

13. Sep 2024

**Franz-Jacob-Straße 8, 10369 Berlin**  
**Johann-Gottfried-Herder Gymnasium**  
**Errichtung von 2 Aufzugsanlagen in einem Anbau am Schulstandort**

**hier: Unterfangung des Bestands für Anbau, Genehmigungsplanung, Haus B**

**Projekt Nr.:** 2023A076

**Auftraggeber:** Bezirksamt Lichtenberg von Berlin  
Abteilung Schule, Sport und Facilitymanagement  
SE Facilitymanagement, FB Baumanagement  
Alt-Friedrichsfelde 60  
10315 Berlin

**Auftragnehmer:** KLW Ingenieure GmbH  
Bearbeiter: Ralf Mähler

Berlin, den 13.09.2024



Carola Pletz  
Geschäftsführender Gesellschafter

K:\STARTPIAUFSTELLUNG\2023A076\02-ProjektOrdner\06\_Programme\Dokumente\01\_Statik\LP4\Haus B\Unterfangung Haus B\ST01\_v1.0\_Unterfangung Johann-Gottfried Herder Gymnasium\_Haus B\_2023A065.docx

<b>KLW Ingenieure GmbH</b> Hauptstraße 65 12159 Berlin	Telefon +49 30 419000 - 0 Telefax +49 30 419000 - 90 info@klw-berlin.de www.KLW-Berlin.de	AG Charlottenburg HRB 73 188 USt-ID DE 204114162	Berliner Sparkasse: Deutsche Bank:	BIC-CODE: BELADEVXXX IBAN-Nr.: DE30 1005 0000 1050 0086 06 BIC-CODE: DEUTDEDB101 IBAN-Nr.: DE91 1007 0124 0161 7182 00
<b>Geschäftsführer:</b> Dipl.-Ing. Marco Bachmann Dipl.-Ing. Michael Pfau Dipl.-Ing. Dettlef Wolber	Dr.-Ing. Stephan Kraus Dipl.-Ing. Carola Pletz	Dr.-Ing. Wolfgang Menzel Dipl.-Ing. Karsten Prax	<b>Prokurist:</b> Dipl.-Ing. Erich Bucker	

## Inhaltsverzeichnis

Kap.		Seite	von	-	bis	Stand
	Inhaltsverzeichnis		2	-	3	13.09.2024
	Seiten-Lücke		4	-	5	13.09.2024
	Änderungsindex		6			
	Positionsübersichten		7	-	9	13.09.2024
	Auszüge Bestand		10	-	14	13.09.2024
<b>1.0</b>	<b>Vorbemerkungen</b>		1- 1			13.09.2024
1.1	Veranlassung und Aufgabenstellung		1- 1			13.09.2024
1.2	Allgemeines und Hinweise		1- 2			13.09.2024
1.3	Angesetzte Bodenschichten für den Nachweis der Unterfangung		1- 3			13.09.2024
1.4	Vorgaben zur Ausführung		1- 3			13.09.2024
1.4.1	Bauteile der Unterfangung		1- 3	-	4	13.09.2024
1.5	Hinweise zur Ausführung		1- 4			13.09.2024
<b>2.0</b>	<b>Grundlagen der Berechnung</b>		2- 1			13.09.2024
2.1	Normen und Richtlinien		2- 1			13.09.2024
2.2	Programme		2- 2			13.09.2024
2.3	Entwurfgrundlagen und Literatur		2- 2			13.09.2024
<b>3.0</b>	<b>Allgemeine Lastannahmen</b>		3- 1			13.09.2024
3.1	Lastannahmen für den Bestand		3- 1			13.09.2024
3.1.1	Dächer, Decken und Sohlen		3- 1			13.09.2024
	Pos. 3.1-L001 Dachdecke		3- 1			13.09.2024
	Pos. 3.1-L002 Geschossdecke		3- 2			13.09.2024
	Pos. 3.1-L003 Sohle / Gründung		3- 2			13.09.2024
3.1.1	Einzelbauteile		3- 2			13.09.2024
	Pos. 3.2-L001 Sandwichelemente		3- 2			13.09.2024
	Pos. 3.2-L002 Unterzug in Achse B		3- 2			13.09.2024
	Pos. 3.2-L003 Stütze in Achse B		3- 2			13.09.2024
<b>4.0</b>	<b>Statisch-konstruktive Nachweise für die Bauteile</b>		4- 1			13.09.2024
4.1	Lastzusammenstellung für den Bestand		4- 1			13.09.2024
4.1.1	Zusammenstellung für die Achse B		4- 1			13.09.2024
	Pos. 1.00 Stütze im Bestand, Achse B/4		4- 1			13.09.2024
	Pos. 2.00 Stütze im Bestand, Achse C/4		4- 2			13.09.2024
	Pos. 3.00 Stahlbetonwand im Bestand		4- 2			13.09.2024
	Übersicht Lasteinfluss-Flächen für den Lastabtrag		4- 3			13.09.2024



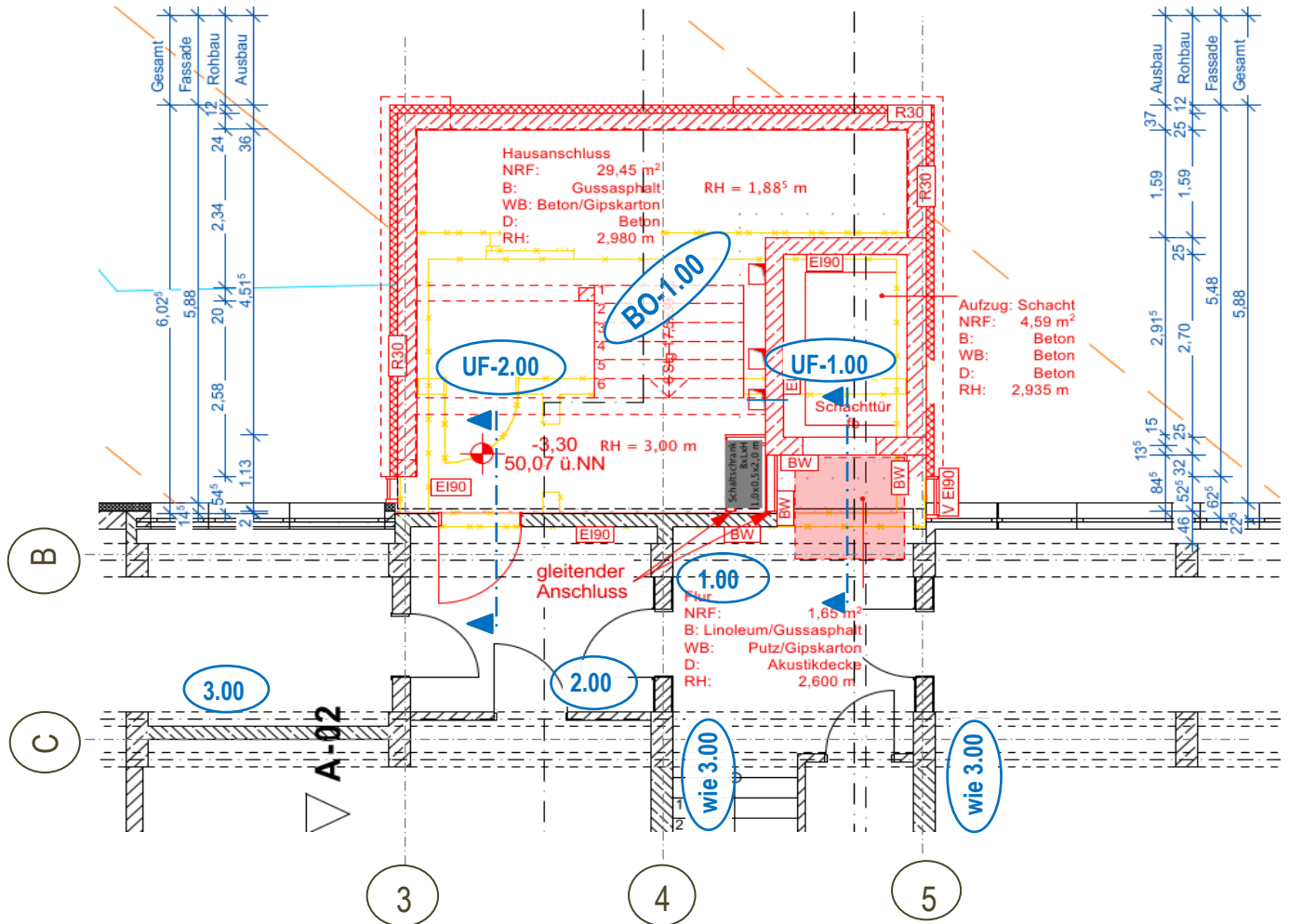
**Bauvorhaben** : Johann-Gottfried-Herder Gymnasium, Unterfangung für Anbau, Haus B  
**Projektnummer** : 2023A076 **Position:**



**Änderungsindex**

<b>Datum erstellt</b>	<b>Datum versendet</b>	<b>Name</b>	<b>Beschreibung</b>

**Übersicht Grundriss Sockelgeschoss**

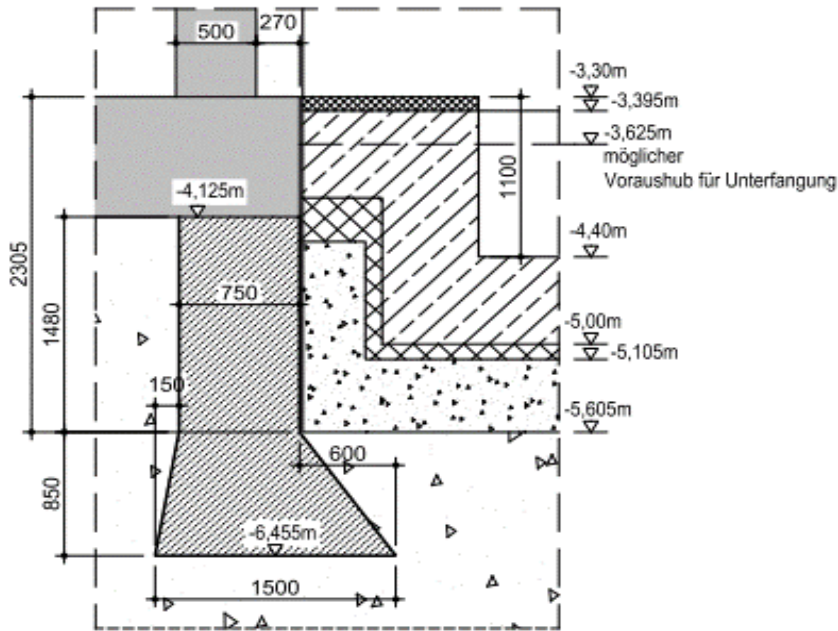


**Positions-Übersicht**

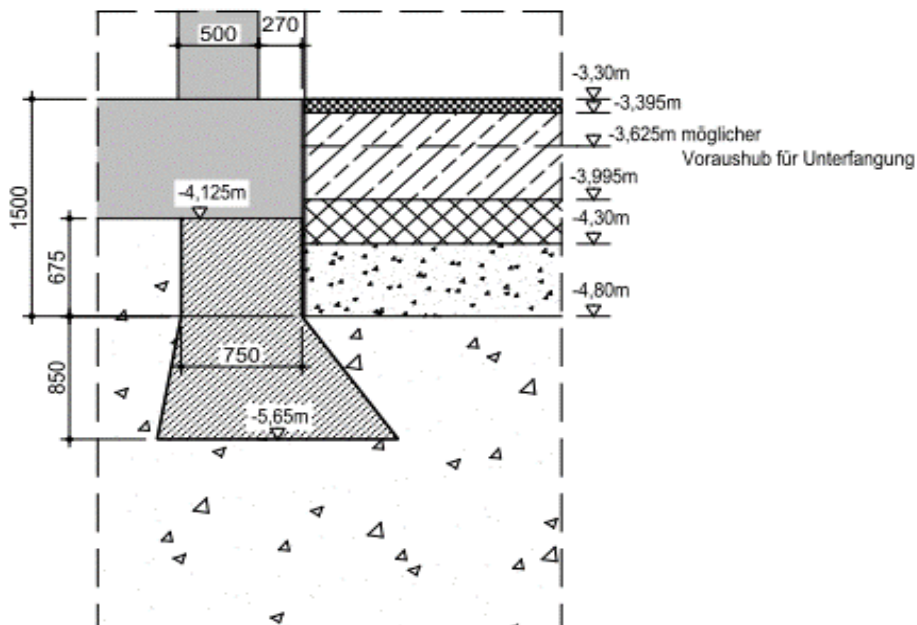
- Für Lastzusammenstellung
- 1.00 Stütze in Achse B
  - 2.00 Stütze in Achse C
  - 3.00 Stahlbeton-Wand

- UF-1.00 Unterfangung im Bereich der Aufzugsunterfahrt
- UF-2.00 Unterfangung im Normalbereich

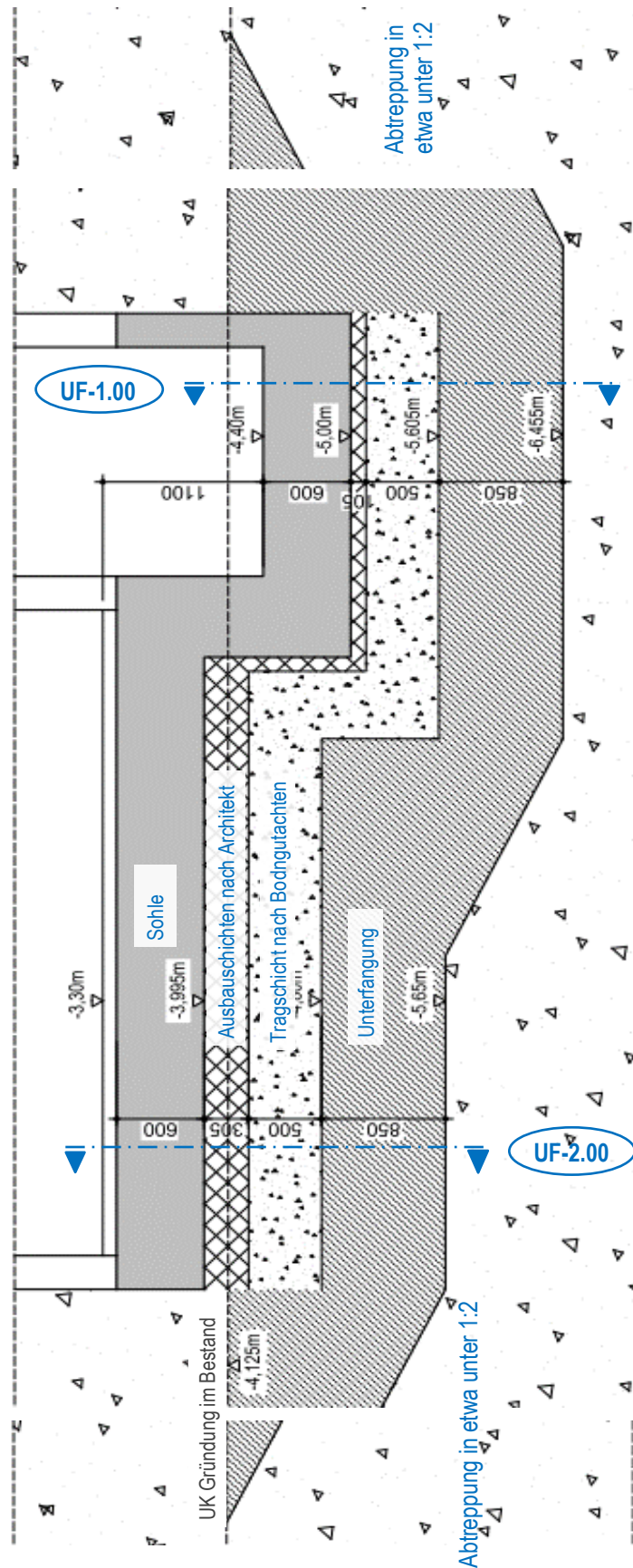
**Querschnitt Unterfangung Pos. UF-1.00**



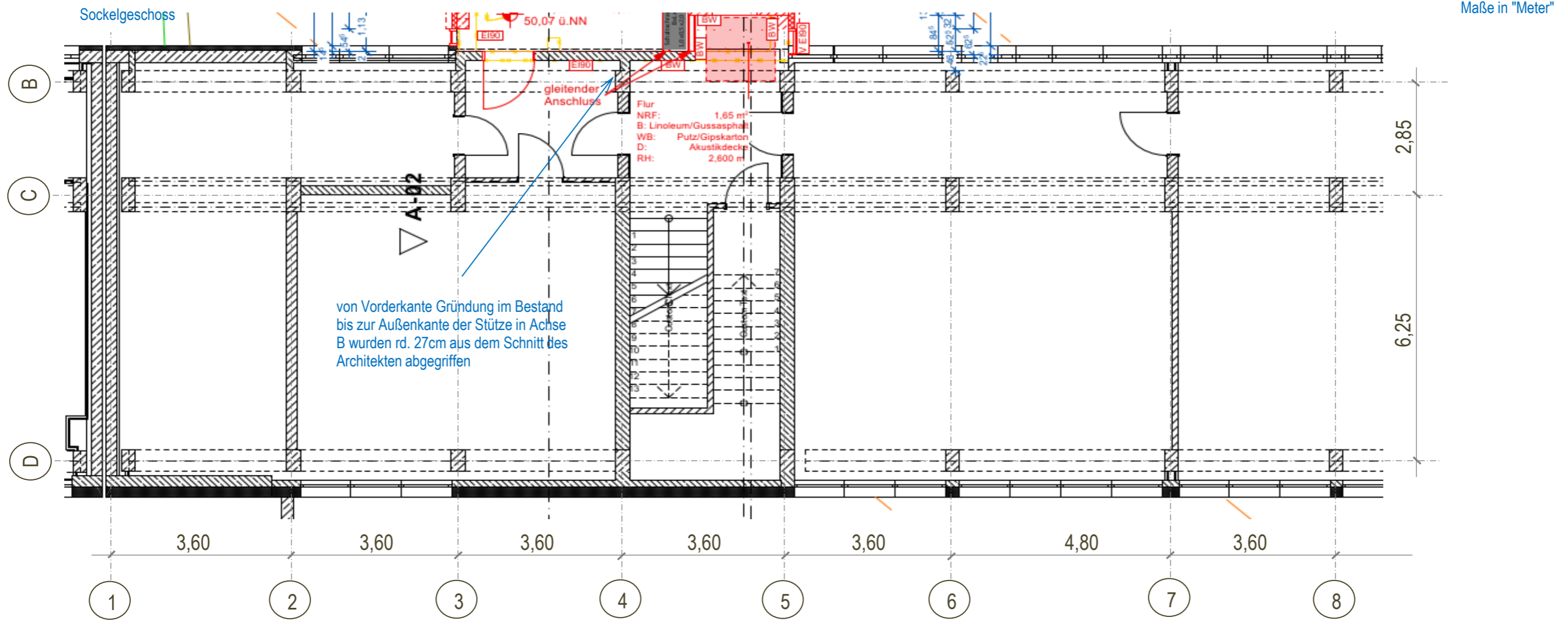
**Querschnitt Unterfangung Pos. UF-2.00**



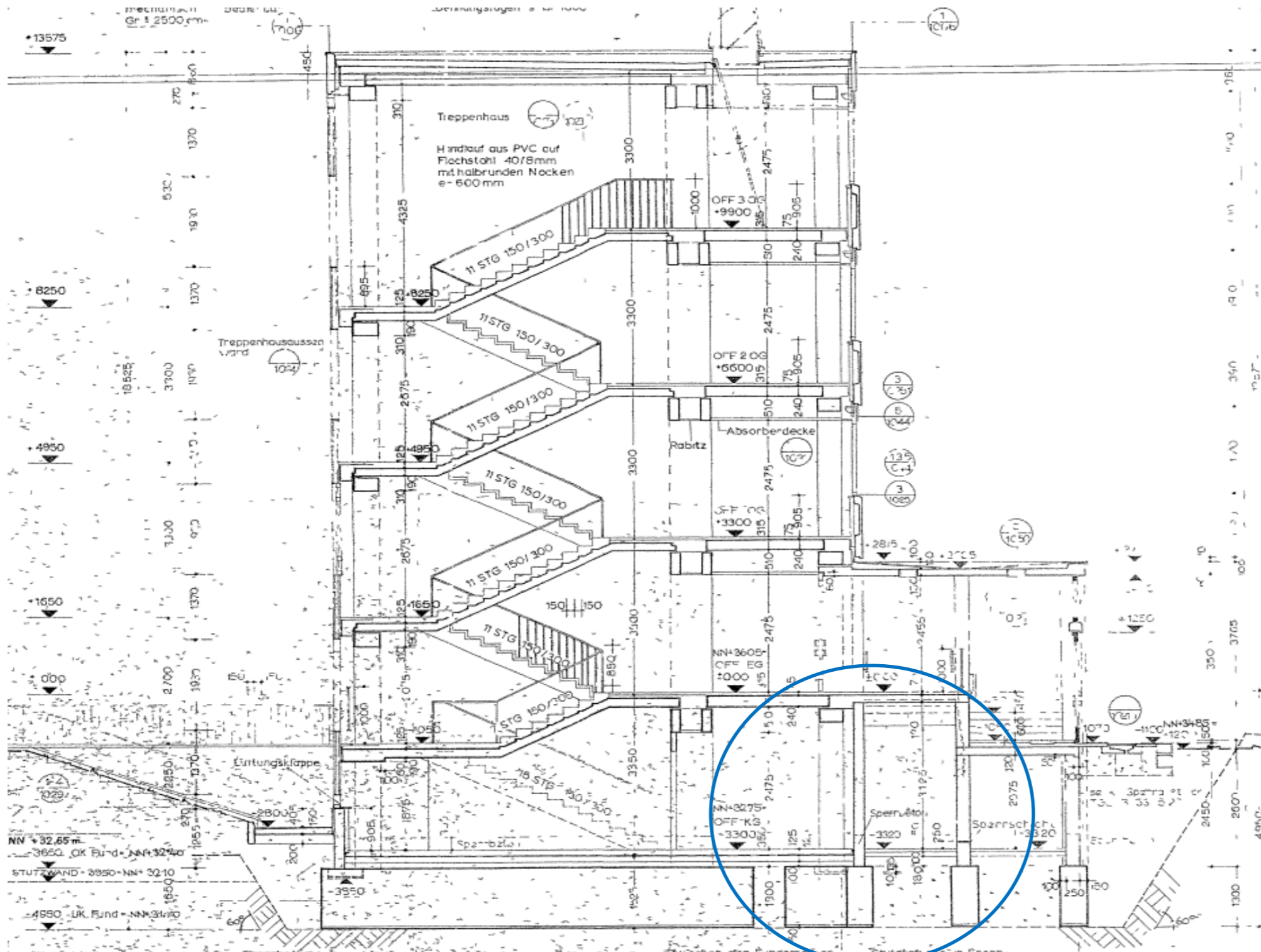
**Schematische Darstellung der Unterfangung im Längsschnitt**



