Trichlorethan          | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,1 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| Tetrachlormethan             | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,1 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| Trichlorethen                | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,1 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| Tetrachlorethen              | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,1 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| Summe LHKW                   | n.b.                      | mg/kg TS |     | berechnet                 |

| Probenbezeichnung:          | A 1                       |          |       |                        |  |
|-----------------------------|---------------------------|----------|-------|------------------------|--|
| Probenahmedatum:            | 17.05.2023                |          |       |                        |  |
| Labornummer:                | 2328785-001               |          |       |                        |  |
| Material:                   | Feststoff, Gesamtfraction |          |       |                        |  |
|                             | Gehalt                    | Einheit  | BG    | Verfahren              |  |
| Naphthalin                  | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,01  | DIN ISO 18287: 2006-05 |  |
| Acenaphthylen               | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,01  | DIN ISO 18287: 2006-05 |  |
| Acenaphthen                 | 0,14                      | mg/kg TS | 0,01  | DIN ISO 18287: 2006-05 |  |
| Fluoren                     | 0,18                      | mg/kg TS | 0,01  | DIN ISO 18287: 2006-05 |  |
| Phenanthren                 | 3,4                       | mg/kg TS | 0,01  | DIN ISO 18287: 2006-05 |  |
| Anthracen                   | 0,97                      | mg/kg TS | 0,01  | DIN ISO 18287: 2006-05 |  |
| Fluoranthren                | 6,0                       | mg/kg TS | 0,01  | DIN ISO 18287: 2006-05 |  |
| Pyren                       | 3,8                       | mg/kg TS | 0,01  | DIN ISO 18287: 2006-05 |  |
| Benz(a)anthracen            | 2,8                       | mg/kg TS | 0,01  | DIN ISO 18287: 2006-05 |  |
| Chrysen                     | 2,0                       | mg/kg TS | 0,01  | DIN ISO 18287: 2006-05 |  |
| Benzo(b)fluoranthren        | 2,7                       | mg/kg TS | 0,01  | DIN ISO 18287: 2006-05 |  |
| Benzo(k)fluoranthren        | 0,71                      | mg/kg TS | 0,01  | DIN ISO 18287: 2006-05 |  |
| Benzo(a)pyren               | 1,6                       | mg/kg TS | 0,01  | DIN ISO 18287: 2006-05 |  |
| Indeno(123-cd)pyren         | 0,92                      | mg/kg TS | 0,01  | DIN ISO 18287: 2006-05 |  |
| Dibenz(ah)anthracen         | 0,35                      | mg/kg TS | 0,01  | DIN ISO 18287: 2006-05 |  |
| Benzo(ghi)perylene          | 0,76                      | mg/kg TS | 0,01  | DIN ISO 18287: 2006-05 |  |
| Summe PAK (nach EPA)        | 26,33                     | mg/kg TS |       | berechnet              |  |
| Summe PAK (ohne Naphthalin) | 26,33                     | mg/kg TS |       | berechnet              |  |
| PCB Nr. 28                  | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,005 | DIN EN 15308: 2016-12  |  |
| PCB Nr. 52                  | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,005 | DIN EN 15308: 2016-12  |  |
| PCB Nr. 101                 | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,005 | DIN EN 15308: 2016-12  |  |
| PCB Nr. 153                 | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,005 | DIN EN 15308: 2016-12  |  |
| PCB Nr. 138                 | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,005 | DIN EN 15308: 2016-12  |  |
| PCB Nr. 180                 | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,005 | DIN EN 15308: 2016-12  |  |
| Summe PCB                   | n.b.                      | mg/kg TS |       | berechnet              |  |