Auszug aus den Unterlagen zum Bestand nach /U1/ und /U7/

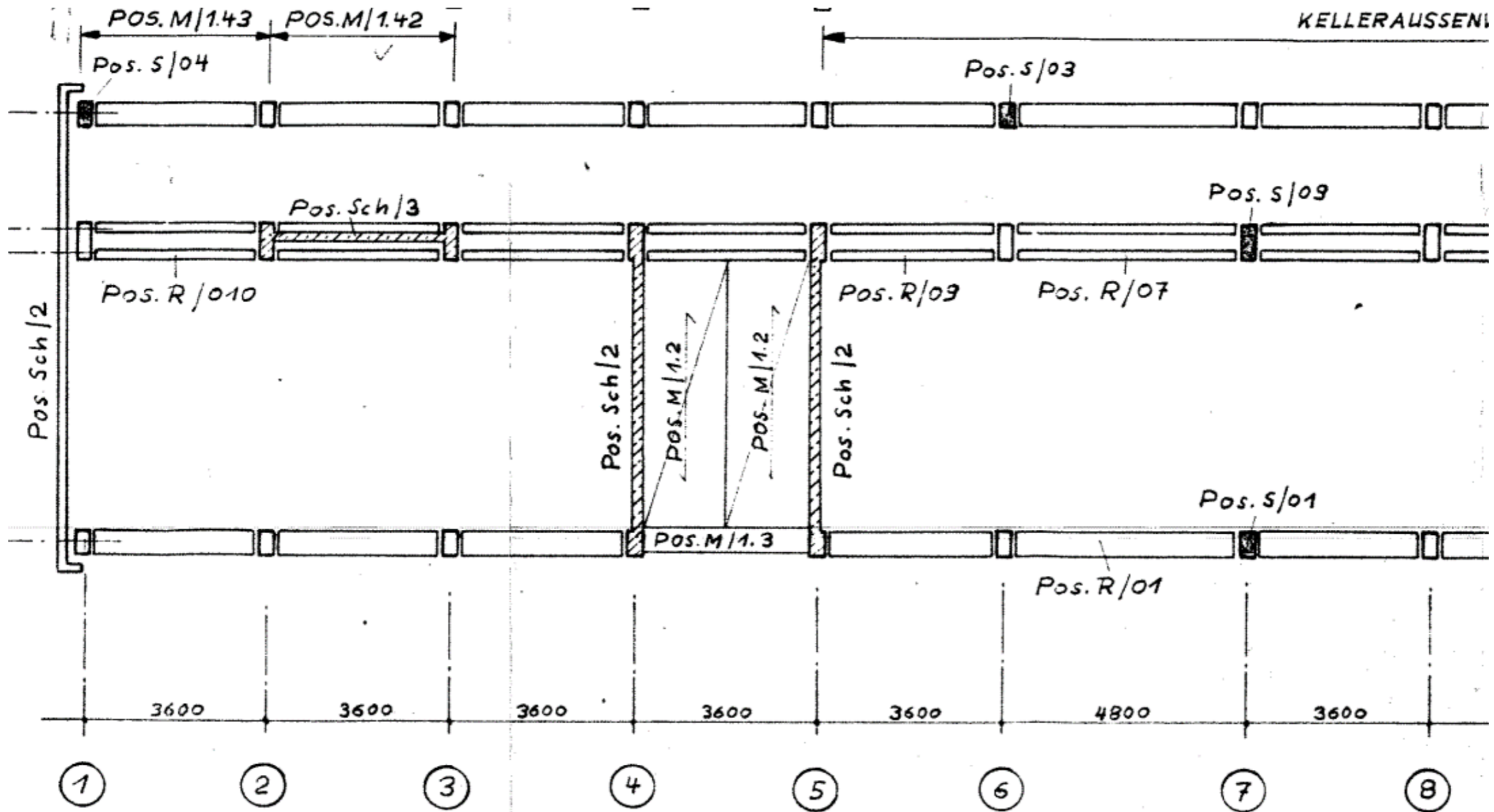


Querschnitt, Unterlagen nach /U1/

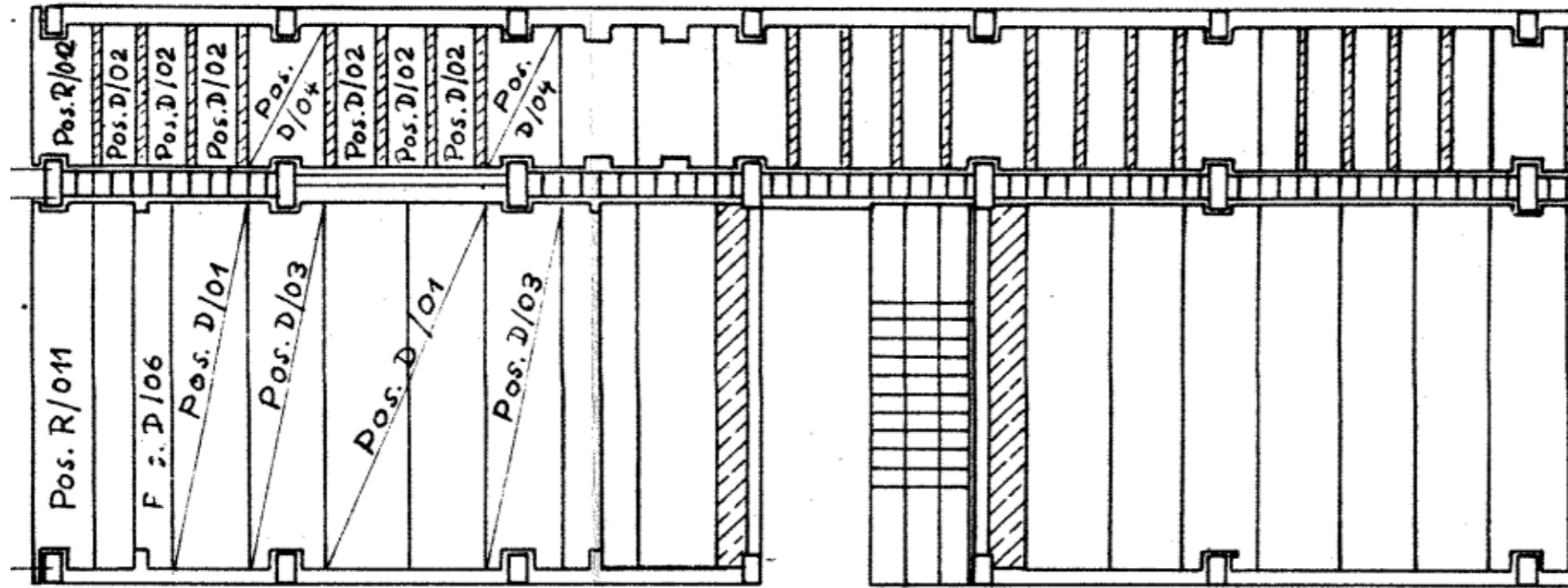


Seite der Unterfangung

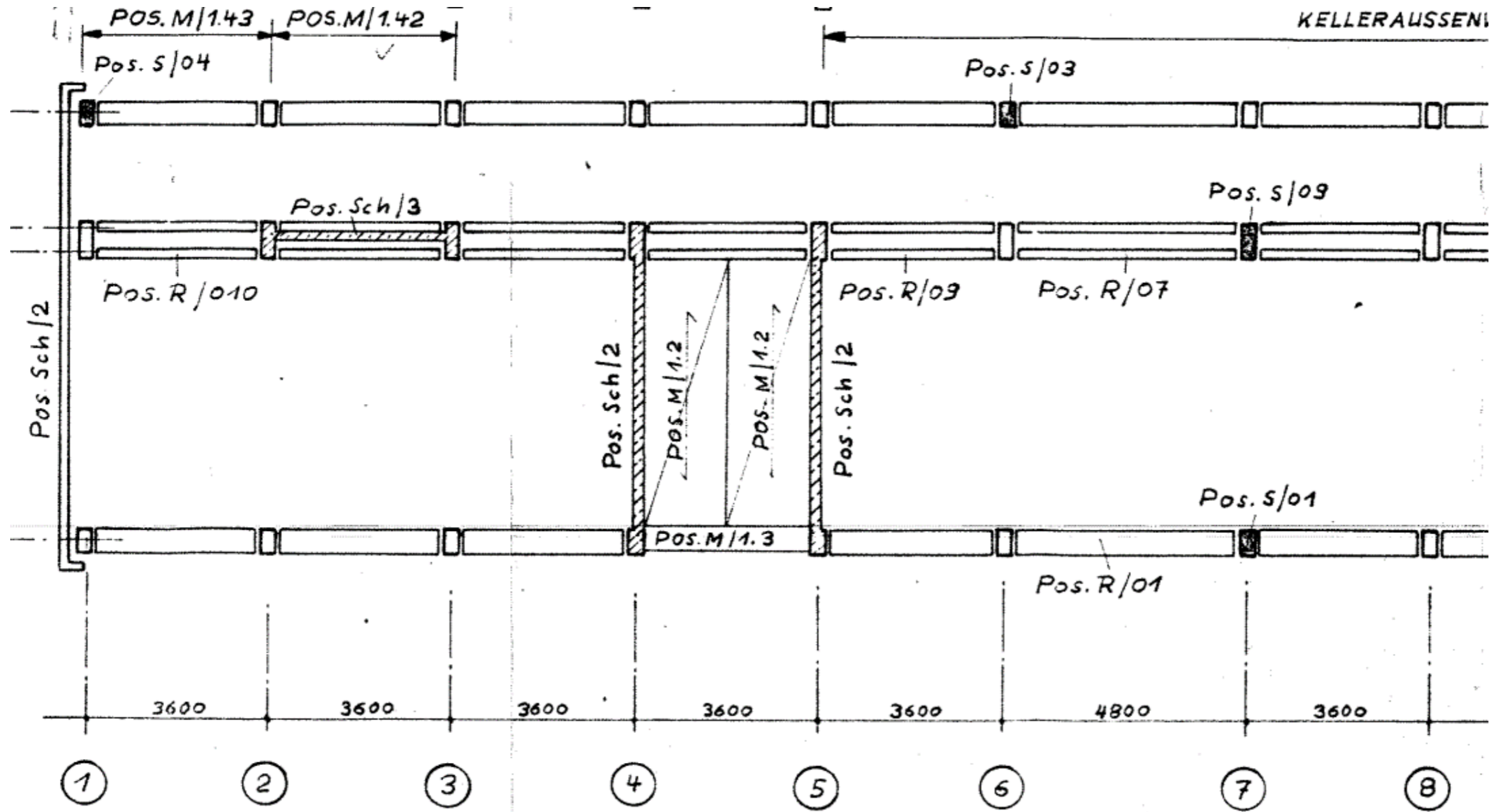
Auszug Positionsplan Kellergeschoss, Unterlagen nach /U1/



Auszug Positionsplan Normalgeschoss, Unterlagen nach /U1/



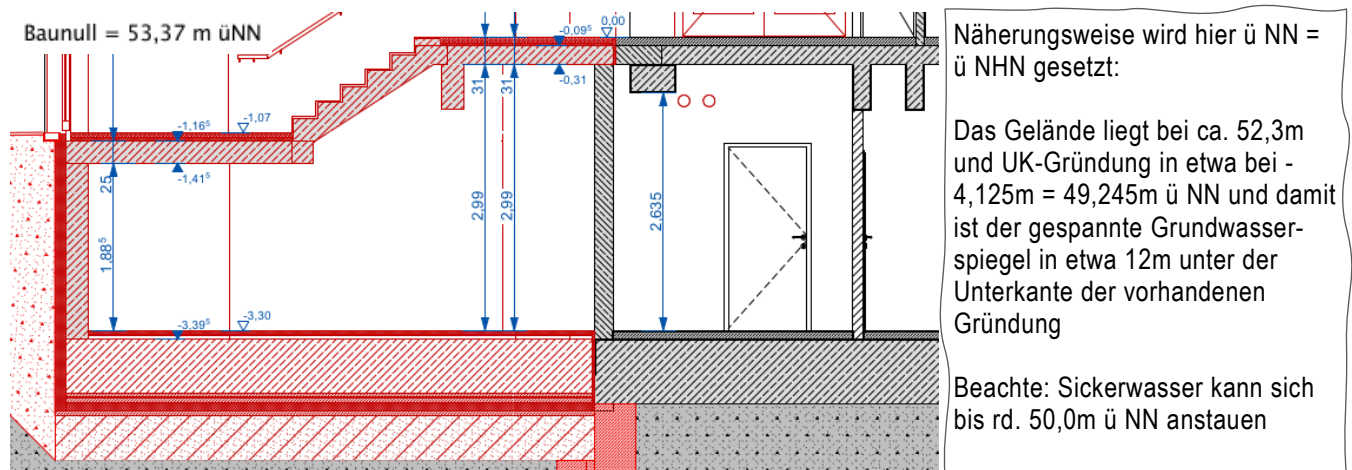
Auszug Positionsplan Normalgeschoss, Unterlagen nach /U1/





Für die Unterfangung wird die Option für ein weiteres Geschoss, ein 4. Obergeschoss, nicht berücksichtigt. Begründung: Die Unterfangung bildet den aktuellen Zustand, einen Bauzustand, ab. Der Bestand weist zurzeit noch keine Aufstockung auf, die für den Bauzustand des geplanten Anbaus berücksichtigt werden müsste.

### Höhenschnitt für den Anbau mit Bestand



## 1.2 Allgemeines und Hinweise

Die vorhandenen mehrgeschossigen Gebäude der Schulbaureihe SK wurden 1975 errichtet. Es handelt sich um eine Stahlbetonskelett-Montagebauweise. Die Aussteifung des Gebäudes erfolgt vertikal mit Längs- und Querwandscheiben aus Stahlbeton und horizontal mit den Deckenscheiben aus Spann- oder Stahlbeton.

Es liegen, wie oft üblich, keine standortbezogenen Angaben oder Anpassungen vor. Die Lastannahmen werden auf Basis der Typisierungen vorgenommen, vgl. Auszüge aus den Altunterlagen weiter oben. Die Hauptabmessungen im Grundriss stimmen mit dem des Standortes überein.

Es wird davon ausgegangen, dass auch hier an diesem Standort eine Bodenplatte als Gründungselement verbaut wurde. Der Baugrund lässt nach Auffassung des Verfassers diese Annahme zu.

Der Bestand umfasst fünf Geschosse (Sockel-, Erd- und drei Obergeschosse), die in etwa eine Geschosshöhe von 3,30m aufweisen.

Die OKFF des Bestandes im Sockelgeschoss beträgt rd. -3,30m. Die Unterkante Gründung im Bestand beträgt in etwa -4,125m (Schürfgrube und Aufmaß Architekt).

Für den Anbau ist ein Bodenaustausch in der Dicke von rd. 50cm durchzuführen, vgl. Angaben nach /U4/.

### 1.3 Angesezte Bodenschichten für den Nachweis der Unterfangung

Nach Tabelle 1 in /U4/ werden für die Höhenlage der bestehenden Gründung die Schichten HB3A, HB3B und wieder HB3A angesetzt.

**Tabelle 1:** Baugrundmodell (Bezugsniveau: ca. 52 m ü. NHN)

Homogenbereiche [Bodengruppe]	[m u. GOK] A / B	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\phi$ [°]	Es [MN/m <sup>2</sup> ]
HB 1: Auffüllung [OH-SU-SU*], locker	2,5 / 2,5	17,0	9,0	-	30,0	20,0
HB 2 (neu): Tragschicht [GI], dicht	3,0 / 3,0	19,0	11,0	-	34,0	70,0
HB 3A: Geschiebemergel, [SU*] weich-steif	- / 3,3	20,5	10,5	5	28	15,0
HB 3B: Geschiebemergel [SU*], steif	7,3 / 4,8	21,0	11,0	10	28	30,0
HB 3A: Geschiebemergel [SU*], weich-steif	8,0 / 8,0	20,5	10,5	5	28	15,0

\*: Schichtengrenze bei Streifenfundamenten

Das gespannte Grundwasser ist bei ca. 36,50m ü NHN +-0,50m mit Fließgefälle in Richtung SSW zu erwarten. Der zehGW wird mit ca. 37,5m ü NHN angegeben. Das Schichtenwasser wird durch eine Drainage-Leitung auf ein Niveau von maximal 50m ü NHN begrenzt. Dieser Wert kann auch als HGW für den Standort herangezogen werden.

### 1.4 Vorgaben zur Ausführung

#### 1.4.1 Bauteile der Unterfangung

Die Gründungshöhen mit Bodenaustausch (vgl. Bodengutachten Anlage 01) für den Neubau liegen tiefer als die angrenzenden, bestehenden Fundamente. Die Sicherung des Geländesprunges zwischen dem bestehenden Gebäude und dem geplanten Neubau wird als Unterfangung konzipiert. Der Nachweis erfolgt nach DIN EN 1997-1 und DIN 1054, Ausgabe 2010-12.

Zur Ausführung soll das HDI-Verfahren, bei dem der vorhandene Boden vermörtelt wird, kommen. Mit diesem Verfahren sind Unterfangungen häufig preisgünstiger, schneller und meist sicherer bzw. verformungsärmer durchführbar als eine abschnittsweise gemauerte oder betonierte Unterfangung.

Der Nachweis der Injektionskörper erfolgt nach DIN 4093, Ausgabe 2015-11.

Folgende Festigkeiten, vereinfachter Nachweis nach Abs. 4.4.2 a, werden angesetzt:

Zylinderdruckfestigkeit / kleinster Einzelwert

$$f_{m,min} = f_{mk} \Rightarrow 4,00 \text{ N/mm}^2$$

Bemessungswert des Widerstandes

$$f_{m,d} = 0,85 \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0,85 \cdot f_{mk} \text{ N/mm}^2 / 1,50 = 2,26 \text{ N/mm}^2$$

Im Rahmen der Nachweise zur Standsicherheit der Bodenverfestigung (= Unterfangungskörper) werden getrennte Nachweise für aufnehmbare Druck- und Schubspannungen geführt.

Nach DIN 4093 sind die Bemessungswerte der Normalspannungen auf den Wert  $0,70 \cdot f_{m,d}$  und die Bemessungswerte für die Schubspannungen auf den Wert  $0,20 \cdot f_{m,d}$  zu begrenzen:

Grenzspannungen (= Bauteilwiderstand)

$$\begin{aligned} f_{\sigma,Rd} &= 0,70 \cdot 2,26 \text{ N/mm}^2 &= 1,58 \text{ N/mm}^2 \\ f_{T,Rd} &= 0,20 \cdot 2,26 \text{ N/mm}^2 &= 0,45 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

### 1.5 Hinweise zur Ausführung

Es wird empfohlen vor Durchführung der Bauarbeiten zur Unterfangung ein Beweissicherungsverfahren für zu unterfangendes Gebäudeteile unter Einbeziehung aller Beteiligten durchführen. Das bestehende Gebäude bzw. die Setzung ist während der Bauarbeiten zu beobachten.

Durch den Herstellungsvorgang einer Unterfangung sind Setzungen im Einflussbereich auch bei einwandfreier Ausführung häufig unvermeidbar. Die zusätzliche Belastung des Baugrundes durch das neue Gebäude kann zu weiteren Setzungen, sowohl des neuen als auch des bestehenden Gebäudes, führen.

Im Vorfeld ist eine Schürfgrube zur Feststellung der Gründungsunterkante erstellt worden. Diese Erkenntnisse sind hier eingeflossen. Die Fundamentunterkanten des Bestandes sind vor der Durchführung der Bauarbeiten zu der Unterfangung detailliert zu prüfen und mit den Angaben der Berechnung abzugleichen.

Für die Gründung des Neubaus ist, so die Ausführungen im Bodengutachten, vom Einbau eines Polsters auszugehen. Die dazu auszuführenden Aushubordinaten fließen in die Unterfangungsberechnung ein.

Ausgehend von der Herstellung der Unterfangung mit dem Düsenstrahlverfahren wird der Querschnitt der Unterfangung mit einzelnen Säulen, einem Säulenfächer, erzeugt. Die Herstellung der Säulenfächer soll im Pilgerschrittverfahren in Anlehnung an die Regelungen der DIN 4123, Ausgabe 05-2011 erfolgen. Die Planung dieser Säulenfächer und deren Reihenfolge ist nicht Gegenstand dieser Berechnung. Bei Verwendung anderer Verfahren ist sinngemäß zu verfahren.

Alle in der statischen Berechnung getroffenen Annahmen sind vor und während der Bauausführung zu überprüfen. Bei Unstimmigkeiten ist der Aufsteller dieser Berechnung zu informieren.

## 2 Grundlagen der Berechnung

### 2.1 Normen und Richtlinien

/N1/	DIN EN 1991-1/1-NA	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke:	
	Teil 1-1,1-1/NA	Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke	Ausgabe 12/2010
	Teil 1-2,1-2/NA	Wichten, Eigengewichte und Nutzlasten im Hochbau	Ausgabe 12/2010
	Teil 1-3,1-3/NA	Allgemeine Einwirkungen- Brandeinwirkungen auf Tragwerke	Ausgabe 12/2010
	Teil 1-4,1-4/NA	Allgemeine Einwirkungen- Schneelasten	Ausgabe 12/2010
	Teil 1-5,1-5/NA	Allgemeine Einwirkungen- Windlasten	Ausgabe 12/2010
	Teil 1-7,1-7/NA	Allgemeine Einwirkungen- Temperaturlasten	Ausgabe 12/2010
	Teil 3,3/NA	Allgemeine Einwirkungen- Außergewöhnliche Einwirkungen	Ausgabe 12/2010
		Einwirkungen infolge von Kranen und Maschinen	Ausgabe 12/2010
/N2/	DIN EN 1992-1/1-NA	Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken	
	Teil 1-1,1-1/NA	Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau	Ausgabe 01/2011
	Teil 1-2,1-2/NA	Allgemeine Regeln- Tragwerksbemessung für den Brandfall	Ausgabe 12/2010
	DIN EN 13670	Ausführung von Tragwerken aus Beton	Ausgabe 03/2011
	DIN 1045-3	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton Anwendungsregeln zu DIN EN 13670	Ausgabe 03/2012
/N3/	DIN EN 1993-1/1NA	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten-	
	Teil 1-1,1-1/NA	Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau	Ausgabe 12/2010
	Teil 1-2,1-2/NA	Allgemeine Regeln- Tragwerksbemessung für den Brandfall	Ausgabe 12/2010
	Teil 1-3,1-3/NA	Allgemeine Regeln- Ergänzende Regeln für kaltverformte Bauteile und Bleche	Ausgabe 12/2010
	Teil 1-5,1-5/NA	Plattenförmige Bauteile	Ausgabe 12/2010
	Teil 1-6,1-6/NA	Festigkeit und Stabilität von Schalen	Ausgabe 12/2010
	Teil 1-7,1-7/NA	Plattenförmige Bauteile mit Querbelaugung	Ausgabe 12/2010
	Teil 1-8,1-8/NA	Bemessung und Konstruktion von Anschlüssen	Ausgabe 12/2010
	Teil 1-9,1-9/NA	Ermüdung	Ausgabe 12/2010
	Teil 1-10,1-10/NA	Stahlsortenauswahl im Hinblick auf Bruchzähigkeit und Eigenschaften in Dickenrichtung	Ausgabe 12/2010
	Teil 1-11,1-11/NA	Bemessung und Konstruktion von Tragwerken mit Zuggliedern aus Stahl	Ausgabe 12/2010
/N4/	DIN EN 1996-1	Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten	
	1-1	Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk	Ausgabe 02/2013
	Teil 1-1/NA,	Nationaler Anhang	Ausgabe 05/2012
	NA/A1	Änderung A1	Ausgabe 03/2014
	NA/A2	Änderung A2	Ausgabe 01/2015
	1-2	Tragwerksbemessung für den Brandfall	Ausgabe 04/2011
	Teil 1-2 /NA/	Nationaler Anhang	Ausgabe 06/2013
	DIN EN 1996-2	Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten	
	Teil 2/NA	Planung, Auswahl der Baustoffe und Ausführung von Mauerwerk Nationaler Anhang	Ausgabe 12/2010 Ausgabe 01/2012

	DIN EN 1996-3	Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten Vereinfachte Berechnungsmethoden für unbewehrtes Mauerwerk	Ausgabe 12/2010
	Teil 3/NA	Nationaler Anhang	Ausgabe 01/2012
	Teil 3/NA/A1	Nationaler Anhang	Ausgabe 03/2014
	Teil 3/NA/A2	Nationaler Anhang	Ausgabe 01/2015
/N5/	DIN EN 1997-1	Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik	
	Teil 1	Allgemeine Regeln	Ausgabe 09/2009
	Teil 1/NA	Nationaler Anhang: Allgemeine Regeln	Ausgabe 12/2010
	DIN 1054	Baugrund- Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau- Ergänzende Regeln zu DIN EN 1997-1	Ausgabe 12/2010
	DIN 4093	Bemessung von verfestigten Bodenkörpern	Ausgabe 11/2015
	DIN 4123	Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude	Ausgabe 04/2013
/N6/	DAST-Ri 022	Feuerverzinken von tragenden Stahlbauteilen	Ausgabe 2009

## 2.2 Programme

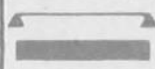



- /P1/ MB-Baustatik, Version 2024
- /P2/ FEM-System Infocad, Version 24
- /P3/ Frilo-Software 2024

## 2.3 Entwurfsgrundlagen

- /U1/ Unterlagen des Auftraggebers über den Bestand
- /U2/ Unterlagen der Architekten, Büro Architekturwerk
- /U3/ Unterlagen TGA, Lasten Aufzug, Büro Architekturwerk
- /U4/ Baugrunduntersuchung Bericht 100-138-23 der Fa. Geotop vom 21.08.2023
- /U5/ Brandschutzplanung der Ingenieurgesellschaft BBP Bauconsulting mbH vom 06.12.2023
- /U6/ Statische Genehmigungsplanung für das Haus A und Haus B der KLW Ingenieure GmbH vom 19.04.2024
- /U7/ [www.bauarchivddr.bbr-server.de](http://www.bauarchivddr.bbr-server.de) Unterlagen digital eingesehen

**3.0 Allgemeine Lastannahmen**  
**3.1 Lastannahmen für den Bestand**  
**3.1.1 Dächer, Decken und Sohlen**

Nach Angaben in /U7/, Auszüge in der Anlage 01 wiedergegeben  
 Deckendicken, vgl. Schnitt bei den Angaben über Bestand, mit h=24cm werden als Hohlraumdecke berücksichtigt.