|  |                           |         |       |                             |
|--|---------------------------|---------|-------|-----------------------------|
| Probenbezeichnung:                                       | A 1                       |         |       |                             |
| Probenahmedatum:   | 17.05.2023                |         |       |                             |
| Labornummer:   | 2328785-001               |         |       |                             |
| Material:  | Feststoff, Gesamtfraktion |         |       |                             |
|  | Gehalt                    | Einheit | BG    | Verfahren                   |
| <b>Bestimmungen im Eluat - (DIN EN 12457-4: 2003-01)</b> |                           |         |       |                             |
| pH-Wert  | 8,4                       |         |       | DIN EN ISO 10523: 2012-04   |
| Elektrische Leitfähigkeit                                | 120                       | µS/cm   |       | DIN EN 27888: 1993-11       |
| Chlorid  | 4,1                       | mg/l    | 1     | DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 |
| Sulfat   | 4,0                       | mg/l    | 2     | DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 |
| Cyanid gesamt  | u.d.B.                    | mg/l    | 0,005 | DIN EN ISO 14403: 2012-10   |
| Arsen  | u.d.B.                    | µg/l    | 2,5   | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 |
| Blei   | u.d.B.                    | µg/l    | 2,5   | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 |
| Cadmium  | u.d.B.                    | µg/l    | 0,5   | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 |
| Chrom  | u.d.B.                    | µg/l    | 5     | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 |
| Kupfer   | u.d.B.                    | µg/l    | 10    | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 |
| Nickel   | u.d.B.                    | µg/l    | 10    | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 |
| Quecksilber  | u.d.B.                    | µg/l    | 0,05  | DIN EN ISO 12846: 2012-08   |
| Thallium   | u.d.B.                    | µg/l    | 0,5   | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 |
| Zink   | u.d.B.                    | µg/l    | 10    | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 |
| Phenolindex  | u.d.B.                    | mg/l    | 0,008 | DIN EN ISO 14402: 1999-12   |

### **Ergänzung zu Prüfbericht 2328785**

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand. Parameterspezifische Messunsicherheiten sowie Informationen zu deren Berechnung sind auf Anfrage verfügbar. Die aktuelle Liste der flexibel akkreditierten Prüfverfahren kann auf unserer Website eingesehen werden (<https://labor-graner.de/qualitaetssicherung.html>).

Unsachgemäße Probengefäße können zu Verfälschungen der Messwerte führen. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichtes ist nur mit unserer schriftlichen Genehmigung erlaubt.

Headspace beiliegend und in Ordnung.

|               |                             |
|---------------|-----------------------------|
| BG:           | Bestimmungsgrenze           |
| KbE:          | Koloniebildende Einheiten   |
| n.a.:         | nicht analysierbar          |
| n.b.:         | nicht berechenbar           |
| n.n.:         | nicht nachweisbar           |
| u.d.B.:       | unter der Bestimmungsgrenze |
| HS:           | Headspace                   |
| fl./fl.-Extr. | flüssig-flüssig-Extraktion  |
| *             | Fremdvergabe                |





Lochhausener Str. 205  
81249 München  
www.labor-graner.de

Dr. Graner & Partner GmbH, Im Steingrund 2, 63303 Dreieich

Institut für Geotechnik  
Dr. Jochen Zirfas GmbH & Co. KG  
Egerländer Straße 44  
  
65556 Limburg-Staffel

**Niederlassung Rhein-Main**

Ihre Ansprechpartner

Dr. Bernd Kugler  
+49 (0) 6103 485698-22  
b.kugler@labor-graner.de

Isabelle Hopf  
+49 (0) 6103 485698-46  
i.hopf@labor-graner.de

Dreieich, 30.05.2023

---

## Prüfbericht 2328786

---

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Auftraggeber:         | Institut für Geotechnik<br>Dr. Jochen Zirfas GmbH & Co. KG                    |
| Projektleiter:        | Herr Prox   |
| Auftragsnummer:       |   |
| Auftraggeberprojekt:  | 03 23 22 Neubau Förderstufengebäude,<br>Freiherr-vom-Stein-Schule, Gladenbach |
| Probenahmedatum:      | 17.05.2023  |
| Probenahmeort:        | Gladenbach  |
| Probenahme durch:     | Auftraggeber  |
| Probengefäße:         | Kunststoff-Beutel<br>+Headspace   |
| Eingang am:           | 23.05.2023  |
| Zeitraum der Prüfung: | 23.05.2023 - 30.05.2023   |

**Akkreditiertes Prüflabor nach DIN EN ISO 17025: 2018-03 · D-PL-18601-01-00**

Arzneimittel, Lebensmittel, Kosmetika, Bedarfsgegenstände, Wasser, Boden, Luft, Medizinprodukte, Analytik, Entwicklung, Qualitätskontrolle, Beratung, Sachverständigengutachten, amtliche Gegenproben, Mikrobiologie, Arzneimittelzulassung, Abgrenzungsfragen AMG/LFGB