DECKEN d=240mm							
SCHEMA	BREITE mm	SPANNWEITEN					
		2400	3600	4800	6000	7200	8400
	600			D 21- 311- 11	D 21- 411- 11	D 21- 511- 11	
			D 21- 212- 11	D 21- 312- 11	D 21- 412- 11	D 21- 512- 11	
	1200			D 21- 321- 11	D 21- 421- 11	D 21- 521- 11	
			D 21- 222- 11	D 21- 322- 11	D 21- 422- 11	D 21- 522- 11	
	1200			D 21- 321- 13	D 21- 421- 13	D 21- 521- 13	
			D 21- 222- 13	D 21- 322- 13	D 21- 422- 13	D 21- 522- 13	
	1200			D 21- 321- 52	D 21- 421- 52	D 21- 521- 52	
			D 21- 222- 52	D 21- 322- 52	D 21- 422- 52	D 21- 522- 52	

Nach Seite 5 der Anlage 01, tabellarische Übersicht, weisen die Normalplatten ein Eigengewicht von  $g_1$

auf. Darin ist auch der Vergussbeton enthalten. Für den unterseitigen Putz wird angesetzt	$g_{\text{putz}}$	=	4,45 kN/m <sup>2</sup>
Summe Deckeneigengewicht	$\sum g$	=	4,70 kN/m <sup>2</sup>

**Pos. 3.1-L001 Dachdecke**

Rohdeckengewicht und Putz	=	4,70 kN/m <sup>2</sup>
Belag - Abdichtung bekies und Dämmung / Annahme	=	1,28 kN/m <sup>2</sup>

Eigengewicht	Summe Eigengewicht	$g_k$	=	5,98 kN/m <sup>2</sup>
--------------	--------------------	-------	---	------------------------

Veränderliche Lasten				
Schnee / Wartung	$q_k$	=	1,00 kN/m <sup>2</sup>	

**Pos. 3.1-L002 Geschosdecke**

Rohdeckengewicht und Putz	=	4,70 kN/m <sup>2</sup>
Belag - geschätzt	=	1,00 kN/m <sup>2</sup>

Eigengewicht	Summe Eigengewicht	$g_k$	=	5,70 kN/m <sup>2</sup>
--------------	--------------------	-------	---	------------------------

Veränderliche Lasten				
Nutzlast	$q_k$	=	3,50 kN/m <sup>2</sup>	

Pos. **3.1-L003 Sohle / Gründung**

Rohgewicht der Sohle	$h = 70 \text{ cm}$	=	16,10 kN/m <sup>2</sup>
Belag - geschätzt		=	1,00 kN/m <sup>2</sup>
<hr/>			
Eigengewicht	Summe Eigengewicht	$g_k$	= 17,1 kN/m <sup>2</sup>
Veränderliche Lasten			
Nutzlast		$q_k$	= 3,50 kN/m <sup>2</sup>

**3.1.2 Einzelteile**

Pos. **3.2-L001 Sandwichelemente**

Vgl. Kapitel 4.7 nach /U6/

$g_{\text{Fassade}}$	=	14,99kN / 3,60m	=	4,16 kN/m
		Gesamtgewicht auf die Länge bezogen		

Pos. **3.2-L002 Unterzug in Achse B**

Die Abmessungen betragen		$b$	=	0,50 m
		$h$	=	0,30 m
$g_{\text{UZ-B}}$	=	$0,5\text{m} * 0,3\text{m} * 23,0\text{kN/m}^3$	=	3,45 kN/m

Pos. **3.2-L003 Stütze in Achse B**

Die Abmessungen betragen	Breite	$b$	=	0,80 m
	Dicke	$h$	=	0,30 m
	Höhe	$H$	=	2,75 m
$G_{\text{St-B}}$			=	15,18 kN
$g_{\text{St-B}}$	=	$(0,8\text{m} * 0,3\text{m} * 2,75\text{m} * 23,0\text{kN/m}^3) / 3,60\text{m}$	=	4,22 kN/m
		Gesamtgewicht auf die Länge bezogen		

Pos. **3.24L004 Stahlbetonwand**

$g_{\text{wa}}$	=	$0,20\text{m} * 23,0\text{kN/m}^2 + 0,40\text{kN/m}^2$	=	5,00 kN/m <sup>2</sup>
		Wanddicke 20cm + Belag / Putz auf beiden Seiten		

**4.0 Statischer Nachweis der Bauteile**  
**4.1 Lastzusammenstellung für den Bestand**  
**4.1.1 Zusammenstellung für die Achse B**

Es wird der Bereich der Achsen 3-4 betrachtet. In diesem Abschnitt befindet sich der geplante Anbau. Die Teilung der Achsen entspricht dem Abstand der Stützen. Die Lastzusammenstellung erfolgt für eine Stütze.

Die Lasten werden näherungsweise über Lasteinflussflächen vorgenommen. Bei den tragenden Bauteilen handelt es sich, soweit erkennbar um einachsige spannende Bauteile (Decken, Unterzüge und Fassade).

**Pos 1.00 Stütze im Bestand, Achse B / 4**

Lasteinflussfläche für die Deckenflächen		A_Last =	5,13 m <sup>2</sup>
Achsabstand in Längsrichtung		a_x =	3,60 m
Achsabstand in Querrichtung B --> C	= 2,85m / 2	a_y =	1,425 m
Gebäudehöhe, vgl. Auszüge vom Bestand, Gebäudeschnitt, hier ohne Bodenplatte		h_Gebäu =	17,00 m
Höhe der Bodenplatte		h_Bopla =	0,70 m
Lage der Stütze im Querschnitt aus Schnitt des Architekten abgegriffen.			
Abstand Achse Stütze von Vorderkante Bodenplatte		e_y =	0,45 m

Eigenlasten

aus den Geschossdecken, vgl. Pos 3.1-L001 und -L002			
g_01	=	$(5,98\text{kN/m}^2 + 4 * 5,7\text{kN/m}^2) * 5,13\text{m}^2$	= 147,64 kN
Dachdecke und vier Geschossdecken			
aus Sandwichfassade, vgl. Pos. 3.2-L001			
g_02	=	$4,16\text{kN/m} * 3,6\text{m} * 5$	= 74,88 kN
Fassade aus 5 Geschossen			
aus den Rand-Unterzügen, vgl. Pos. 3.2-L002			
g_03	=	$(3,57\text{kN/m} * 5) * 3,6\text{m}$	= 64,26 kN
Randunterzüge aus 5 Geschossen			
aus der Stütze, vgl. Pos. 3.2-L003			
g_04	=	$9,49\text{kN} * 5$	= 47,45 kN

Veränderliche Lasten

aus den Geschossdecken, vgl. Pos 3.1-L001 und -L002			
q_01	=	$(1\text{kN/m}^2 + 4 * 3,5\text{kN/m}^2) * 5,13\text{m}^2$	= 76,95 kN

Summe für die Stütze in Achse B / 4		G_k,1.00 =	334,23 kN
		Q_k,1.00 =	76,95 kN
		P_k,1.00 =	411,18 kN

**Pos 2.00 Stütze im Bestand, Achse C / 4**

In diesem Bereich, zwischen den Achse 4 und 5, ist ein Treppenhaus angeordnet. Die Längswände, zwischen den Achsen C-D, sind Stahlbetonwände mit "angeformten" Stützen. Für den Lastabtrag hier werden davon ausgegangen, dass die Stützen die Lasten abtragen und die Wände "nur" noch mehr Eigengewicht bringen.

Die Wände sind, soweit ersichtlich, insbesondere für die Aussteifung des Gebäudes verantwortlich. Die Lasten aus Stabilität und Aussteifung werden für den Bauzustand hier vernachlässigt.

Lasteinflussfläche für die Deckenflächen		A_Last =	16,38 m <sup>2</sup>
Achsabstand in Längsrichtung		a_x =	3,60 m
Achsabstand in Querrichtung C --> D	= 2,85m / 2 + 6,25m / 2	a_y =	4,55 m

Eigenlasten

aus den Geschossdecken, vgl. Pos 3.1-L001 und -L002

$$g_{01} = (5,98\text{kN/m}^2 + 4 * 5,7\text{kN/m}^2) * 16,38\text{m}^2 = 471,42 \text{ kN}$$

Dachdecke und vier Geschossdecken

aus den Rand-Unterzügen, vgl. Pos. 3.2-L002

$$g_{02} = (3,57\text{kN/m} * 5) * 3,6\text{m} = 64,26 \text{ kN}$$

Randunterzüge aus 5 Geschossen

aus der Stütze, vgl. Pos. 3.2-L003

$$g_{03} = 9,49\text{kN} * 5 = 47,45 \text{ kN}$$

Veränderliche Lasten

aus den Geschossdecken, vgl. Pos 3.1-L001 und -L002

$$q_{01} = (1\text{kN/m}^2 + 4 * 3,5\text{kN/m}^2) * 16,38\text{m}^2 = 245,70 \text{ kN}$$

Summe für die Stütze in Achse C / 4

G_k,2.00 =	583,13 kN
Q_k,2.00 =	245,70 kN
P_k,2.00 =	<u>828,83 kN</u>

**Pos 3.00 Stahlbetonwand im Bestand**

Eigenlasten

aus Wandeigengewicht, vgl. Pos. 3.2-L004

$$g_{01} = 5,00\text{kN/m}^2 * 17\text{m} = 85,00 \text{ kN/m}$$

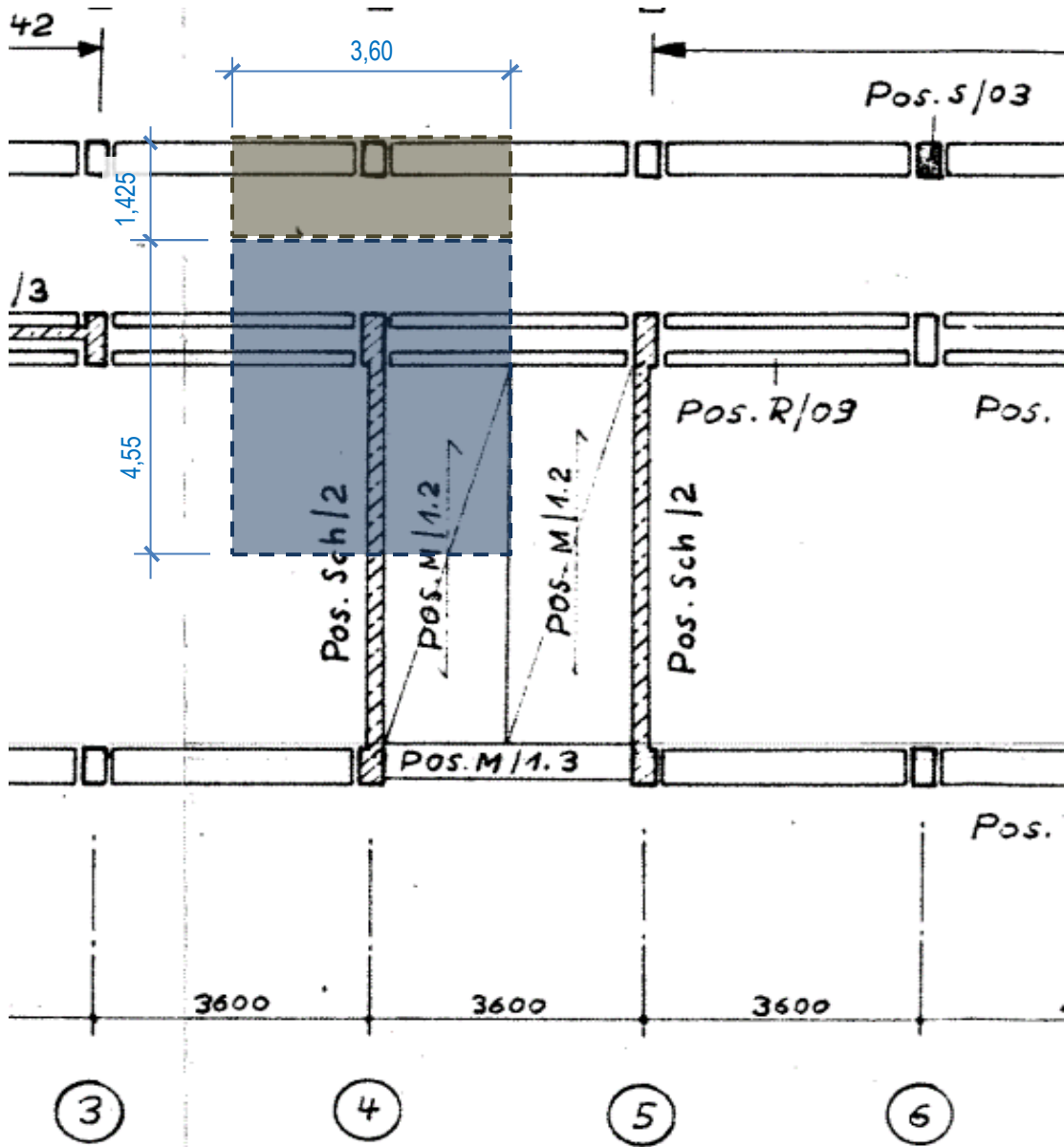
Flächenlast \* Gebäudehöhe

Für den unten gekennzeichneten Lasteinflussbereich besitzt die Wand eine rechnerische Länge der Last von:

$$L_{\text{Last}} = 6,25\text{m} / 2 - 0,50\text{m} = 2,63 \text{ m}$$

Achs-Abstand / 2 - Länge Stütze

Übersicht Lasteinfluss-Flächen für den Lastabtrag



## 4.2 Nachweis der Unterfangungskörper

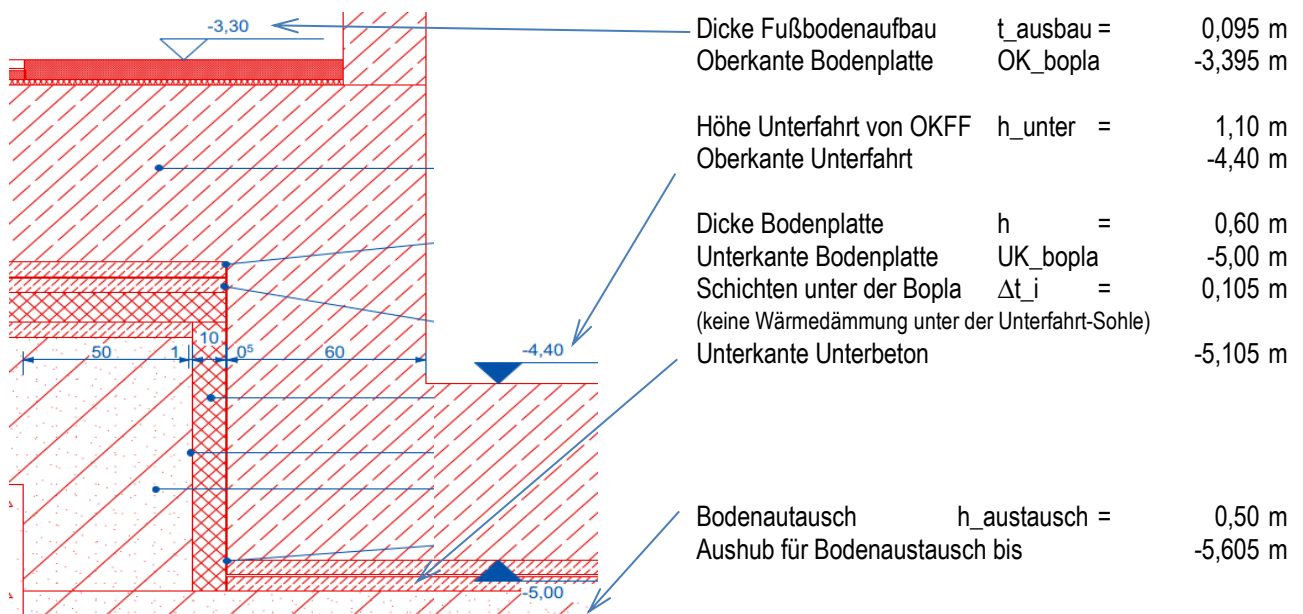
Pos. **UF-1.00 Unterfangung im Bereich der Aufzugsunterfahrt**

**System** Über das HDI-Verfahren wird ein Unterfangungskörper erzeugt, der den Geländesprung und den Bestand im Bauzustand sichert

Höhensituation für den Anbau im Normalbereich (außerhalb Aufzugs-Unterfahrt)  
 Baunull nach Angabe Architekt

$$= 53,37 \text{ N ü NN} \\ = -3,30 \text{ m}$$

Auszug aus dem Detail "Gründung & Abdichtung" nach /U2/ - Sohle im Sockelgeschoss



Die Unterkante der bestehenden Gründung wird aus dem Aufmaß des Architekten vom 16.10.2023 abgelesen.

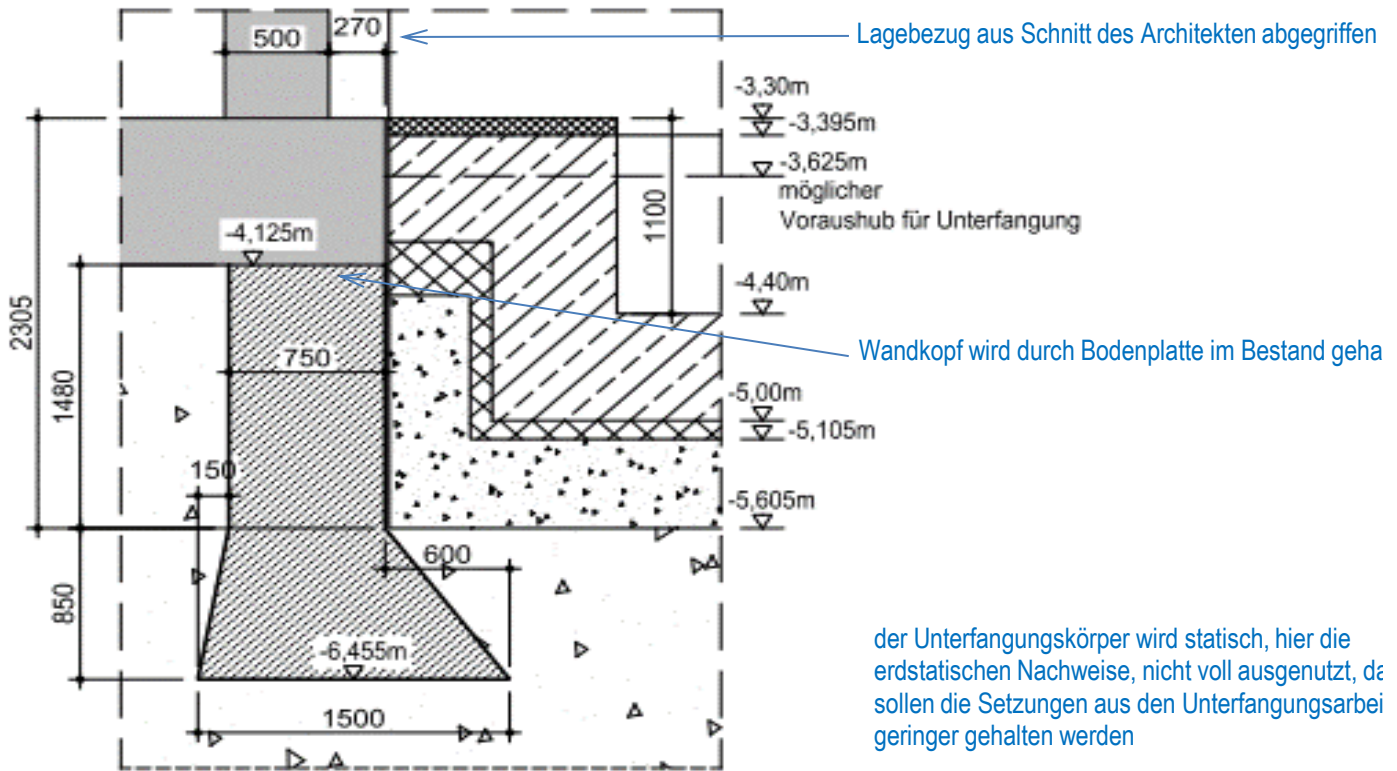
Unterkante der Gründung im Bestand:  $49,245 \text{ m ü NN} \quad \text{-->} \quad = -4,125 \text{ m}$

Damit liegt die Ordinate für den Bodenaustausch unter der UK Gründung im Bestand  $\Delta t = -1,480 \text{ m}$

Zu beachten ist, dass die Gründung im Bestand immer eine Einbindung von mindestens 50cm aufweisen muss.

Hinweise zum Modell und Querschnitt (idealisiert) der Unterfangung

Die Unterfangung wird am Kopf als gelenkig gelagert angesetzt. Begründung: Die Bodenplatte ist in der Lage Zugkräfte über Reibung abzutragen.

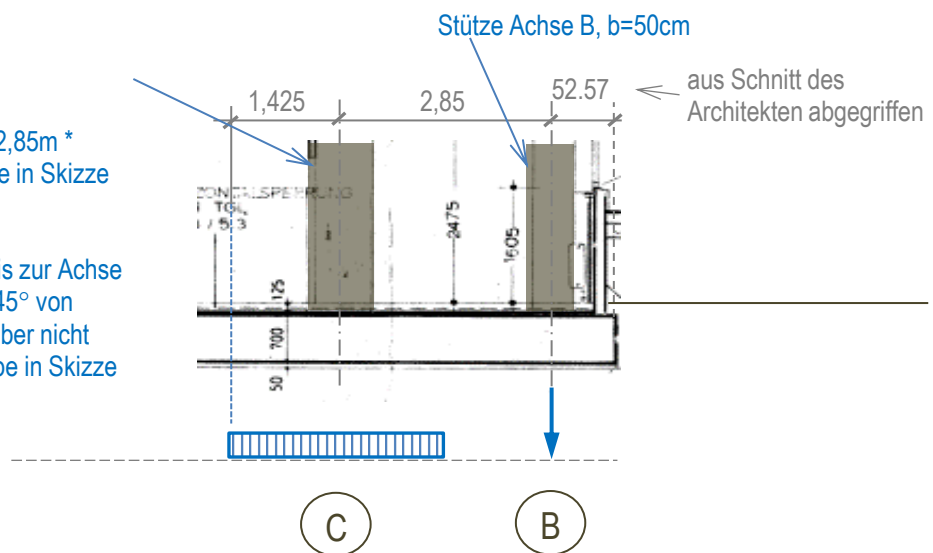


Ansatz der Lasten aus dem Bestand  
Schnitt

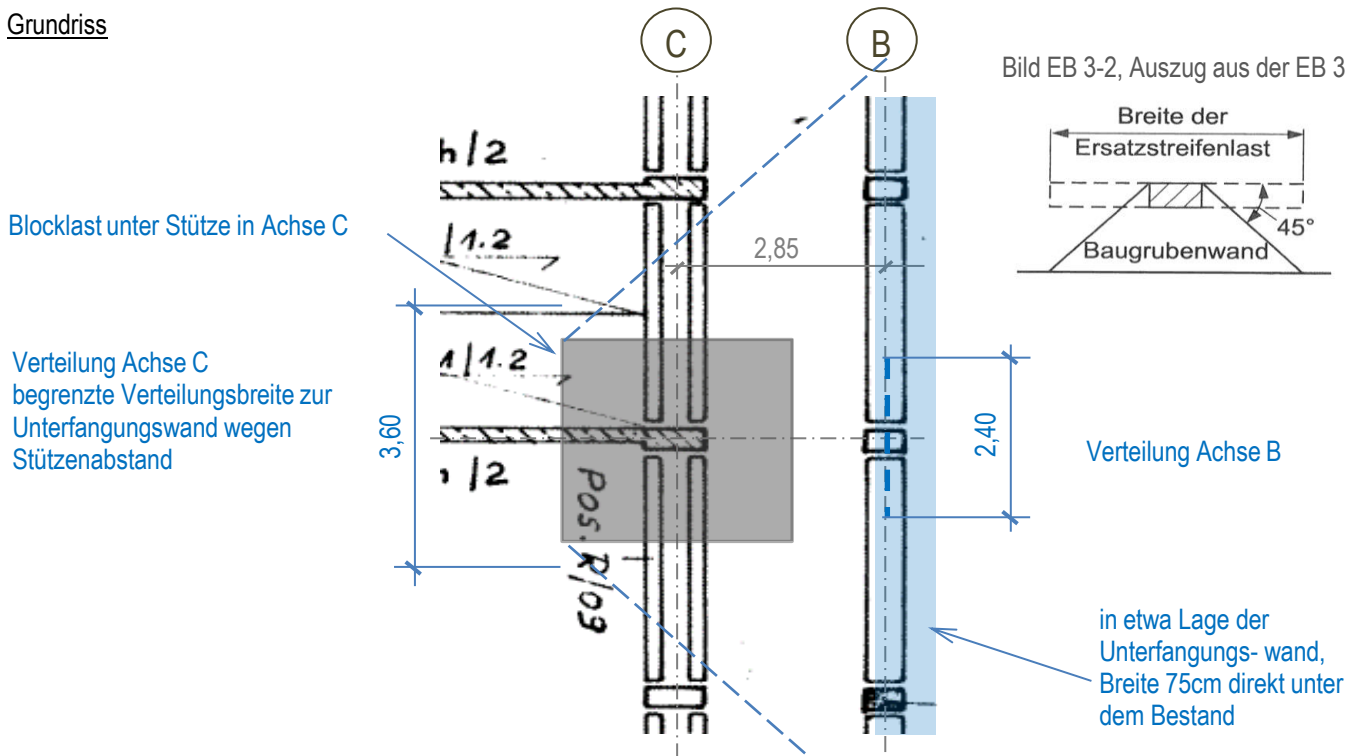
Stütze Achse C, b=80cm

als Blocklast (bezogen auf A = 2,85m \* 2,85m = 8,12m<sup>2</sup>, in grauer Farbe in Skizze weiter unten

für Unterfangung aber verteilt bis zur Achse B ≈ Unterfangungswand unter 45° von Hinterkante der Blocklast --> aber nicht breiter als 3,60m (in blauer Farbe in Skizze weiter unten)



Grundriss



**Baustoffe** Bodenvermörtelung (HDI)  
 Festigkeiten vgl. weiter oben Kap. 1.1 oder EDV-Berechnung  $f_{m,k} = 4,00 \text{ N/mm}^2$

**Belastung**

Die Lasten der Achse B werden direkt auf der Wand, am Wandkopf, angesetzt. Die Belastung der Achse C wird als Bodenpressung hinter der Wand, im Abstand der angesetzten Blocklast, angesetzt.

Bodenpressung:

Unter der Stütze in Achse C wird eine blockförmige Bodenpressung angesetzt, vgl. Skizze weiter oben, mit den Abmessungen  $a_x = a_y = 2,85 \text{ m}$  und bis zur Unterfangungswand verteilt:  $a_x = 3,60 \text{ m}$

Die Einzellast in Achse B, am Rand, wird auch verteilt. Hier wird eine Breite in Längsrichtung angesetzt:  
 $a_{x,red} = (0,70\text{m} + 0,30\text{m} + 0,70\text{m}) + 0,70\text{m} = 2,40 \text{ m}$   
 (Lastausbreitung von der Stütze bis UK Bopla zu beiden Seiten) + 1,0-fache Bopla-Dicke

Eigenlasten

aus Lasten in Achse B, Last am Kopf der Unterfangung, vgl. auch Pos. 1.00, Lastzusammenstellung  
 $g_1 = 334,23\text{kN} / 2,4\text{m} = 139,26 \text{ kN/m}$

aus Lasten in Achse C, Bodenpressung (= Blocklast) unter der Bodenplatte verteilt, vgl. auch Pos 2.00, Lastzusammenstellung  
 $g_{02} = (583,13\text{kN} / (2,85\text{m} * 2,85\text{m}) / 3,6\text{m}) + 17,1\text{kN/m}^2 = 37,04 \text{ kN/m}$   
 Stütze bis Sockelgeschoss + Bopla selber aus Pos. 3-1-L003  $\approx 40,00 \text{ kN/m}$

aus Stahlbetonwand, vgl. Pos. 3.00, Lastzusammenstellung

$$g_{03} = \frac{(85 \text{ kN/m} \cdot 2,63 \text{ m} / 2,85 \text{ m} \cdot 2,85 \text{ m})}{3,6 \text{ m}} = 7,65 \text{ kN/m}$$

Wandlast \* Lastlänge als Blocklast und verteilt - - > Linienlast  $\approx 10,00 \text{ kN/m}$

Veränderliche Lasten

aus Lasten in Achse B, Last am Kopf der Unterfangung, vgl. auch Pos. 1.00, Lastzusammenstellung

$$q_{01} = \frac{76,95 \text{ kN}}{2,4 \text{ m}} = 32,06 \text{ kN/m}$$

aus Lasten in Achse C, Bodenpressung unter der Bodenplatte, vgl. auch Pos 2.00, Lastzusammenstellung

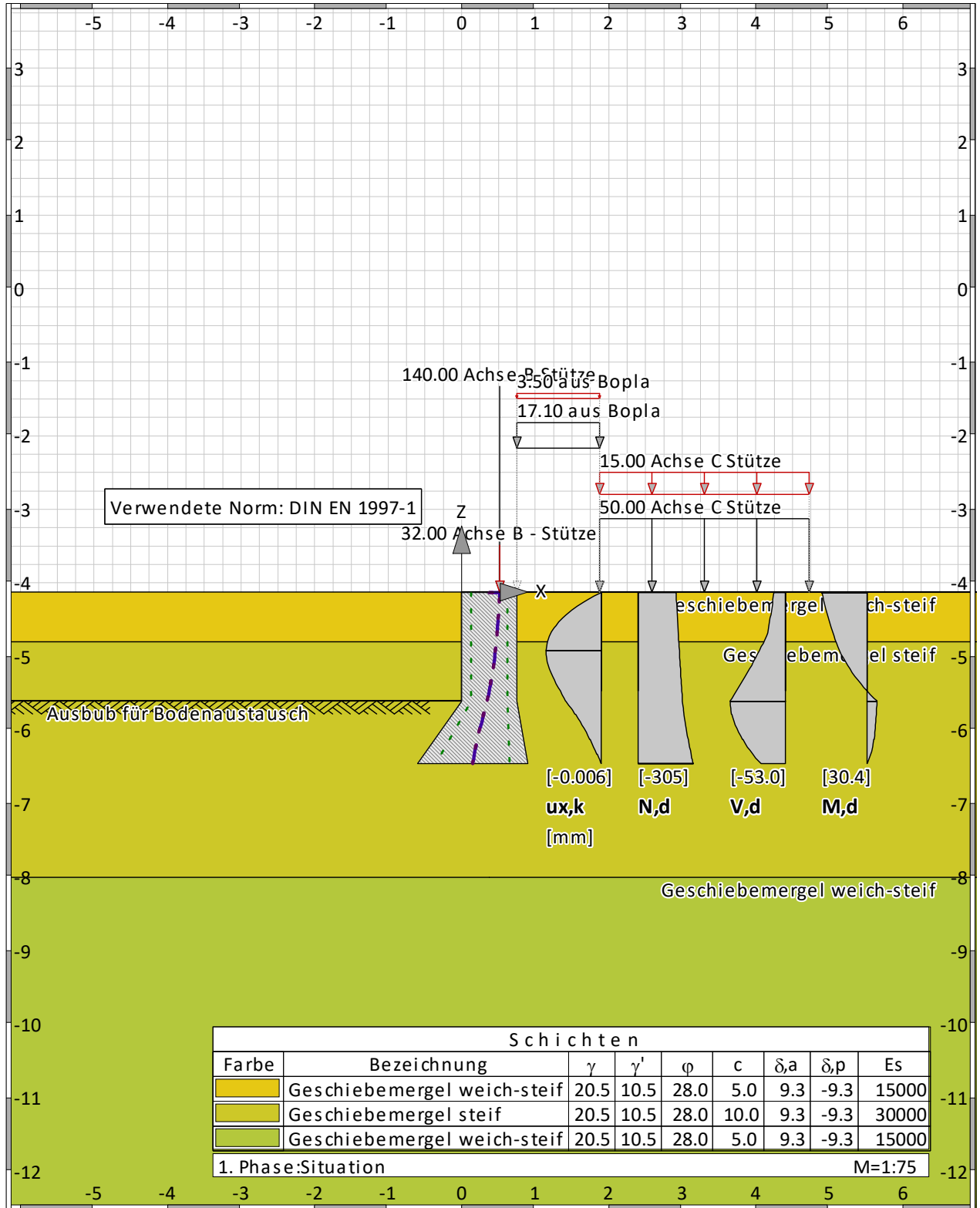
$$q_{02} = \frac{(245,7 \text{ kN} / (2,85 \text{ m} \cdot 2,85 \text{ m}))}{3,6 \text{ m}} + 3,5 \text{ kN/m}^2 = 11,90 \text{ kN/m}$$

Stütze bis Sockelgeschoss + Bopla selber aus Pos. 3-1-L003  $\approx 15,00 \text{ kN/m}$

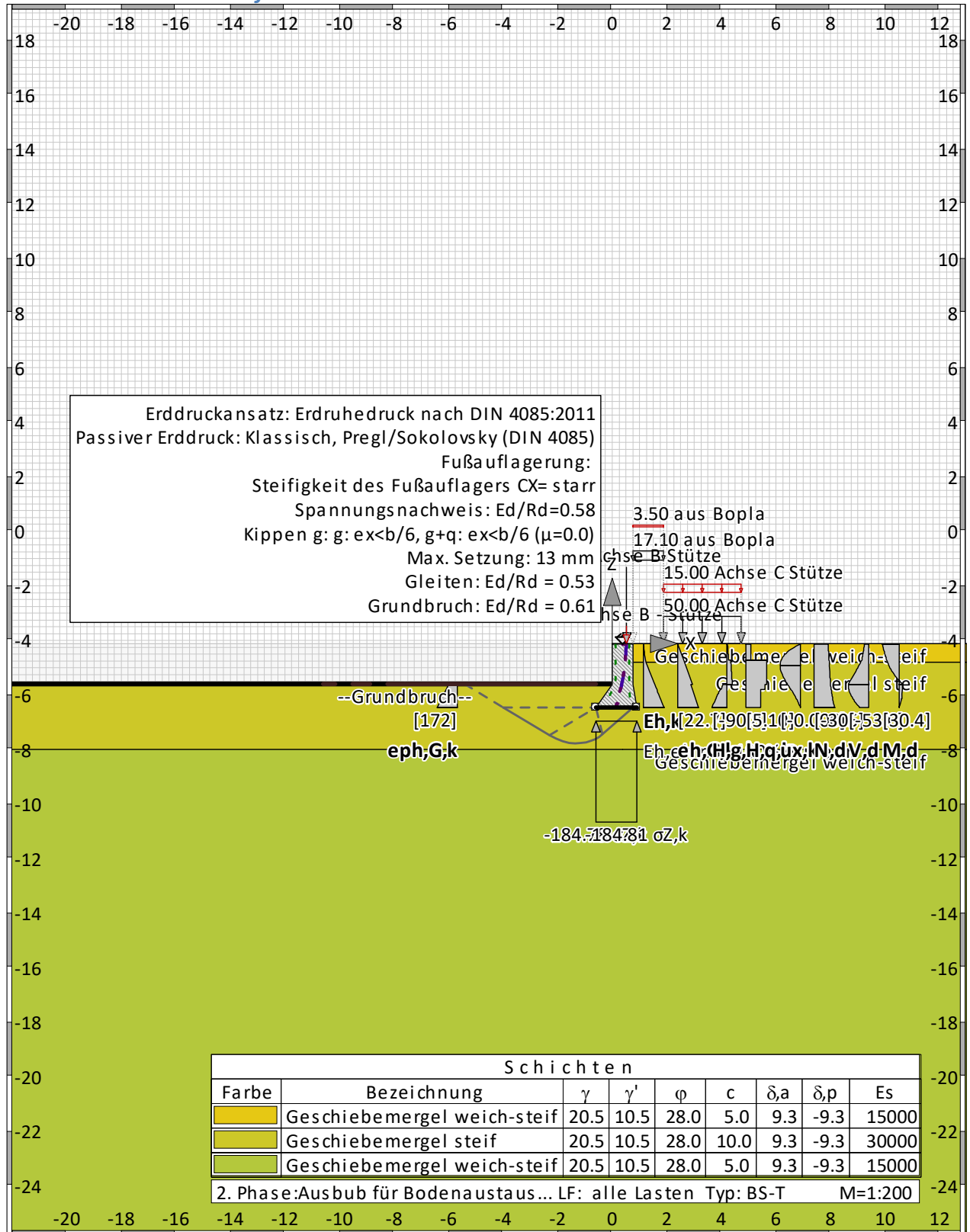
**Pos. UF-1.00 Unterfangung im Bereich der Aufzugsunterfahrt**

**Übersicht der Bauphasen**

**Bauzustand: 0 "Situation"**



Bauzustand: 1 "Ausub für Bodenaustausch"



### Normen

Stahlbetonbemessung : DIN EN 1992-1-1  
 Geotechnische Nachweise : DIN EN 1997 (rev.14)  
 Nationales Anwendungsdokument: DIN EN 1997-1

### Sicherheitsbeiwerte:

#### Erddruck auf die Wand: [GEO] A1+M1+R2

$\gamma$ -	G,dst	E0G	G, stb	Q,dst	Q, stb	phi	coe	cu	g
BS-P	1.350	1.200	1	1.500	0	1	1	1	1
BS-T	1.200	1.100	1	1.300	0	1	1	1	1

#### KE-Mechanismus: [GEO] A2+M2+R3

$\gamma$ -	G,dst	G, stb	W	Q,dst	Q, stb	phi	coe	cu
	g	a, t	a, p	Gt	N	Stbl		
BS-P	1	1	1	1.300	0	1.250	1.250	1.250
	1	1.100	1.100	1.400	1.400	1		
BS-T	1	1	1	1.200	0	1.150	1.150	1.150
	1	1.100	1.100	1.300	1.300	1		

#### Schnittgrößen: [GEO] A1+M1+R2

$\gamma$ -	G,dst	E0G	W	G, stb	Q,dst	Q, stb	phi	coe
	cu <td>g <td>Re <td>P <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </td></td></td>	g <td>Re <td>P <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </td></td>	Re <td>P <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </td>	P <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>				
BS-P	1.350	1.200	1.350	1	1.500	0	1	1
	1	1	1.400	1.400				
BS-T	1.200	1.100	1.200	1	1.300	0	1	1
	1	1	1.300	1.400				

#### Gleiten: [GEO] A1+M1+R2

$\gamma$ -	G,dst	E0G	W	G, stb	Q,dst	Q, stb	phi	coe
	cu <td>g <td>Rh <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </td></td>	g <td>Rh <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </td>	Rh <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>					
BS-P	1.350	1.200	1.350	1	1.500	0	1	1
	1	1	1.100					
BS-T	1.200	1.100	1.200	1	1.300	0	1	1
	1	1	1.100					

#### Grundbruch: [GEO] A1+M1+R2

$\gamma$ -	G,dst	E0G	W	G, stb	Q,dst	Q, stb	phi	coe
	cu <td>g <td>Rv <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </td></td>	g <td>Rv <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </td>	Rv <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>					
BS-P	1.350	1.200	1.350	1	1.500	0	1	1
	1	1	1.400					
BS-T	1.200	1.100	1.200	1	1.300	0	1	1
	1	1	1.300					

#### Gleitkreis: [GEO] A2+M2+R3

$\gamma$ -	G,dst	G, stb	Q,dst	Q, stb	W	phi	coe	cu
	g	Re	a, t	a, p	Gt	N	Stbl	
BS-P	1	1	1.300	0	1	1.250	1.250	1.250
	1	1	1.100	1.100	1.400	1.400	1	
BS-T	1	1	1.200	0	1	1.150	1.150	1.150
	1	1	1.100	1.100	1.300	1.300	1	

#### Hydraulischer Grundbruch: [HYD] A1+M1+R1

$\gamma$ -	G,dst	G, stb	Q,dst	H
BS-P	1.050	0.950	1.500	1.900
BS-T	1.050	0.950	1.300	1.900

**Versagen von Bauteilen: [STR] A1+M1+R2**

$\gamma$ -	M	G <sub>tf</sub>	cd	N
BS-P	1.150	1.400	1.400	1.150
BS-T	1.150	1.300	1.300	1.150

**Stabilität: [EQU] A1+M1+R1**

$\gamma$ -	G, <sub>dst</sub>	G, <sub>stb</sub>	Q, <sub>dst</sub>	Q, <sub>stb</sub>	phi	coe	cu	g
BS-P	1.100	0.900	1.500	0	1	1	1	1
BS-T	1.050	0.900	1.250	0	1	1	1	1

### Bauzustand: 1 "[1] Ausbub für Bodenaustausch"

LF: alle Lasten Typ: BS-T

[GEO] A1+M1+R2, BS-T

$\gamma_{G\_dst}$	$\gamma_{E0G}$	$\gamma_W$	$\gamma_{G\_stb}$	$\gamma_{Q\_dst}$	$\gamma_{Q\_stb}$	$\gamma_{phi}$	$\gamma_{coe}$	$\gamma_{cu}$
$\gamma_g$	$\gamma_{RV}$	$\gamma_{Rh}$	$\gamma_{Re}$	$\gamma_{a\_t}$	$\gamma_{a\_p}$	$\gamma_N$	$\gamma_{Gt}$	$\gamma_P$
$\gamma_{Gap}$	$\gamma_{Tilt}$	$\gamma_{Stbl}$						
1.200	1.100	1.200	1.000	1.300	0.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.300	1.100	1.300	1.100	1.100	1.300	1.300	1.400
1.000	1.000	1.000						

### Schichtsystem mit 3 Schichten

Bezeichnung	Geschiebemergel weich-steif	Geschiebemergel steif	
$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20.5	20.5
$\gamma'$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10.5	10.5
$\gamma_R$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20.5	20.5
$\gamma_p$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20.5	20.5
$\gamma'_{,p}$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10.5	10.5
$\gamma_{R,passiv}$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20.5	20.5
$\varphi$	[°]	28	28
c	[kN/m <sup>2</sup> ]	5	10
c,u	[kN/m <sup>2</sup> ]	5	10
c passiv	[kN/m <sup>2</sup> ]	5	10
$\delta_a$	[°]	9.3	9.3
$\delta_p$	[°]	-9.3	-9.3
$\delta_{ew}$	[°]	0	0
$\delta_c$	[°]	9.333333	9.333333
$\tau_{gr}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	175	175
q,s,k	[kN/m <sup>2</sup> ]	50	50
q,b,k	[kN/m <sup>2</sup> ]	5625	5625
$\Psi_{A,max}$	[°]	90	90
Es, $\theta$	[kN/m <sup>2</sup> ]	15000	30000
k	[cm/s]	1	1

Bezeichnung	Geschiebemergel weich-steif
$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]
$\gamma'$	[kN/m <sup>3</sup> ]
$\gamma_R$	[kN/m <sup>3</sup> ]
$\gamma_p$	[kN/m <sup>3</sup> ]
$\gamma'_{,p}$	[kN/m <sup>3</sup> ]
$\gamma_{R,passiv}$	[kN/m <sup>3</sup> ]
$\varphi$	[°]
c	[kN/m <sup>2</sup> ]
c,u	[kN/m <sup>2</sup> ]
c passiv	[kN/m <sup>2</sup> ]
$\delta_a$	[°]
$\delta_p$	[°]
$\delta_{ew}$	[°]
$\delta_c$	[°]
$\tau_{gr}$	[kN/m <sup>2</sup> ]
q,s,k	[kN/m <sup>2</sup> ]
q,b,k	[kN/m <sup>2</sup> ]
$\Psi_{A,max}$	[°]
Es, $\theta$	[kN/m <sup>2</sup> ]
k	[cm/s]

Geländeverlauf:

x [m]	0.00	0.00
z [m]	-5.61	-4.13

Verlauf Oberkante der 2. Schicht Geschiebemergel steif:

x [m] 0.00 0.00  
 z [m] -5.61 -4.80

Verlauf Oberkante der 3. Schicht Geschiebemergel weich-steif:  
 Kote z= -8.00

### Unterfangungskörper:

Wichte = 23.00 kN/m<sup>3</sup>  
 EModul = 30000.0 kN/m<sup>2</sup>  
 f<sub>mk</sub> = 4.00 N/mm<sup>2</sup>

Poly-Punkte .....: 1 ( 0.00, -4.13)  
 2 ( 0.00, -5.61)  
 3 (-0.60, -6.46)  
 4 ( 0.90, -6.46)  
 5 ( 0.75, -5.61)  
 6 ( 0.75, -4.13)

Fläche .....: 2.07 m<sup>2</sup>  
 G = 47.5 kN/m

### Linienlasten:

x [m]	z [m]	Px [kN/m]	Pz [kN/m]	My [kNm/m]	Art	LF-Bezeichnung Name
0.52	-4.13	0.00	140.00	0.00	g 1	Achse B St (Wandlast)
0.52	-4.13	0.00	32.00	0.00	q 1	Achse B - (Wandlast)

### Streifenlasten:

#### Lasten

x <sub>A</sub> [m]	z <sub>A</sub> [m]	x <sub>E</sub> [m]	z <sub>E</sub> [m]	P <sub>xA</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	P <sub>zA</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	P <sub>xE</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	P <sub>zE</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	Art	LF-Bezeichnung
1.88	-4.13	4.72	-4.13	0.00	50.00	0.00	50.00	g 1	Achse C St
1.88	-4.13	4.72	-4.13	0.00	15.00	0.00	15.00	q 1	Achse C St
0.75	-4.13	1.88	-4.13	0.00	17.10	0.00	17.10	g 1	aus Bopla
0.75	-4.13	1.88	-4.13	0.00	3.50	0.00	3.50	q 1	aus Bopla

### Erddruckverteilung

Erddruckverteilung	Name
Schichtweise Rechteckig	Achse C Stütze
Schichtweise Rechteckig	Achse C Stütze
Schichtweise Rechteckig	aus Bopla
Schichtweise Rechteckig	aus Bopla

### Berechnungsparameter

#### Erddruck Optionen

Erddruckansatz: Erdruhedruck nach DIN 4085:2011.  
 Gleitflächenwinkel: DIN 4085.  
 Abschnitte zur Unterteilung von Blocklasten: 1.  
 Berücksichtigung des Mindesterdruddrucks:  $\phi_{min} = 40.000$ .  
 Negative Erddruckanteile werden zu Null gesetzt.