Amtsgericht München Nr. 84402, Geschäftsführer: Alexander Hartmann  
Bankverbindung: Genossenschaftsbank Aubing eG (BLZ 701 694 64) Kto.-Nr. 69922  
IBAN: DE30 7016 9464 0000 0699 22, BIC: GENODEFIM07  
Ust-ID DE 129 4000 66

E-Mail: [info@labor-graner.de](mailto:info@labor-graner.de)  
Website: [www.labor-graner.de](http://www.labor-graner.de)



| Probenbezeichnung:           | NB 1                      |          |     |                           |
|------------------------------|---------------------------|----------|-----|---------------------------|
| Probenahmedatum:             | 17.05.2023                |          |     |                           |
| Labornummer:                 | 2328786-001               |          |     |                           |
| Material:                    | Feststoff, Gesamtfraction |          |     |                           |
|                              | Gehalt                    | Einheit  | BG  | Verfahren                 |
| Trockenrückstand             | 90                        | %        |     | DIN EN 14346: 2007-03     |
| Cyanid gesamt                | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,2 | DIN ISO 17380: 2013-10    |
| Arsen                        | 22                        | mg/kg TS | 1   | DIN EN ISO 11885: 2009-09 |
| Blei                         | 17                        | mg/kg TS | 0,2 | DIN EN ISO 11885: 2009-09 |
| Cadmium                      | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,1 | DIN EN ISO 11885: 2009-09 |
| Chrom                        | 29                        | mg/kg TS | 0,2 | DIN EN ISO 11885: 2009-09 |
| Kupfer                       | 28                        | mg/kg TS | 0,2 | DIN EN ISO 11885: 2009-09 |
| Nickel                       | 46                        | mg/kg TS | 0,5 | DIN EN ISO 11885: 2009-09 |
| Quecksilber                  | 0,10                      | mg/kg TS | 0,1 | DIN EN ISO 12846: 2012-08 |
| Thallium                     | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,2 | DIN EN ISO 11885: 2009-09 |
| Zink                         | 87                        | mg/kg TS | 0,2 | DIN EN ISO 11885: 2009-09 |
| TOC                          | 0,15                      | % TS     | 0,1 | DIN EN 15936: 2012-11     |
| EOX                          | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,5 | DIN 38414-17: 2017-01     |
| Kohlenwasserstoffe           | u.d.B.                    | mg/kg TS | 50  | DIN EN 14039: 2005-01     |
| Kohlenwasserstoffe C10 - C22 | u.d.B.                    | mg/kg TS | 50  | DIN EN 14039: 2005-01     |
| Benzol                       | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,1 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| Toluol                       | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,1 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| Ethylbenzol                  | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,1 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| m-Xylol + p-Xylol            | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,1 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| Styrol                       | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,1 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| o-Xylol                      | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,1 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| Cumol                        | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,1 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| Summe BTEX                   | n.b.                      | mg/kg TS |     | berechnet                 |
| 1,1-Dichlorethen             | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,2 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| Dichlormethan                | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,5 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| trans-1,2-Dichlorethen       | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,2 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| 1,1-Dichlorethan             | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,2 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| cis-1,2-Dichlorethen         | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,2 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| 1,2-Dichlorethan             | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,5 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| Trichlormethan               | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,1 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| 1,1,1-Trichlorethan          | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,1 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| Tetrachlormethan             | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,1 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| Trichlorethen                | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,1 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| Tetrachlorethen              | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,1 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| Summe LHKW                   | n.b.                      | mg/kg TS |     | berechnet                 |