#### Erddruckumlagerung

Umlagerungsfigur: Keine Umlagerung des Erddrucks.  
 Der Erddruck wird umgelagert bis: Aushubsohle  
 Der Erddruck unter der Aushubkote wirkt ohne Umlagerung.  
 Der Erddruck aus veränderlichen Lasten wird mit umgelagert.

#### Passiver Erddruck

Berechnungsmethode: Klassisch, Pregl/Sokolovsky (DIN 4085).

#### Wasserdruckoptionen

#### Fußauflagerung

Fuß horizontal verschieblich

**Erddruckbeiwerte kh**

$\varphi$	$\alpha$	$\beta$	$\delta$	$k_{0gh}$	$k_{agh}$	$k_{ach}$	$k_{pgh}$	$k_{pch}$	
28.0	0.0	0.0	9.3	0.531	--	--	--	--	Geschiebemergel weich-steif
28.0	-10.0	0.0	9.3	0.474	--	--	--	--	Geschiebemergel steif
28.0	0.0	0.0	-9.3	--	--	--	3.552	-4.184	"
28.0	0.0	0.0	9.3	0.531	--	--	--	--	"
28.0	35.2	0.0	-9.3	--	--	--	5.749	-7.115	"
28.0	0.0	0.0	-9.3	--	--	--	3.552	-4.184	Geschiebemergel weich-steif
28.0	0.0	0.0	9.3	0.531	--	--	--	--	"

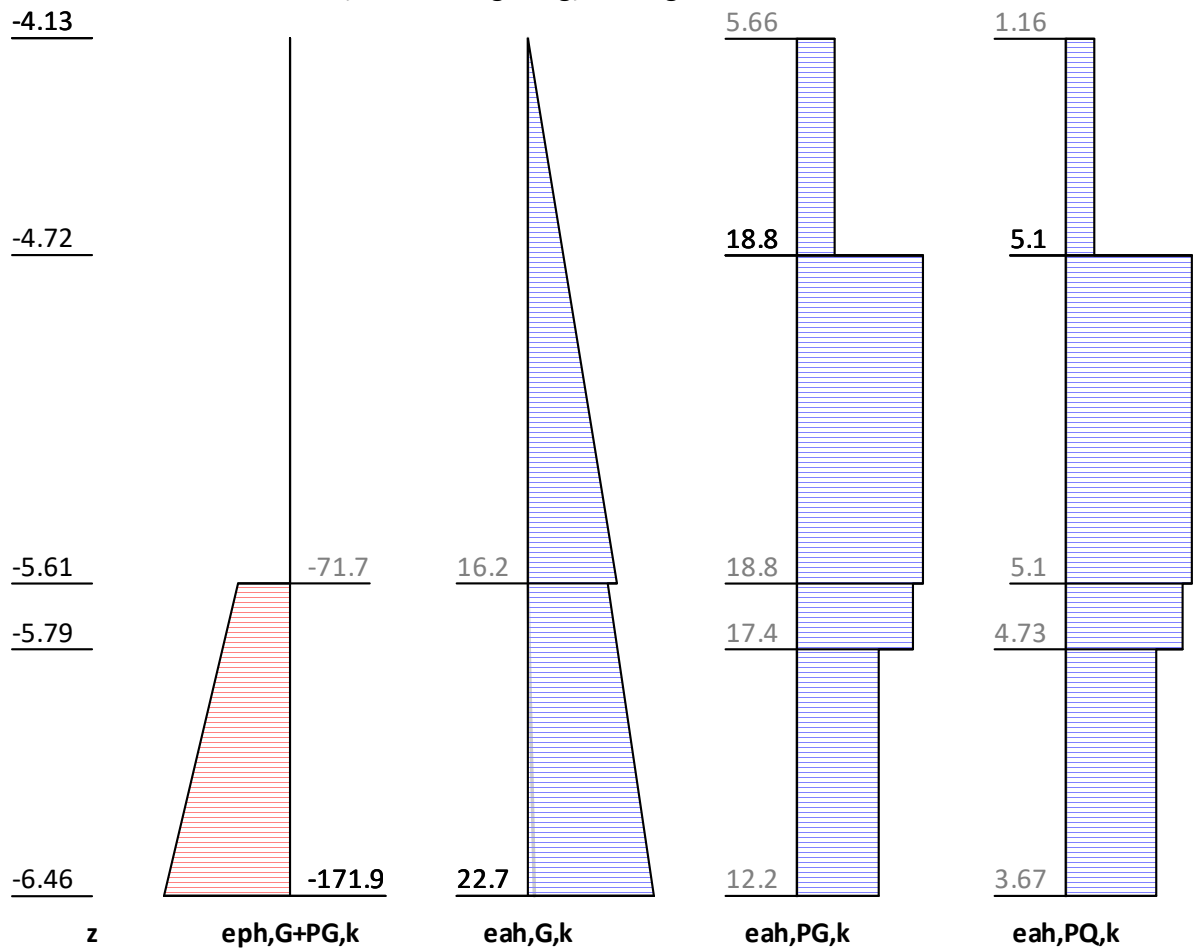
**Wandlänge**

Fußtiefe für Statik:  $z_f = -6.460$

**Statik**

**Erddruck, horizontal**

Drücke charakteristisch, ohne Umlagerung, durchgehende Wand



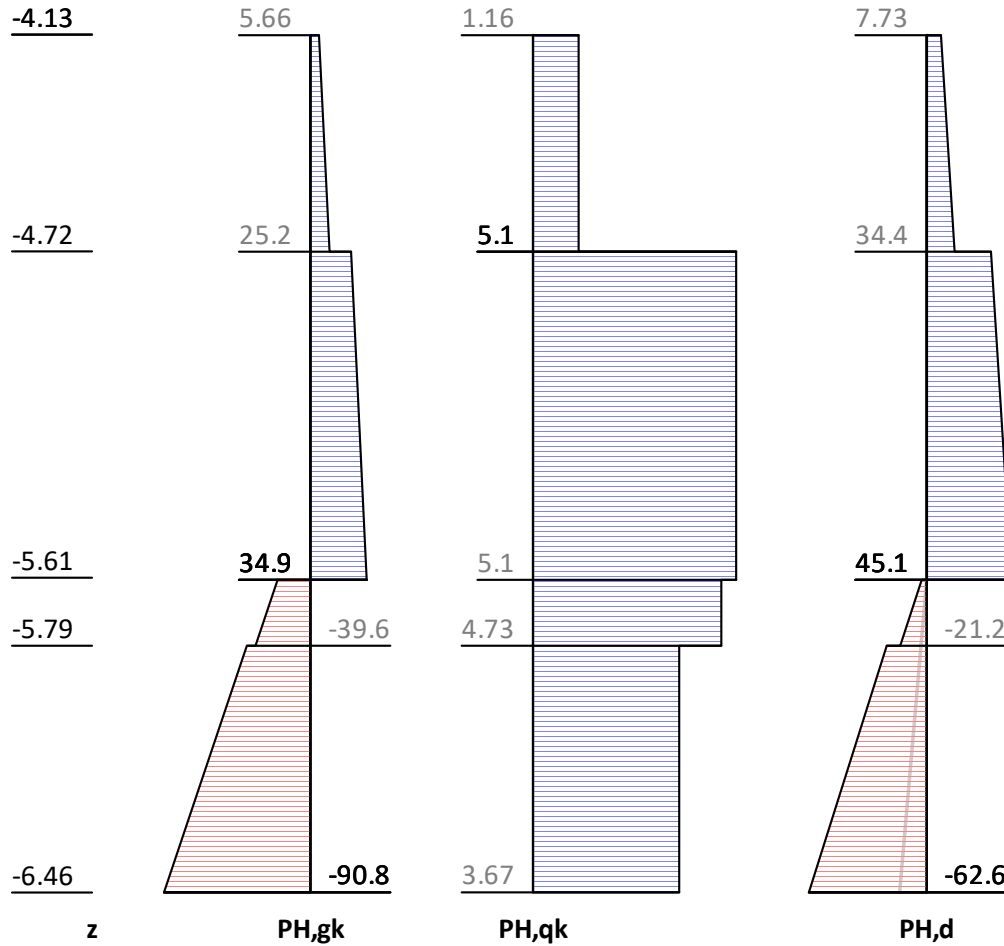
z [m]	eph, G, k [kN/m²]	eah, G, k [kN/m²]	eah, PG, k [kN/m²]	eah, PQ, k [kN/m²]	eah, d [kN/m²]
-4.13		0.00	5.66	1.16	7.73
-4.72		6.44	5.66	1.16	14.81
-5.61	-0.00	16.15	18.79	5.10	34.38
-5.79	-71.73	14.43	17.39	4.73	41.15
	-92.95	16.18	17.39	4.73	43.07
	-92.95	16.18	12.22	3.67	36.01

z [m]	eph,G,k [kN/m2]	eah,G,k [kN/m2]	eah,PG,k [kN/m2]	eah,PQ,k [kN/m2]	eah,d [kN/m2]
-6.46	-171.91	22.69	12.22	3.67	43.17

Eph,G,k: -103.55, Eph,PG,k: 0.00 [kN/m]  
 Eah,G,k: 27.73, Eah,PG,k: 31.38, Eah,PQ,k: 8.53, Eah,d: 76.11

**H-Druck auf statisches System**

Mobilisierungsgrad: Ep,gk 73, Ep,qk 73, Ep,d 100 [%]

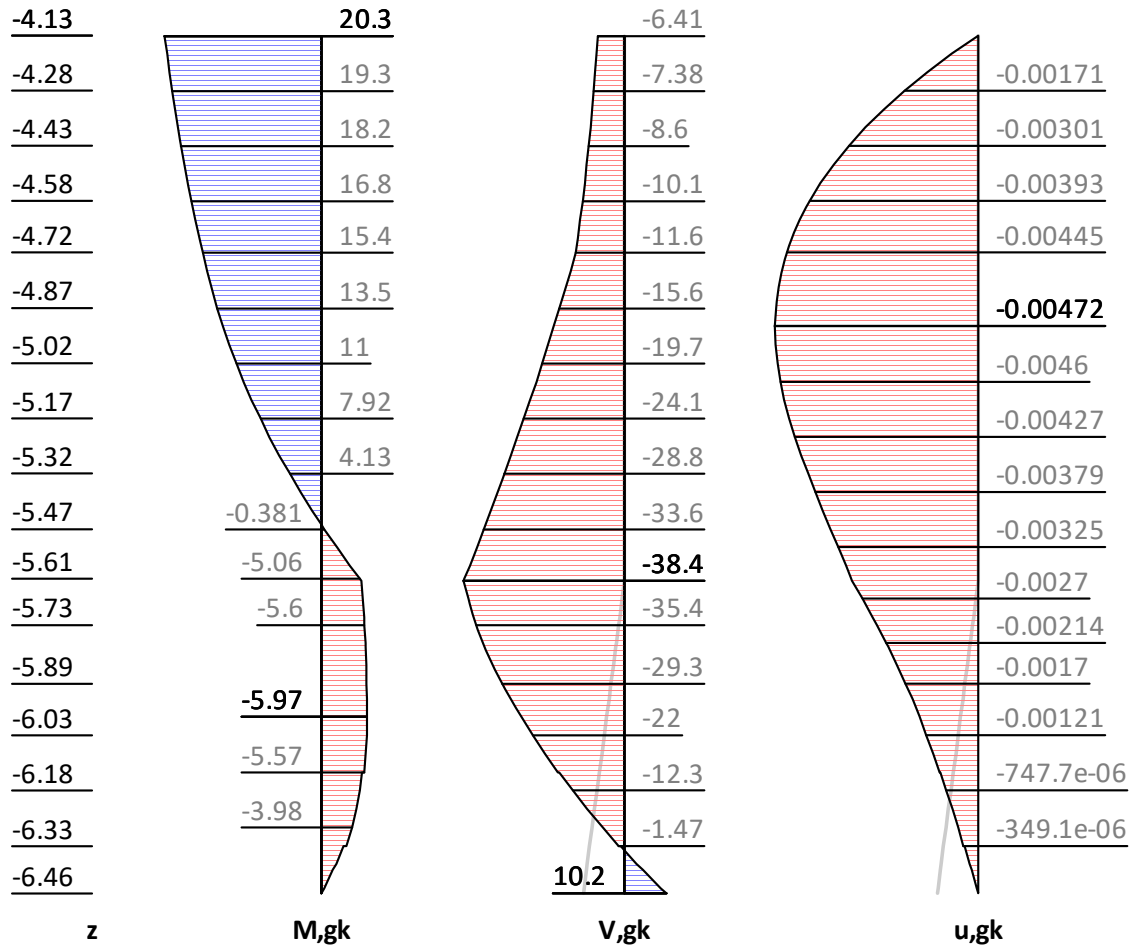


z [m]	PH,gk [kN/m2]	PH,qk [kN/m2]	PH,d [kN/m2]
-4.13	5.66	1.16	7.73
-4.72	12.10	1.16	14.81
-5.61	25.23	5.10	34.38
-5.61	34.89	5.10	45.00
-5.61	34.94	5.10	45.06
-5.79	-20.65	4.73	-3.00
-5.79	-34.42	4.73	-14.13
-5.79	-39.59	3.67	-21.19
-6.46	-90.85	3.67	-62.62

**Schnittgrößen: Ständig, charakteristisch**

z= -4.130. Fx= 6.410 kN/m Abstützung  
 z= -6.460. Fx= 10.230 kN/m Abstützung, Fußauflagerung

Mobilisierungsgrad: Ep,gk 73 [%]



z [m]	H, g, k [kN/m <sup>2</sup> ]	M, g, k [kNm/m]	V, g, k [kN/m]	N, g, k [kN/m]	u, g, k [mm]
-4.13	5.66	20.30	-6.41	-140.00	0.00
-4.28	12.10	19.3	-7.38	-150.72	-0.00
-4.43	18.2	18.2	-8.6	-150.72	-0.00
-4.58	16.8	16.8	-10.1	-154.79	-0.00
-4.72	15.4	15.4	-11.6	-165.73	-0.00
-4.87	13.5	13.5	-15.6	-168.82	-0.00
-5.02	11	11	-19.7	-178.03	-0.00
-5.17	7.92	7.92	-24.1	-178.03	-0.00
-5.32	4.13	4.13	-28.8	-189.67	-0.00
-5.47	-0.381	-0.381	-33.6	-200.14	-0.00
-5.61	-5.06	-5.06	-38.4	-200.65	-0.00
-5.73	-5.6	-5.6	-35.4	-216.71	-0.00
-5.89	-5.97	-5.97	-29.3	-217.31	-0.00
-6.03	-5.57	-5.57	-22	-218.34	-0.00
-6.18	-3.98	-3.98	-12.3	-229.47	-0.00
-6.33	-3.98	-3.29	-1.47		
-6.46	-90.85	0.00	10.23		

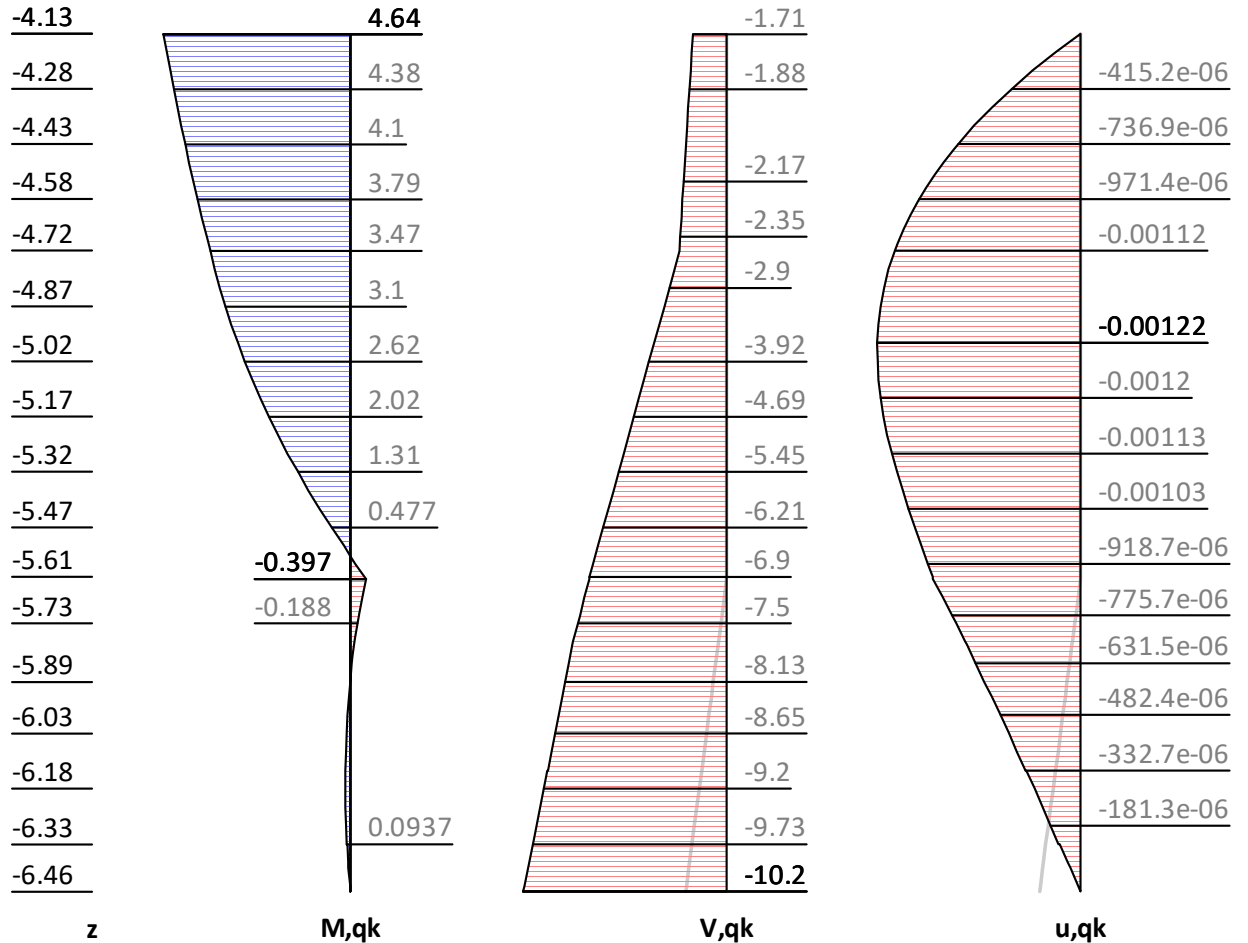
**Schnittgrößen: Veränderlich, charakteristisch**

Verfahren EB 82-4 ( $Q = [G+Q] - G$ ).

$z = -4.130$ .  $F_x = 1.708$  kN/m Abstützung

$z = -6.460$ .  $F_x = -10.236$  kN/m Abstützung, Fußauflagerung

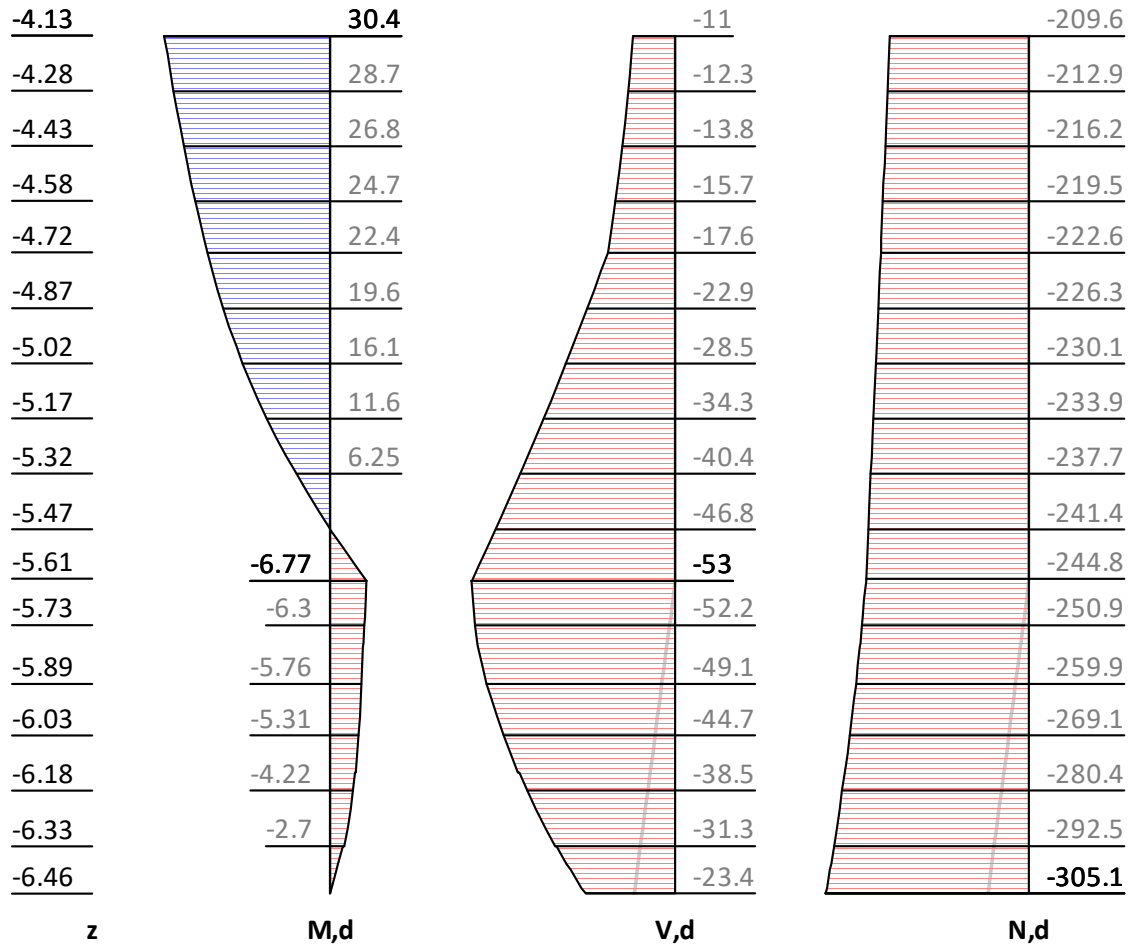
Mobilisierungsgrad:  $E_p, q_k$  73 [%]