| Probenbezeichnung:          | NB 1                      |          |       |                        |
|-----------------------------|---------------------------|----------|-------|------------------------|
| Probenahmedatum:            | 17.05.2023                |          |       |                        |
| Labornummer:                | 2328786-001               |          |       |                        |
| Material:                   | Feststoff, Gesamtfraction |          |       |                        |
|                             | Gehalt                    | Einheit  | BG    | Verfahren              |
| Naphthalin                  | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,01  | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Acenaphthylen               | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,01  | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Acenaphthen                 | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,01  | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Fluoren                     | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,01  | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Phenanthren                 | 0,012                     | mg/kg TS | 0,01  | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Anthracen                   | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,01  | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Fluoranthren                | 0,022                     | mg/kg TS | 0,01  | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Pyren                       | 0,015                     | mg/kg TS | 0,01  | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Benz(a)anthracen            | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,01  | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Chrysen                     | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,01  | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Benzo(b)fluoranthren        | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,01  | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Benzo(k)fluoranthren        | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,01  | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Benzo(a)pyren               | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,01  | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Indeno(123-cd)pyren         | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,01  | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Dibenz(ah)anthracen         | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,01  | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Benzo(ghi)perylene          | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,01  | DIN ISO 18287: 2006-05 |
| Summe PAK (nach EPA)        | 0,049                     | mg/kg TS |       | berechnet              |
| Summe PAK (ohne Naphthalin) | 0,049                     | mg/kg TS |       | berechnet              |
| PCB Nr. 28                  | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,005 | DIN EN 15308: 2016-12  |
| PCB Nr. 52                  | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,005 | DIN EN 15308: 2016-12  |
| PCB Nr. 101                 | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,005 | DIN EN 15308: 2016-12  |
| PCB Nr. 153                 | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,005 | DIN EN 15308: 2016-12  |
| PCB Nr. 138                 | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,005 | DIN EN 15308: 2016-12  |
| PCB Nr. 180                 | u.d.B.                    | mg/kg TS | 0,005 | DIN EN 15308: 2016-12  |
| Summe PCB                   | n.b.                      | mg/kg TS |       | berechnet              |

|  |                           |         |       |                             |
|--|---------------------------|---------|-------|-----------------------------|
| Probenbezeichnung:                                       | NB 1                      |         |       |                             |
| Probenahmedatum:   | 17.05.2023                |         |       |                             |
| Labornummer:   | 2328786-001               |         |       |                             |
| Material:  | Feststoff, Gesamtfraction |         |       |                             |
|  | Gehalt                    | Einheit | BG    | Verfahren                   |
| <b>Bestimmungen im Eluat - (DIN EN 12457-4: 2003-01)</b> |                           |         |       |                             |
| pH-Wert  | 9,3                       |         |       | DIN EN ISO 10523: 2012-04   |
| Elektrische Leitfähigkeit                                | 51                        | µS/cm   |       | DIN EN 27888: 1993-11       |
| Chlorid  | 3,5                       | mg/l    | 1     | DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 |
| Sulfat   | 4,5                       | mg/l    | 2     | DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 |
| Cyanid gesamt  | u.d.B.                    | mg/l    | 0,005 | DIN EN ISO 14403: 2012-10   |
| Arsen  | u.d.B.                    | µg/l    | 2,5   | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 |
| Blei   | u.d.B.                    | µg/l    | 2,5   | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 |
| Cadmium  | u.d.B.                    | µg/l    | 0,5   | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 |
| Chrom  | u.d.B.                    | µg/l    | 5     | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 |
| Kupfer   | u.d.B.                    | µg/l    | 10    | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 |
| Nickel   | u.d.B.                    | µg/l    | 10    | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 |
| Quecksilber  | u.d.B.                    | µg/l    | 0,05  | DIN EN ISO 12846: 2012-08   |
| Thallium   | u.d.B.                    | µg/l    | 0,5   | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 |
| Zink   | u.d.B.                    | µg/l    | 10    | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 |
| Phenolindex  | u.d.B.                    | mg/l    | 0,008 | DIN EN ISO 14402: 1999-12   |

### **Ergänzung zu Prüfbericht 2328786**

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand. Parameterspezifische Messunsicherheiten sowie Informationen zu deren Berechnung sind auf Anfrage verfügbar. Die aktuelle Liste der flexibel akkreditierten Prüfverfahren kann auf unserer Website eingesehen werden (<https://labor-graner.de/qualitaetssicherung.html>).

Unsachgemäße Probengefäße können zu Verfälschungen der Messwerte führen. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichtes ist nur mit unserer schriftlichen Genehmigung erlaubt.

Headspace beiliegend und in Ordnung.

|               |                             |
|---------------|-----------------------------|
| BG:           | Bestimmungsgrenze           |
| KbE:          | Koloniebildende Einheiten   |
| n.a.:         | nicht analysierbar          |
| n.b.:         | nicht berechenbar           |
| n.n.:         | nicht nachweisbar           |
| u.d.B.:       | unter der Bestimmungsgrenze |
| HS:           | Headspace                   |
| fl./fl.-Extr. | flüssig-flüssig-Extraktion  |
| *             | Fremdvergabe                |