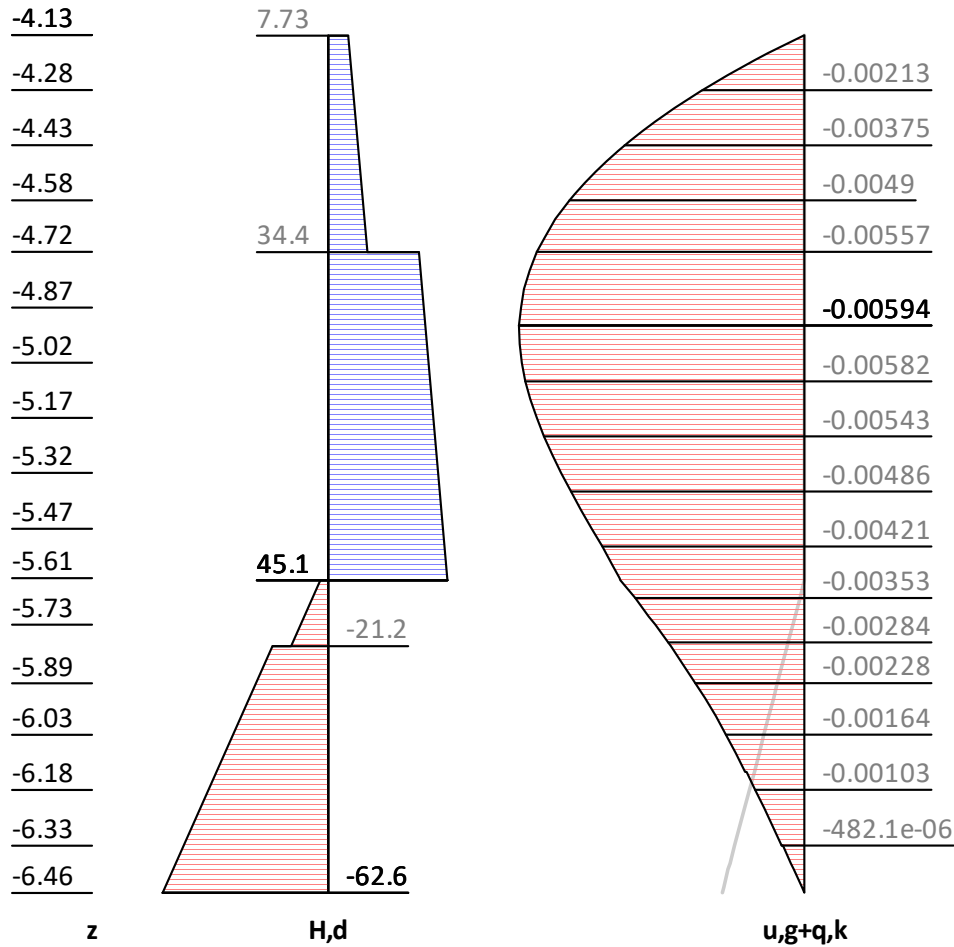
z [m]	H, q, k [kN/m]	M, q, k [kNm/m]	V, q, k [kN/m]	N, q, k [kN/m]	u, q, k [mm]
-4.13	1.16	4.64	-1.71	-32.00	0.00
-4.72	1.16	3.47	-2.39	-32.11	-0.00
-4.97	5.10	3.47	-2.39	-32.11	-0.00
-5.55	5.10	0.00	-3.67	-32.32	-0.00
-5.61	5.10	-0.36	-6.61	-32.80	-0.00
-5.79	4.73	-0.40	-6.93	-32.85	-0.00
-5.89	4.73	-0.10	-7.78	-32.99	-0.00
-5.89	3.67	-0.10	-7.78	-32.99	-0.00
-5.89	3.67	0.00	-7.78	-32.99	-0.00
-6.13	3.67	0.00	-8.13	-33.05	-0.00
-6.13	3.67	0.13	-9.00	-33.19	-0.00
-6.18	3.67	0.13	-9.03	-33.20	-0.00
-6.18	3.67	0.13	-9.20	-33.23	-0.00
-6.33	3.67	0.09	-9.73	-33.31	-0.00
-6.33	3.67	0.09	-9.76	-33.32	-0.00
-6.46	3.67	0.00	-10.24	-33.40	0.00

**Schnittgrößen: Design**

z= -4.130. Fx= 10.968 kN/m Abstützung  
 z= -6.460. Fx= -23.352 kN/m Abstützung, Fußauflagerung



mb-Viewer Version 2024 - Copyright 2023 - mb-AEC Software GmbH



z [m]	H,d [kN/m]	M,d [kNm/m]	V,d [kN/m]	N,d [kN/m]	u,g+q,k [mm]
-4.13	7.73	30.39	-10.97	-209.60	0.00
-4.72	14.81	22.44	-17.62	-222.56	-0.01
	34.38	22.44	-17.62	-222.56	-0.01
-4.92	36.77	18.54	-24.74	-227.59	-0.01
-5.47	43.32	-0.00	-46.74	-241.41	-0.00
-5.61	45.00	-6.52	-52.74	-244.84	-0.00
	-3.00	-6.77	-52.97	-244.96	-0.00
-5.79	-14.13	-6.10	-51.43	-254.26	-0.00
	-21.19	-6.10	-51.43	-254.26	-0.00
-6.13	-42.22	-4.80	-40.93	-276.19	-0.00
	-42.22	-4.58	-40.65	-276.70	-0.00
-6.33	-54.58	-2.70	-31.33	-292.53	-0.00
	-54.58	-2.39	-30.97	-293.11	-0.00
-6.46	-62.62	-0.00	-23.35	-305.06	0.00

### Erdstatische Nachweise

#### Nachweis des Erdauflegers

Nachweis: Mobilisierbarer Erdwiderstand ist ausreichend für Erdauflegerkraft.

z: 0.00 m

$\gamma_{Re} = 1.300 / 0.8 = 1.625$

$R_d = E_{ph,k} / \gamma_{Re} = 103.55 / 1.625 = 63.72 \text{ [kN/m]}$

$Ed(U_{h,d}) / R_d = 0.00 / 63.72 = 0.000 \text{ [-]}. \text{ Nachweis erfüllt}$

**Summe der H- und V-Kräfte, (G)**

Kräfte bis Tiefe z: -6.46

Pos.	H	V
H/V-Druck G+P+W,k	59.11	5.14
Wandgewicht		47.52
H/V-Druck passiv		-0.00
Σ Wandlasten		140.00
Abstützung z: -4.13	3.06	
Bh,g,k z=0.00		0.00
Fußauflagerung z: -6.46	-62.17	
Σ	0.00	192.66 (nach unten)

**Nachweis, EAB EB 9-1**

Vertikalkomponente des Erdwiderstands ist geringer als die nach unten gerichteten Vertikalkräfte.

$$V_k \geq B_{vk}: 192.66 \geq 0.00 \text{ Nachweis erfüllt}$$

**Summe der H- und V-Kräfte, (G+Q)**

Kräfte bis Tiefe z: -6.46

Pos.	H	V
H/V-Druck G+P+W,k	67.64	6.54
Wandgewicht		47.52
H/V-Druck passiv		-0.00
Σ Wandlasten		172.00
Abstützung z: -4.13	4.76	
Bh,g,k z=0.00		0.00
Bh,q,k z=0.00		0.00
Fußauflagerung z: -6.46	-72.40	
Σ	0.00	226.06 (nach unten)

**Nachweis, EAB EB 9-1**

Vertikalkomponente des Erdwiderstands ist geringer als die nach unten gerichteten Vertikalkräfte.

$$V_k \geq B_{vk}: 226.06 \geq 0.00 \text{ Nachweis erfüllt}$$

**Bemessung (Kombination: [GEO] A1+M1+R2, BS-T)**

**Bodenverfestigung nach DIN 4093**

Spannungsnachweis

z [m]	M <sub>d</sub> [-]	N <sub>d</sub> [-]	V <sub>d</sub> [-]	M <sub>gk</sub> [-]	N <sub>gk</sub> [-]	M <sub>qk</sub> [-]	N <sub>qk</sub> [-]	μ,σ [-]	μ,τ [-]	μ,e [-]
-4.13	30.4	-209.6	-11.0	20.3	-140.0	4.6	-32.0	0.29	0.04	0.58
-5.46	0.5	-241.1	-46.3	-0.0	-165.7	0.5	-32.7	0.20	0.14	0.02
-5.47	-0.0	-241.4	-46.7	-0.4	-166.0	0.5	-32.7	0.20	0.14	0.01
-5.55	-3.7	-243.4	-50.2	-3.0	-167.6	0.0	-32.8	0.21	0.15	0.07
-5.61	-6.5	-244.8	-52.7	-5.1	-168.7	-0.4	-32.9	0.22	0.16	0.12
	-6.8	-245.0	-53.0	-5.3	-168.8	-0.4	-32.9	0.22	0.16	0.12
-5.89	-5.8	-259.9	-49.1	-5.9	-183.7	0.0	-33.1	0.18	0.11	0.10
-5.98	-5.5	-265.8	-46.3	-6.0	-189.7	0.1	-33.1	0.17	0.10	0.09
-6.13	-4.8	-276.2	-40.9	-5.6	-200.1	0.1	-33.2	0.15	0.07	0.07
	-4.6	-276.7	-40.6	-5.3	-200.6	0.1	-33.2	0.15	0.07	0.07
-6.18	-4.2	-280.4	-38.5	-5.0	-204.4	0.1	-33.2	0.15	0.07	0.06
-6.33	-2.7	-292.5	-31.3	-3.3	-216.7	0.1	-33.3	0.14	0.05	0.03
	-2.4	-293.1	-31.0	-2.9	-217.3	0.1	-33.3	0.14	0.05	0.03
-6.46	-0.0	-305.1	-23.4	0.0	-229.5	0.0	-33.4	0.13	0.03	0.00

Ausnutzungsgrad  $\mu_{max} = 0.58 [-]$ . Nachweis erfüllt

### Sohlendrucknachweis(klaffende Fuge, Kippen)

(Kombination: charakteristisch)

#### Lastzusammenstellung

##### Lasten / Kräfte (charakteristisch)

	$\rightarrow F_x$	$\uparrow F_z$	$\curvearrowright M_y$ [kN, m]
Ea,G	-59.11	-5.14	-52.75 (0.0 % E0)
Ea,Q	-8.53	-1.40	-7.90
G,dst	6.41	0.00	-14.94
G,stb	0.00	-187.52	59.74
Q,dst	6.41	0.00	-14.94
Q,stb	0.00	-32.00	11.84
Ep	72.44	-51.14	18.95 (78.4 %)
Ep(100%)	92.38	-65.21	24.16
-----			
$\sigma$	17.63	-277.19	0.01

#### Lasten, design

	$\rightarrow F_x$	$\uparrow F_z$	$\curvearrowright M_y$ [kN, m]
Ea,G	-70.93	-6.17	-63.30 (0.0 % E0)
Ea,Q	-11.09	-1.82	-10.27
G,dst	7.69	0.00	-17.92
G,stb	0.00	-187.52	59.74
Q,dst	8.33	0.00	-19.42
Ep	71.06	-50.16	18.59
-----			
$\sigma$	5.07	-245.67	-32.58

#### Nachweis für Gesamtlasten:

Summe d. Kräfte  $F_x = 17.6$   $F_z = -277.2$   $M_y = 0.0$   
 Breite  $b = 1.50$  m (x-Ri.) Länge  $a = 1.00$  m (y-Ri.)  
 Ausmitte  $e_x = 0.01 / 277.19 = 0.00$  m

KIPPEN: LAST IM KERN  $e_x < b/6$  (  $0.00 < 0.25$  )

$\sigma_{Max,x} = 184.78$  kN/m<sup>2</sup>  $\sigma_{Min,x} = 184.81$  kN/m<sup>2</sup>

$b' = b - 2 \cdot e_x = 1.50 - 2 \cdot -0.00 = 1.50$  m

$\sigma_{\theta,x,r} = F_z / b' / a = 277.2 / 1.50 / 1.00 = 184.80$  kN/m<sup>2</sup>

#### Nachweis für ständige Lasten:

Summe d. Kräfte  $F_x = -22.3$   $F_z = -214.1$   $M_y = 0.0$   
 Breite  $b = 1.50$  m (x-Ri.) Länge  $a = 1.00$  m (y-Ri.)  
 Ausmitte  $e_x = 0.01 / 214.12 = 0.00$  m

KIPPEN: LAST IM KERN  $e_x < b/6$  (  $0.00 < 0.25$  )

$\sigma_{Max,x} = 142.74$  kN/m<sup>2</sup>  $\sigma_{Min,x} = 142.76$  kN/m<sup>2</sup>

$b' = b - 2 \cdot e_x = 1.50 - 2 \cdot -0.00 = 1.50$  m

$\sigma_{\theta,x,r} = F_z / b' / a = 214.1 / 1.50 / 1.00 = 142.75$  kN/m<sup>2</sup>

Ausnutzungsgrad: 0.00

#### Setzungsberechnung nach DIN 4019

(Kombination: charakteristisch)

**Streifenfundament**

Fiktive Fundamentunterkante:  $x_1 = -0.60$   $x_2 = 0.90$  m  
 Maßgebende Einbindetiefe  $d = 2.33$  m  
 Grenztiefe  $z_{gr} =$  nicht vorgegeben  
 Fundamentunterkante  $Z_{uk} = -6.46$  m  
 Fundamentbreite  $B_x = 1.50$  m

**Lastzusammenstellung**

**Lasten / Kräfte (charakteristisch)**

	→Fx	↑Fz	↺My [kN, m]
Ea,G	-59.11	-5.14	-52.75 (0.0 % E0)
Ea,Q	-8.53	-1.40	-7.90
G,dst	6.41	0.00	-14.94
G,stb	0.00	-187.52	59.74
Q,dst	6.41	0.00	-14.94
Q,stb	0.00	-32.00	11.84
Ep	72.44	-51.14	18.95 (78.4 %)
Ep(100%)	92.38	-65.21	24.16
-----			
σ	17.63	-277.19	0.01

**Lasten, design**

	→Fx	↑Fz	↺My [kN, m]
Ea,G	-70.93	-6.17	-63.30 (0.0 % E0)
Ea,Q	-11.09	-1.82	-10.27
G,dst	7.69	0.00	-17.92
G,stb	0.00	-187.52	59.74
Q,dst	8.33	0.00	-19.42
Ep	71.06	-50.16	18.59
-----			
σ	5.07	-245.67	-32.58

**Belastung je lfm Wand**

$F_z = -277.19$  kN  $M_x = 0.00$  kNm  $M_y = 0.01$  kNm

**Berechnung**

Grenztiefe:  $z_{gr} = -10.93$  m

Starre Sohle:

Sohlspannung: keine klaffende Fuge

$e_x/B_x = 1/6.51e+04$

Resultierende Sohlspannung  $\sigma_z$  in kN/m<sup>2</sup>:

links  $x = -0.60$  m  $\sigma_z = 136.91$

mitte  $x = 0.15$  m  $\sigma_z = 136.93$

rechts  $x = 0.90$  m  $\sigma_z = 136.95$

Setzung	x [m]	s [mm]
Starre Sohle:		
links	-0.60	12.6
mitte	0.15	12.6
rechts	0.90	12.6

SOHLVERKANTUNG  $ds = -0.0$  mm  $ds/B_x = 1:-1702532$

KRONENVERSCHIEBUNG  $dx = -0.0 / 1.50 * 2.33 = 0$  mm

Entspricht einer Drehfeder von 10867 kNm

### Gleitnachweis (Kombination: [GEO] A1+M1+R2, BS-T)

#### Lastzusammenstellung

#### Lasten / Kräfte (charakteristisch)

	→Fx	↑Fz	↺My [kN, m]
Ea,G	-59.11	-5.14	-52.75 (0.0 % E0)
Ea,Q	-8.53	-1.40	-7.90
G,dst	6.41	0.00	-14.94
G,stb	0.00	-187.52	59.74
Q,dst	6.41	0.00	-14.94
Q,stb	0.00	-32.00	11.84
-----			
σ	-54.82	-226.06	-18.94

#### Lasten, design

	→Fx	↑Fz	↺My [kN, m]
Ea,G	-70.93	-6.17	-63.30 (0.0 % E0)
Ea,Q	-11.09	-1.82	-10.27
G,dst	7.69	0.00	-17.92
G,stb	0.00	-187.52	59.74
Q,dst	8.33	0.00	-19.42
-----			
σ	-65.99	-195.51	-51.17

Belastung .....: Fx= -66.0 Fy= 0.0 Fz= -226.1 kN/m Wand  
 Sohlreibung .....: Rtx = 226.1\*tan(28.00) = 120.2 kN/m Wand  
 Pass. Erddruck ...: Epk = 20.5 (Faktor=1.00) kN/m Wand  
 δ,p=0  
 (darin enth. Anteil aus Sporn = 0.0 kN/m Wand)  
 Kohäsion .....: Ckx = 0.0 kN/m Wand  
 Td = 66.0  
 Rd = Rtkx/γ,GL + Epk/γ,Re + c/γ,C  
 = 120.2/1.10 + 20.5/1.30 + 0.0/1.10 = 125.0 kN/m Wand

**GLEITEN** Td /Rd = 0.53 < 1.0: Nachweis erbracht. (LF: alle Lasten Typ: BS-T)

Rd(E0) = 120.2/1.10 + 3.9/1.30 + 0.0/1.10 = 112.3 kN/m

Nachweis ist auch mit Erdruchedruck als Widerstand erfüllt.

\*\*\* Hinweis: Kohäsionsanteil aus Benutzereingabe.

### Grundbruchnachweis nach Brinch-Hansen DIN 4017/EN 1997-1

LF: alle Lasten Typ: BS-T (Kombination: [GEO] A1+M1+R2, BS-T)

#### Schichtsystem mit 3 Schichten

Bezeichnung	zOK [m]	Phi [°]	C [kN/m <sup>2</sup> ]	Gamma [kN/m <sup>3</sup> ]	GammaW [kN/m <sup>3</sup> ]
Geschiebemerg	-5.61	-	-	20.50	10.50
Geschiebemerg	-5.61	28.00	10.00	20.50	10.50
Geschiebemerg	-8.00	-	-	20.50	10.50

Wichte oberhalb des Gleitkörpers Gamma,1 = 20.50 kN/m<sup>3</sup> (gewichtet)

Wichte unterhalb des Gleitkörpers Gamma,2 = 20.50 kN/m<sup>3</sup>

Maßgebende Kohäsion C = 10.00 kN/m<sup>2</sup>

Maßgebender Reibungswinkel Phi = 28.00 °

Böschungsnegung Beta = 0.00 °

Fiktive Fundamentunterkante: x1=-0.60 z1=-6.46 x2=0.90 z2=-6.46 m

Breite (x-Richtung) b = 1.50 m

Reduzierte Breite b' = 1.36 m

Maßgebende Einbindetiefe d' = 0.85 m

Modifizierter Sohlreibungswinkel, räumlich: Delta = 11.12°

Lastneigungswi. auf Sohlfläche in X-Z-Ebene: Delta,s = 11.12°



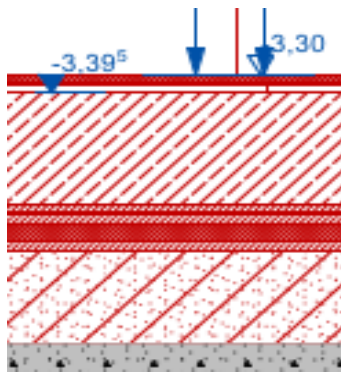
**Pos. UF-2.00 Unterfangung im Bereich der normalen Bodenplatte**

**System** Über das HDI-Verfahren wird ein Unterfangungskörper erzeugt, der den Geländesprung und den Bestand im Bauzustand sichert

Höhensituation für den Anbau im Normalbereich (außerhalb Aufzugs-Unterfahrt)  
 Baunull nach Angabe Architekt

60,55 N ü NN  
 = -3,30 m

Auszug aus dem Schnitt B-B nach /U2/ - Sohle im Sockelgeschoss



Wärmedämmung  
 unter der Sohle

Dicke Fußbodenaufbau	$t_{\text{ausbau}}$	=	0,095 m
Oberkante Bodenplatte	OK_bopla	=	-3,395 m
Dicke Bodenplatte	$h$	=	0,60 m
Unterkante Bodenplatte	UK_bopla	=	-4,00 m
Schichten unter der Bopla	$\Delta t_i$	=	0,305 m
(vgl. Architektendetails, hier aber mit 10cm Unterbetonschicht)			
Unterkante Unterbeton		=	-4,300 m
Bodenaustausch	$h_{\text{austausch}}$	=	0,50 m
Aushub für Bodenaustausch bis		=	-4,800 m

Die Unterkante der bestehenden Gründung wird aus dem Aufmaß des Architekten vom 16.10.2023 abgelesen.

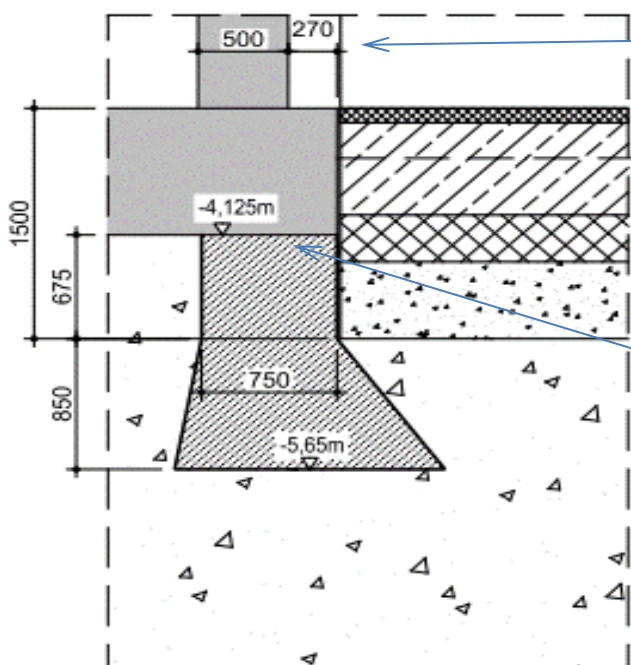
Unterkante der Gründung im Bestand: 56,425 m ü NN --> = -4,125 m

Damit liegt die Ordinate für den Bodenaustausch unter der UK Gründung im Bestand  $\Delta t$  = -0,675 m

Zu beachten ist, dass die Gründung im Bestand immer eine Einbindung von mindestens 50cm aufweisen muss.

Hinweise zum Modell und Querschnitt (idealisiert) der Unterfangung

Die Unterfangung wird am Kopf als gelenkig gelagert angesetzt. Begründung: Die Bodenplatte ist in der Lage Zugkräfte über Reibung abzutragen.



Lagebezug aus Schnitt des Architekten abgegriffen

Wandkopf wird durch Bodenplatte im Bestand gehalten

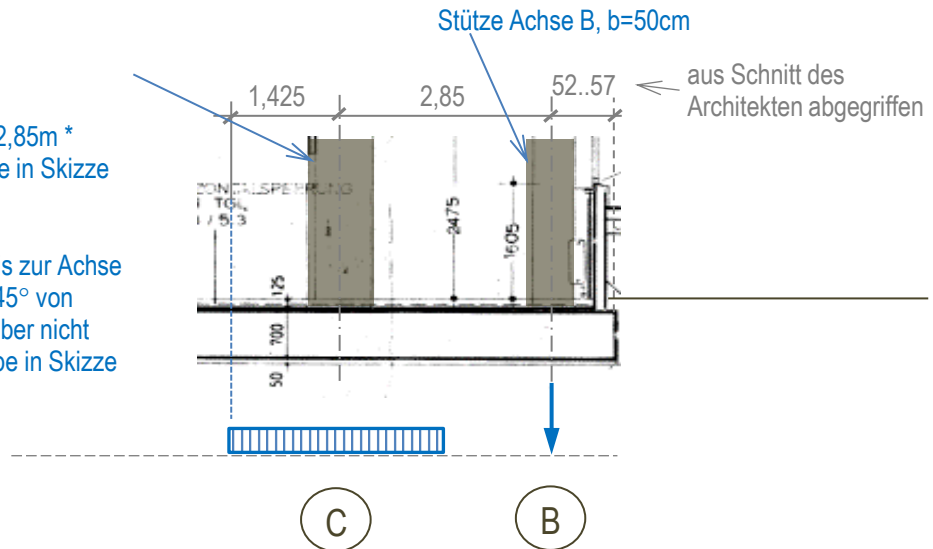
der Unterfangungskörper wird statisch, hier die erdstatischen Nachweise, nicht voll ausgenutzt, damit sollen die Setzungen aus den Unterfangungsarbeiten geringer gehalten werden

Ansatz der Lasten aus dem Bestand  
Schnitt

Stütze Achse C, b=80cm

als Blocklast (bezogen auf  $A = 2,85m \cdot 2,85m = 8,12m^2$ , in grauer Farbe in Skizze weiter unten)

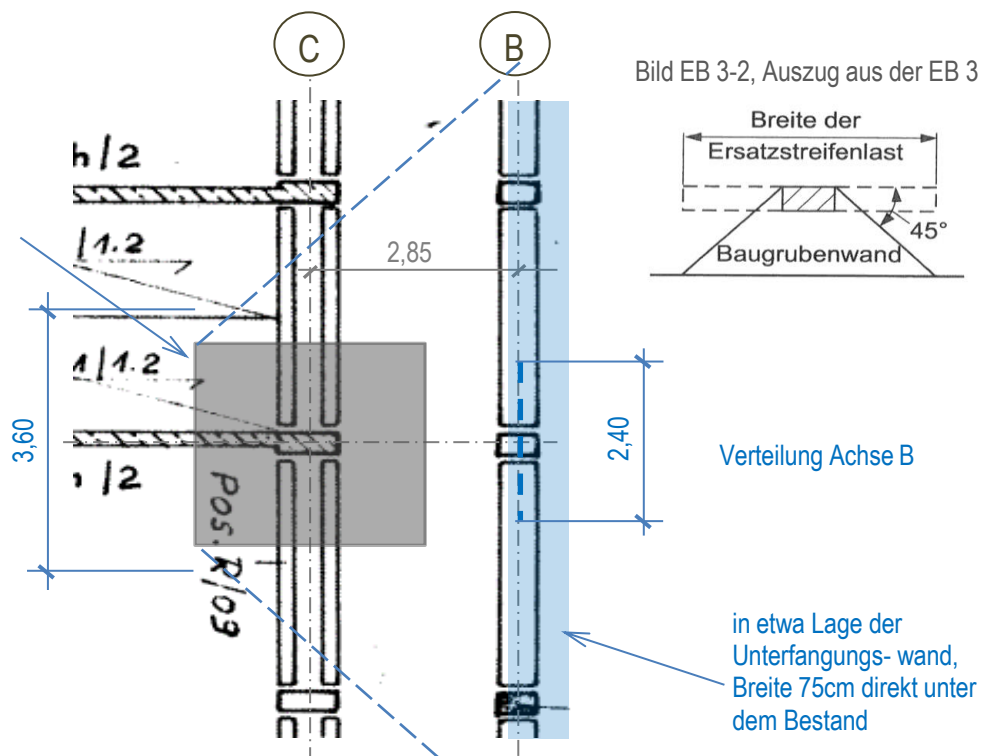
für Unterfangung aber verteilt bis zur Achse B  $\approx$  Unterfangungswand unter  $45^\circ$  von Hinterkante der Blocklast --> aber nicht breiter als 3,60m (in blauer Farbe in Skizze weiter unten)



Grundriss

Blocklast unter Stütze in Achse C

Verteilung Achse C begrenzte Verteilungsbreite zur Unterfangungswand wegen Stützenabstand



**Baustoffe**

Bodenvermörtelung (HDI)  
 Festigkeiten vgl. weiter oben Kap. 1.1 oder EDV-Berechnung

$f_{m,k} = 4,00 \text{ N/mm}^2$

### Belastung

Die Lasten der Achse B werden direkt auf der Wand, am Wandkopf, angesetzt. Die Belastung der Achse C wird als Bodenpressung hinter der Wand, im Abstand der angesetzten Blocklast, angesetzt.

Bodenpressung:

Unter der Stütze in Achse C wird eine blockförmige Bodenpressung angesetzt, vgl. Skizze weiter oben, mit den Abmessungen

$$a_x = a_y = 2,85 \text{ m}$$

$$\text{und bis zur Unterfangungswand verteilt: } a_x = 3,60 \text{ m}$$

Die Einzellast in Achse B, am Rand, wird auch verteilt. Hier wird eine Breite in Längsrichtung angesetzt:

$$a_{x,\text{red}} = (0,70\text{m} + 0,30\text{m} + 0,70\text{m}) + 0,70\text{m} = 2,40 \text{ m}$$

(Lastausbreitung von der Stütze bis UK Bopla zu beiden Seiten) + 1,0-fache Bopla-Dicke

### Eigenlasten

aus Lasten in Achse B, Last am Kopf der Unterfangung, vgl. auch Pos. 1.00, Lastzusammenstellung

$$g_1 = 334,23\text{kN} / 2,4\text{m} = 139,26 \text{ kN/m}$$

aus Lasten in Achse C, Bodenpressung (= Blocklast) unter der Bodenplatte verteilt, vgl. auch Pos 2.00, Lastzusammenstellung

$$g_2 = (583,13\text{kN} / (2,85\text{m} * 2,85\text{m}) / 3,6\text{m}) + 17,1\text{kN/m}^2 = 37,04 \text{ kN/m}$$

Stütze bis Sockelgeschoss + Bopla selber aus Pos. 3-1-L003  $\approx 40,00 \text{ kN/m}$

aus Stahlbetonwand, vgl. Pos. 3.00, Lastzusammenstellung

$$g_3 = (85\text{kN/m} * 2,63\text{m} / 2,85\text{m} * 2,85\text{m}) / 3,6\text{m} = 7,65 \text{ kN/m}$$

Wandlast \* Lastlänge als Blocklast und verteilt - - > Linienlast  $\approx 10,00 \text{ kN/m}$

### Veränderliche Lasten

aus Lasten in Achse B, Last am Kopf der Unterfangung, vgl. auch Pos. 1.00, Lastzusammenstellung

$$q_1 = 76,95\text{kN} / 2,4\text{m} = 32,06 \text{ kN/m}$$

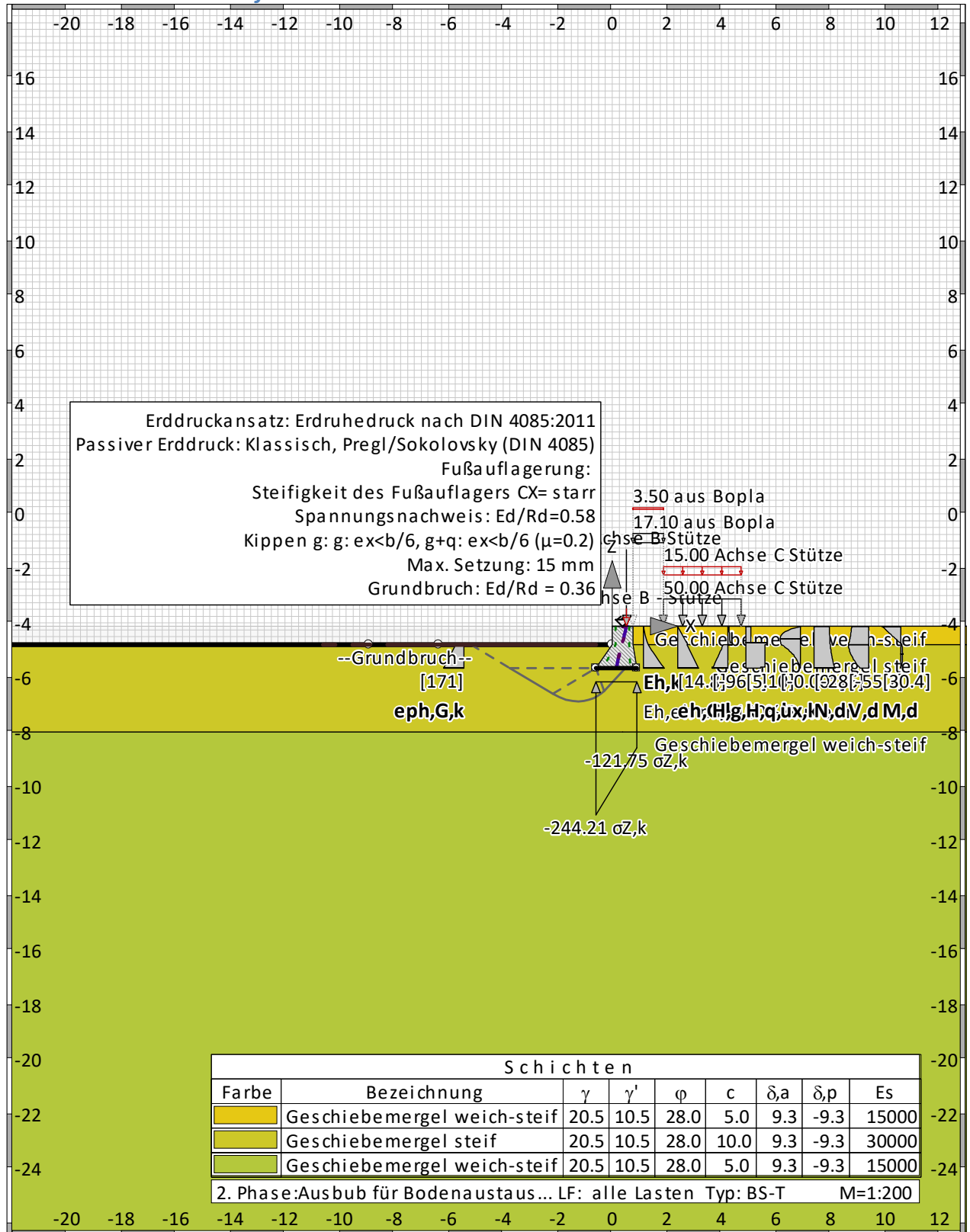
aus Lasten in Achse C, Bodenpressung unter der Bodenplatte, vgl. auch Pos 2.00, Lastzusammenstellung

$$q_2 = (245,7\text{kN} / (2,85\text{m} * 2,85\text{m}) / 3,6\text{m}) + 3,5\text{kN/m}^2 = 11,90 \text{ kN/m}$$

Stütze bis Sockelgeschoss + Bopla selber aus Pos. 3-1-L003  $\approx 15,00 \text{ kN/m}$



**Bauzustand: 1 "Ausbub für Bodenaustausch"**



### Normen

Stahlbetonbemessung : DIN EN 1992-1-1  
 Geotechnische Nachweise : DIN EN 1997 (rev.14)  
 Nationales Anwendungsdokument: DIN EN 1997-1

### Sicherheitsbeiwerte:

#### Erddruck auf die Wand: [GEO] A1+M1+R2

$\gamma$ -	G,dst	E0G	G, stb	Q, dst	Q, stb	phi	coe	cu	g
BS-P	1.350	1.200	1	1.500	0	1	1	1	1
BS-T	1.200	1.100	1	1.300	0	1	1	1	1

#### KE-Mechanismus: [GEO] A2+M2+R3

$\gamma$ -	G,dst g	G, stb a, t	W a, p	Q, dst Gt	Q, stb N	phi Stbl	coe	cu
BS-P	1	1	1	1.300	0	1.250	1.250	1.250
	1	1.100	1.100	1.400	1.400	1		
BS-T	1	1	1	1.200	0	1.150	1.150	1.150
	1	1.100	1.100	1.300	1.300	1		

#### Schnittgrößen: [GEO] A1+M1+R2

$\gamma$ -	G,dst cu	E0G g	W Re	G, stb P	Q, dst	Q, stb	phi	coe
BS-P	1.350	1.200	1.350	1	1.500	0	1	1
	1	1	1.400	1.400				
BS-T	1.200	1.100	1.200	1	1.300	0	1	1
	1	1	1.300	1.400				

#### Gleiten: [GEO] A1+M1+R2

$\gamma$ -	G,dst cu	E0G g	W Rh	G, stb	Q, dst	Q, stb	phi	coe
BS-P	1.350	1.200	1.350	1	1.500	0	1	1
	1	1	1.100					
BS-T	1.200	1.100	1.200	1	1.300	0	1	1
	1	1	1.100					

#### Grundbruch: [GEO] A1+M1+R2

$\gamma$ -	G,dst cu	E0G g	W Rv	G, stb	Q, dst	Q, stb	phi	coe
BS-P	1.350	1.200	1.350	1	1.500	0	1	1
	1	1	1.400					
BS-T	1.200	1.100	1.200	1	1.300	0	1	1
	1	1	1.300					

#### Gleitkreis: [GEO] A2+M2+R3

$\gamma$ -	G,dst g	G, stb Re	Q, dst a, t	Q, stb a, p	W Gt	phi N	coe Stbl	cu
BS-P	1	1	1.300	0	1	1.250	1.250	1.250
	1	1	1.100	1.100	1.400	1.400	1	
BS-T	1	1	1.200	0	1	1.150	1.150	1.150
	1	1	1.100	1.100	1.300	1.300	1	

#### Hydraulischer Grundbruch: [HYD] A1+M1+R1

$\gamma$ -	G,dst	G, stb	Q, dst	H
BS-P	1.050	0.950	1.500	1.900
BS-T	1.050	0.950	1.300	1.900

**Versagen von Bauteilen: [STR] A1+M1+R2**

$\gamma$ -	M	G <sub>tf</sub>	cd	N
BS-P	1.150	1.400	1.400	1.150
BS-T	1.150	1.300	1.300	1.150

**Stabilität: [EQU] A1+M1+R1**

$\gamma$ -	G <sub>dst</sub>	G <sub>stb</sub>	Q <sub>dst</sub>	Q <sub>stb</sub>	phi	coe	cu	g
BS-P	1.100	0.900	1.500	0	1	1	1	1
BS-T	1.050	0.900	1.250	0	1	1	1	1

### Bauzustand: 1 "[1] Ausbub für Bodenaustausch"

LF: alle Lasten Typ: BS-T

[GEO] A1+M1+R2, BS-T

$\gamma, G_{dst}$	$\gamma, E0G$	$\gamma, W$	$\gamma, G_{stb}$	$\gamma, Q_{dst}$	$\gamma, Q_{stb}$	$\gamma, phi$	$\gamma, coe$	$\gamma, cu$
$\gamma, g$	$\gamma, RV$	$\gamma, Rh$	$\gamma, Re$	$\gamma, a_t$	$\gamma, a_p$	$\gamma, N$	$\gamma, Gt$	$\gamma, P$
$\gamma, Gap$	$\gamma, Tilt$	$\gamma, Stbl$						
1.200	1.100	1.200	1.000	1.300	0.000	1.000	1.000	1.000
1.000	1.300	1.100	1.300	1.100	1.100	1.300	1.300	1.400
1.000	1.000	1.000						

### Schichtsystem mit 3 Schichten

Bezeichnung	Geschiebemergel weich-steif	Geschiebemergel steif	
$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20.5	20.5
$\gamma'$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10.5	10.5
$\gamma, R$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20.5	20.5
$\gamma, p$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20.5	20.5
$\gamma', p$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10.5	10.5
$\gamma, R, passiv$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20.5	20.5
$\varphi$	[°]	28	28
$c$	[kN/m <sup>2</sup> ]	5	10
$c, u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	5	10
$c, passiv$	[kN/m <sup>2</sup> ]	5	10
$\delta, a$	[°]	9.3	9.3
$\delta, p$	[°]	-9.3	-9.3
$\delta, ew$	[°]	0	0
$\delta, c$	[°]	9.333333	9.333333
$\tau, gr$	[kN/m <sup>2</sup> ]	175	175
$q, s, k$	[kN/m <sup>2</sup> ]	50	50
$q, b, k$	[kN/m <sup>2</sup> ]	5625	5625
$\Psi, A, max$	[°]	90	90
$Es, \theta$	[kN/m <sup>2</sup> ]	15000	30000
$k$	[cm/s]	1	1

Bezeichnung	Geschiebemergel weich-steif	
$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20.5
$\gamma'$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10.5
$\gamma, R$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20.5
$\gamma, p$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20.5
$\gamma', p$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10.5
$\gamma, R, passiv$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20.5
$\varphi$	[°]	28
$c$	[kN/m <sup>2</sup> ]	5
$c, u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	5
$c, passiv$	[kN/m <sup>2</sup> ]	5
$\delta, a$	[°]	9.3
$\delta, p$	[°]	-9.3
$\delta, ew$	[°]	0
$\delta, c$	[°]	9.333333
$\tau, gr$	[kN/m <sup>2</sup> ]	175
$q, s, k$	[kN/m <sup>2</sup> ]	50
$q, b, k$	[kN/m <sup>2</sup> ]	5625
$\Psi, A, max$	[°]	90
$Es, \theta$	[kN/m <sup>2</sup> ]	15000
$k$	[cm/s]	1

Geländeverlauf:

$x$ [m]	0.00	0.00
$z$ [m]	-4.80	-4.13



**Erddruckbeiwerte kh**

$\varphi$	$\alpha$	$\beta$	$\delta$	$k_{0gh}$	$k_{agh}$	$k_{ach}$	$k_{pgh}$	$k_{pch}$	
28.0	0.0	0.0	9.3	0.531	--	--	--	--	Geschiebemergel weich-steif
28.0	-10.0	0.0	9.3	0.474	--	--	--	--	Geschiebemergel steif
28.0	0.0	0.0	-9.3	--	--	--	3.552	-4.184	"
28.0	0.0	0.0	9.3	0.531	--	--	--	--	"
28.0	35.2	0.0	-9.3	--	--	--	5.749	-7.115	"
28.0	0.0	0.0	-9.3	--	--	--	3.552	-4.184	Geschiebemergel weich-steif
28.0	0.0	0.0	9.3	0.531	--	--	--	--	"

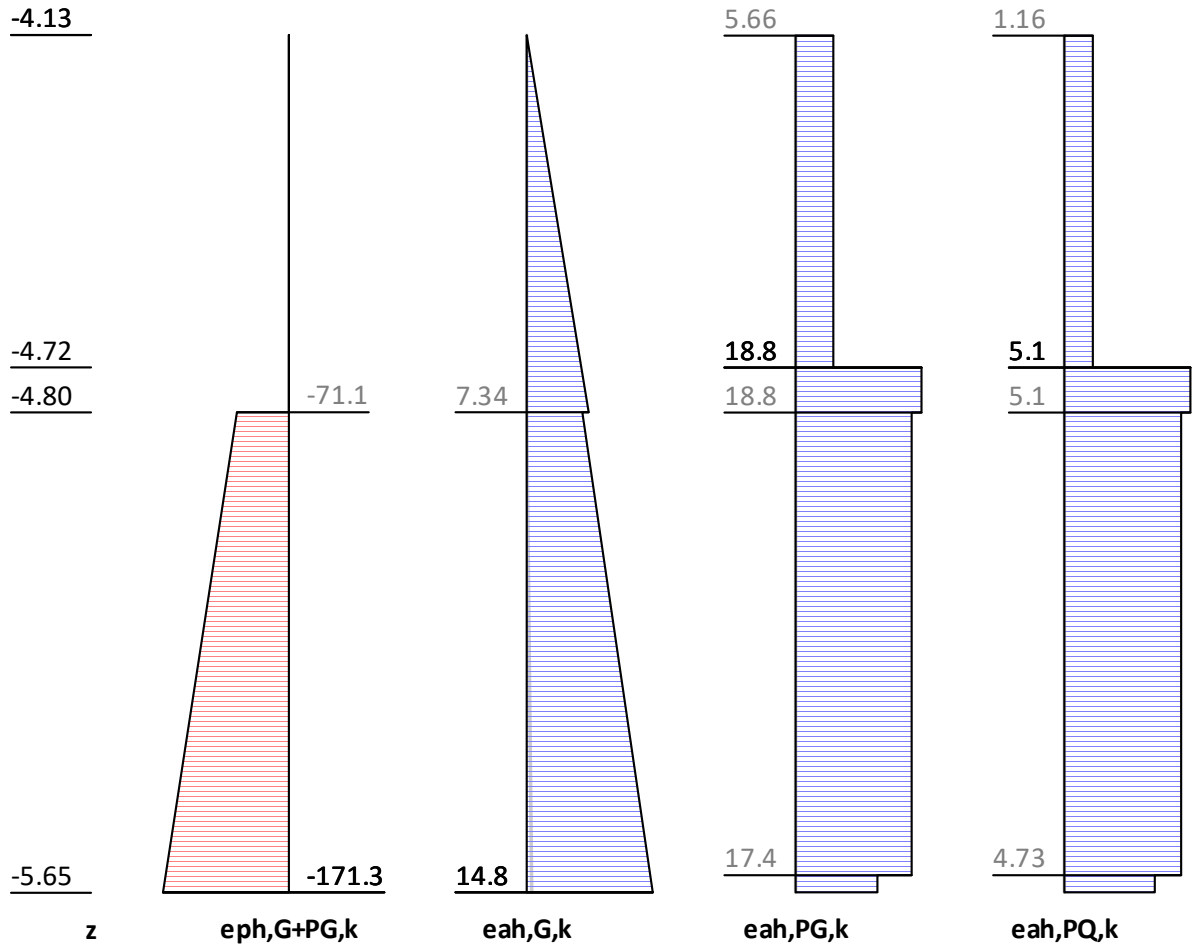
**Wandlänge**

Fußtiefe für Statik:  $z_f = -5.650$

**Statik**

**Erddruck, horizontal**

Drücke charakteristisch, ohne Umlagerung, durchgehende Wand

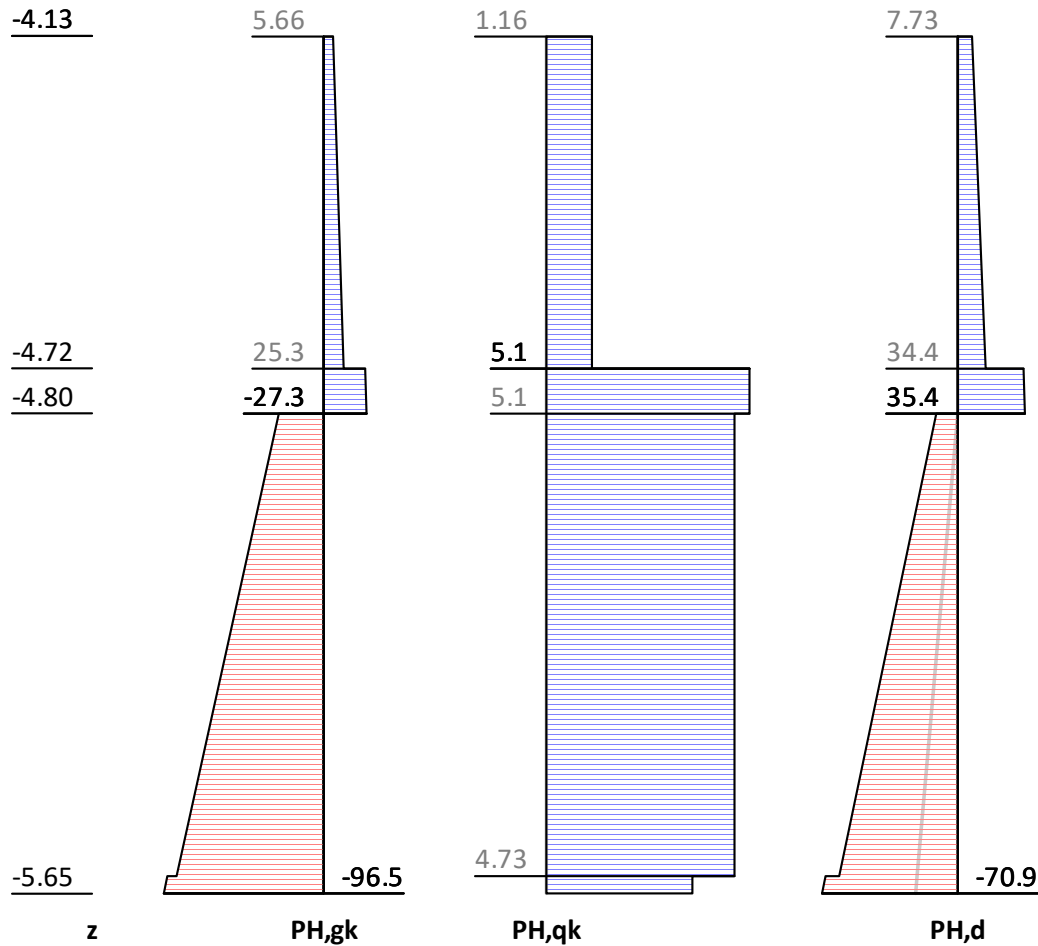


z [m]	eph, G, k [kN/m <sup>2</sup> ]	eah, G, k [kN/m <sup>2</sup> ]	eah, PG, k [kN/m <sup>2</sup> ]	eah, PQ, k [kN/m <sup>2</sup> ]	eah, d [kN/m <sup>2</sup> ]
-4.13		0.00	5.66	1.16	7.73
-4.72		6.46	5.66	1.16	14.84
-4.80	-0.00	6.46	18.79	5.10	34.41
	-71.15	7.34	18.79	5.10	35.37
-5.62	-167.79	6.56	17.39	4.73	32.49
	-167.79	14.53	17.39	4.73	41.26
-5.65	-171.32	14.53	12.22	3.67	34.19
	-171.32	14.82	12.22	3.67	34.51

Eph,G,k: -103.05, Eph,PG,k: 0.00 [kN/m]  
 Eah,G,k: 11.54, Eah,PG,k: 19.47, Eah,PQ,k: 5.08, Eah,d: 40.72

**H-Druck auf statisches System**

Mobilisierungsgrad: Ep,gk 72, Ep,qk 72, Ep,d 100 [%]

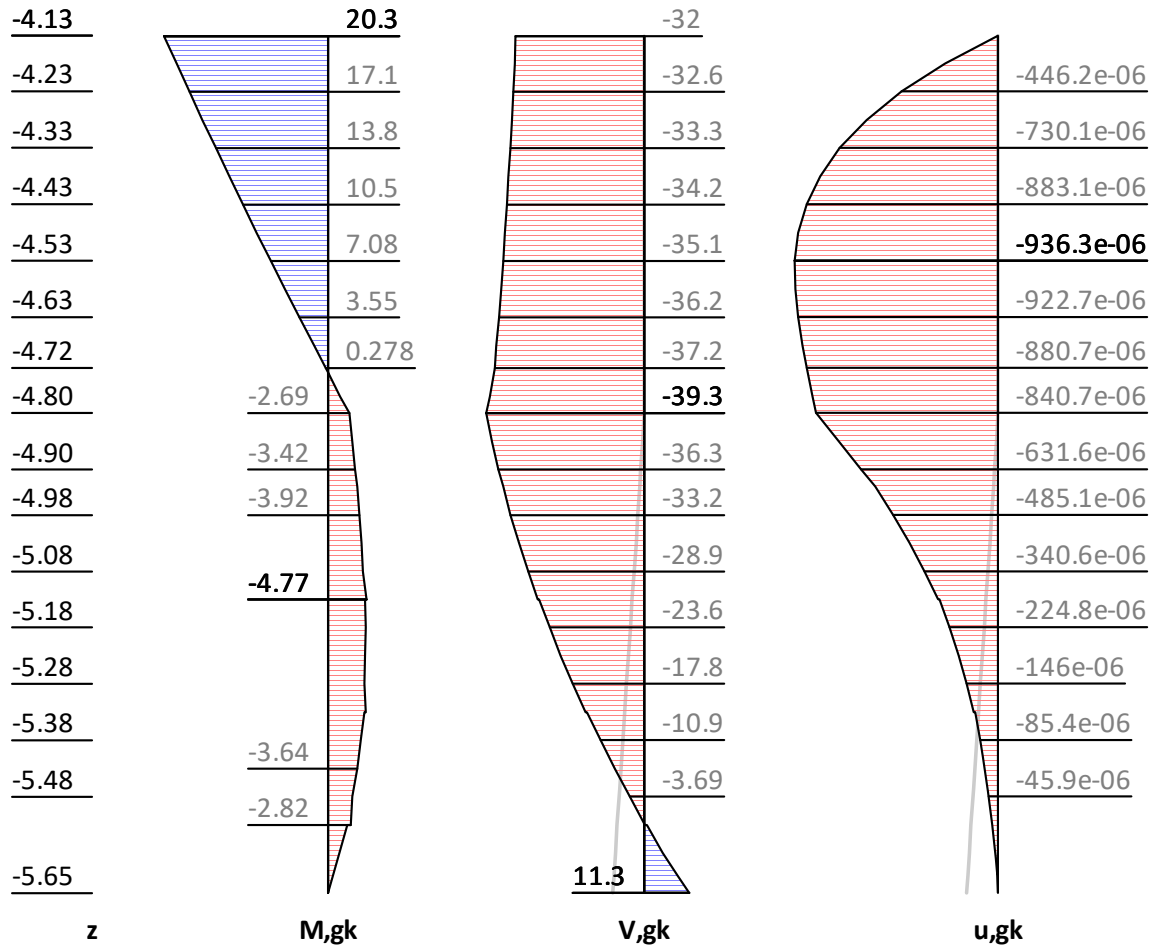


z [m]	PH,gk [kN/m <sup>2</sup> ]	PH,qk [kN/m <sup>2</sup> ]	PH,d [kN/m <sup>2</sup> ]
-4.13	5.66	1.16	7.73
-4.72	12.12	1.16	14.84
-4.80	25.25	5.10	34.41
-4.80	26.13	5.10	35.37
-4.80	-27.34	4.73	-11.29
-5.62	-89.03	4.73	-62.00
-5.62	-94.21	3.67	-69.06
-5.65	-96.46	3.67	-70.92

**Schnittgrößen: Ständig, charakteristisch**

z= -4.130. Fx= 31.978 kN/m Abstützung  
 z= -5.650. Fx= 11.291 kN/m Abstützung, Fußauflagerung

Mobilisierungsgrad: Ep,gk 72 [%]



z [m]	H, g, k [kN/m <sup>2</sup> ]	M, g, k [kNm/m]	V, g, k [kN/m]	N, g, k [kN/m]	u, g, k [mm]
-4.13	5.66	20.30	-31.98	-140.00	0.00
-4.53	10.04	7.08	-35.12	-147.27	-0.00
-4.72	12.12	0.28	-37.22	-150.72	-0.00
-4.73	25.25	0.28	-37.22	-150.72	-0.00
-4.73	25.34	0.00	-37.42	-150.88	-0.00
-4.80	26.13	-2.69	-39.28	-152.35	-0.00
-4.80	-27.34	-2.69	-39.28	-152.35	-0.00
-5.13	-52.17	-4.77	-26.51	-170.13	-0.00
-5.13	-52.17	-4.65	-26.16	-170.56	-0.00
-5.18	-55.93	-4.69	-23.55	-173.79	-0.00
-5.33	-67.21	-4.72	-14.67	-184.35	-0.00
-5.33	-67.21	-4.50	-14.22	-184.86	-0.00
-5.53	-82.09	-2.83	0.00	-200.83	-0.00
-5.53	-82.26	-2.82	0.18	-201.03	-0.00
-5.53	-82.26	-2.46	0.72	-201.62	-0.00
-5.62	-89.03	-0.67	8.43	-209.97	-0.00
-5.62	-94.21	-0.67	8.43	-209.97	-0.00
-5.65	-96.46	0.00	11.29	-212.84	0.00

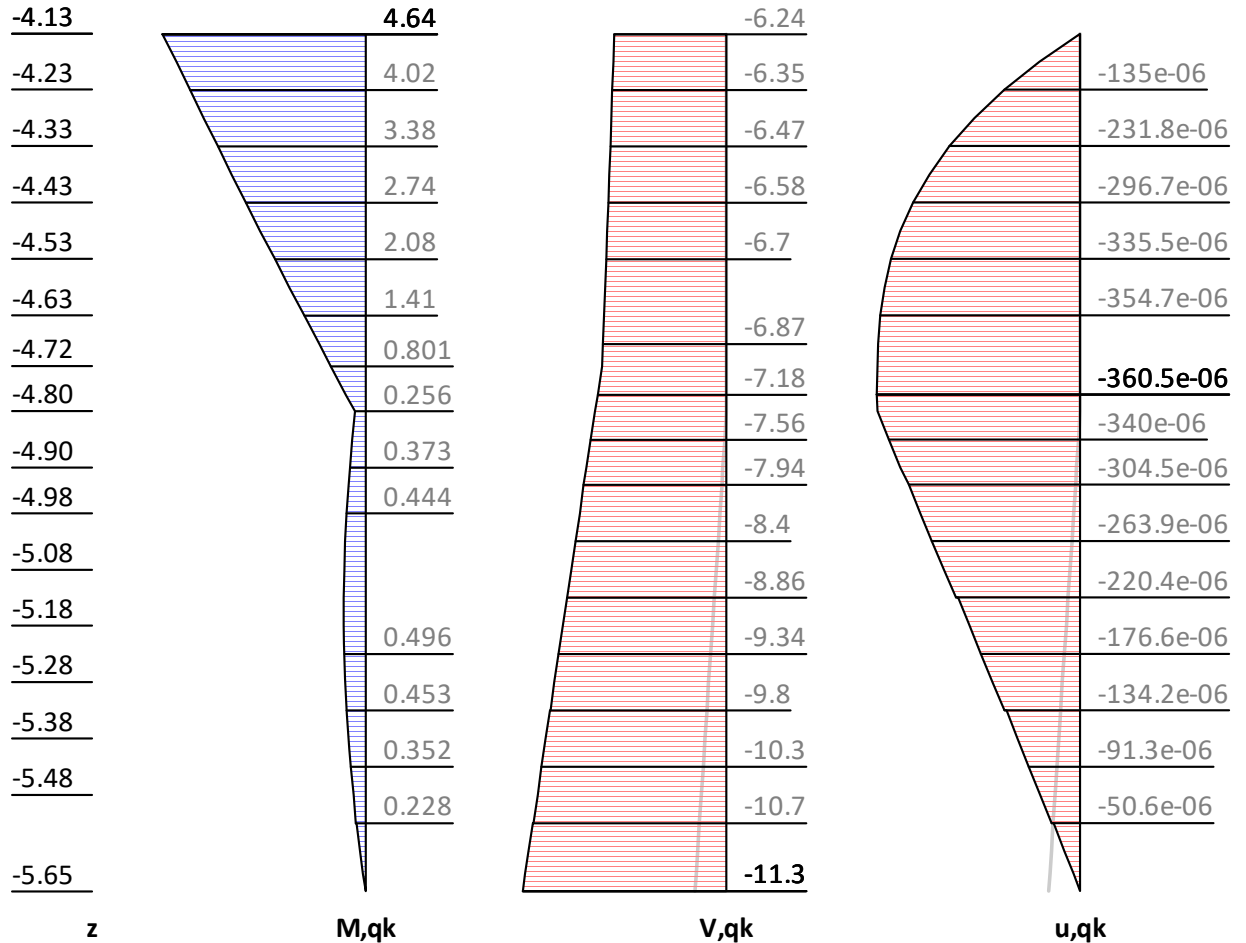
**Schnittgrößen: Veränderlich, charakteristisch**

Verfahren EB 82-4 ( $Q = [G+Q] - G$ ).

$z = -4.130$ .  $F_x = 6.237$  kN/m Abstützung

$z = -5.650$ .  $F_x = -11.313$  kN/m Abstützung, Fußauflagerung

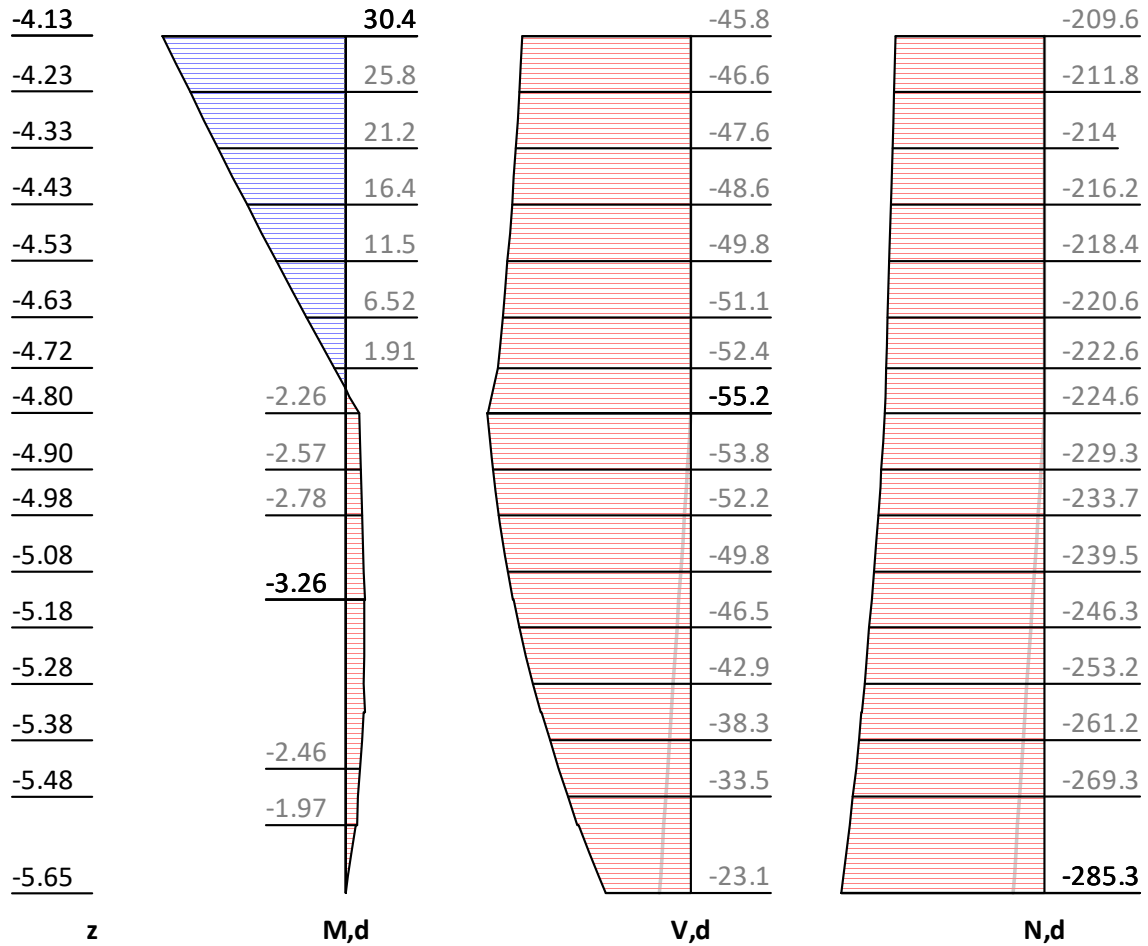
Mobilisierungsgrad:  $E_p, q_k$  72 [%]

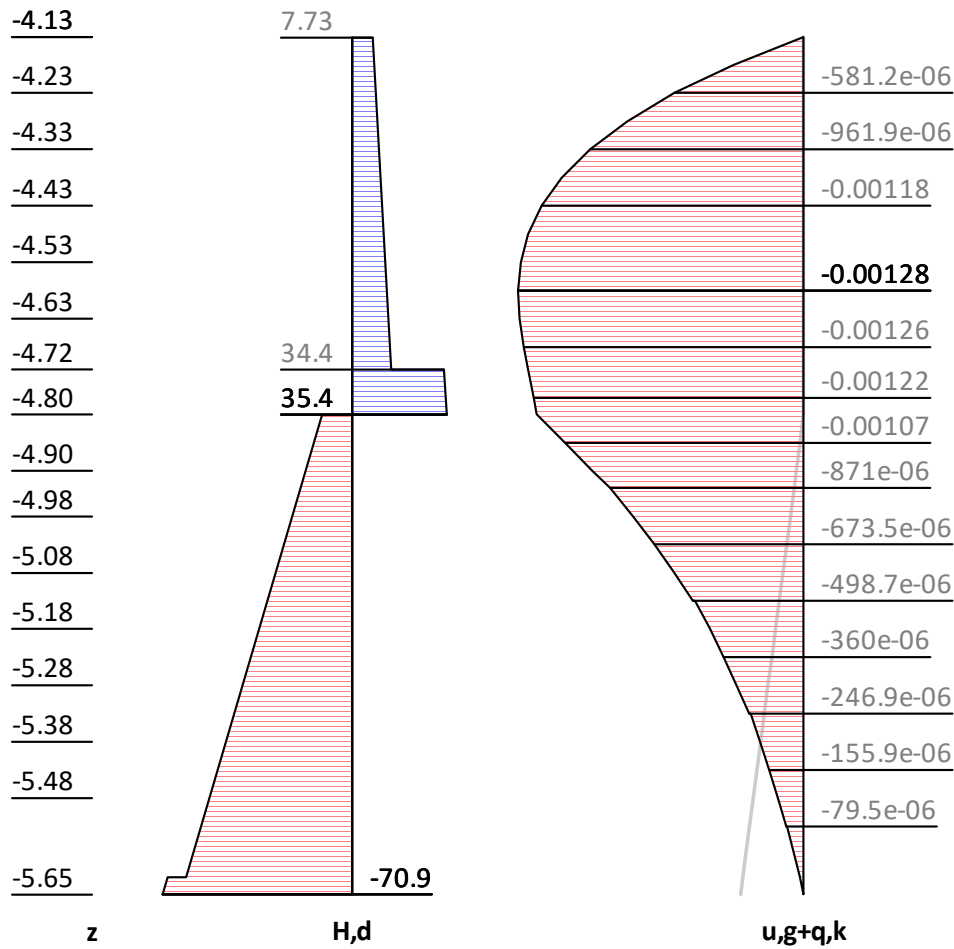


z [m]	H, q, k [kN/m]	M, q, k [kNm/m]	V, q, k [kN/m]	N, q, k [kN/m]	u, q, k [mm]
-4.13	1.16	4.64	-6.24	-32.00	0.00
-4.72	1.16	0.80	-6.92	-32.11	-0.00
	5.10	0.80	-6.92	-32.11	-0.00
-4.77	5.10	0.46	-7.18	-32.15	-0.00
-4.80	5.10	0.26	-7.33	-32.18	-0.00
	4.73	0.26	-7.33	-32.18	-0.00
-5.13	4.73	0.51	-8.86	-32.43	-0.00
	4.73	0.51	-8.89	-32.43	-0.00
-5.33	4.73	0.45	-9.80	-32.58	-0.00
	4.73	0.44	-9.83	-32.59	-0.00
-5.53	4.73	0.23	-10.75	-32.74	-0.00
	4.73	0.21	-10.78	-32.74	-0.00
-5.62	4.73	0.07	-11.20	-32.81	-0.00
	3.67	0.07	-11.20	-32.81	-0.00
-5.65	3.67	0.00	-11.31	-32.83	0.00

**Schnittgrößen: Design**

z= -4.130. Fx= 45.771 kN/m Abstützung  
 z= -5.650. Fx= -23.074 kN/m Abstützung, Fußauflagerung





z [m]	H, d [kN/m]	M, d [kNm/m]	V, d [kN/m]	N, d [kN/m]	u, g+q, k [mm]
-4.13	7.73	30.39	-45.77	-209.60	0.00
-4.58	13.16	9.04	-50.47	-219.48	-0.00
-4.72	14.84	1.91	-52.43	-222.56	-0.00
-4.76	34.41	1.91	-52.43	-222.56	-0.00
-4.80	35.37	-2.26	-55.22	-224.57	-0.00
-4.80	-11.29	-2.26	-55.22	-224.57	-0.00
-5.13	-31.70	-3.26	-48.34	-242.60	-0.00
-5.18	-31.70	-3.16	-48.13	-243.04	-0.00
-5.18	-34.79	-3.16	-46.52	-246.29	-0.00
-5.33	-44.07	-3.22	-40.84	-256.87	-0.00
-5.33	-44.07	-3.04	-40.55	-257.39	-0.00
-5.53	-56.43	-1.97	-30.88	-273.52	-0.00
-5.53	-56.43	-1.70	-30.50	-274.12	-0.00
-5.62	-62.00	-0.44	-25.17	-282.42	-0.00
-5.62	-69.06	-0.44	-25.17	-282.42	-0.00
-5.65	-70.92	0.00	-23.07	-285.27	0.00

### Erdstatische Nachweise

#### Nachweis des Erdaufлагers

Nachweis: Mobilisierbarer Erdwiderstand ist ausreichend für Erdaufлагerkraft.

z: 0.00 m

$\gamma_{Re} = 1.300 / 0.8 = 1.625$

$Rd = Eph_{k/\gamma_{Re}} = 103.05 / 1.625 = 63.41 \text{ [kN/m]}$

$Ed(U_{h,d})/Rd = 0.00 / 63.41 = 0.000 \text{ [-]}. \text{ Nachweis erfüllt}$

#### Summe der H- und V-Kräfte, (G)

Kräfte bis Tiefe z:-5.65

Pos.	H	V
H/V-Druck G+P+W,k	31.02	3.19
Wandgewicht		33.55
H/V-Druck passiv		0.00
$\Sigma$ Wandlasten		140.00
Abstützung z: -4.13	26.96	
B <sub>h,g,k</sub> z=0.00		0.00
Fußauflagerung z: -5.65	-57.98	
$\Sigma$	0.00	176.74 (nach unten)

#### Nachweis, EAB EB 9-1

Vertikalkomponente des Erdwiderstands ist geringer als die nach unten gerichteten Vertikalkräfte.

$V_k \geq B_{vk}: 176.74 \geq -0.00 \text{ Nachweis erfüllt}$

#### Summe der H- und V-Kräfte, (G+Q)

Kräfte bis Tiefe z:-5.65

Pos.	H	V
H/V-Druck G+P+W,k	36.09	4.02
Wandgewicht		33.55
H/V-Druck passiv		0.00
$\Sigma$ Wandlasten		172.00
Abstützung z: -4.13	33.20	
B <sub>h,g,k</sub> z=0.00		0.00
B <sub>h,q,k</sub> z=0.00		0.00
Fußauflagerung z: -5.65	-69.29	
$\Sigma$	0.00	209.57 (nach unten)

#### Nachweis, EAB EB 9-1

Vertikalkomponente des Erdwiderstands ist geringer als die nach unten gerichteten Vertikalkräfte.

$V_k \geq B_{vk}: 209.57 \geq -0.00 \text{ Nachweis erfüllt}$

### Bemessung (Kombination: [GEO] A1+M1+R2, BS-T)

#### Bodenverfestigung nach DIN 4093

Spannungsnachweis

z	M <sub>d</sub>	N <sub>d</sub>	V <sub>d</sub>	M <sub>gk</sub>	N <sub>gk</sub>	M <sub>qk</sub>	N <sub>qk</sub>	$\mu, \sigma$	$\mu, \tau$	$\mu, e$
[m]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
-4.13	30.4	-209.6	-45.8	20.3	-140.0	4.6	-32.0	0.29	0.15	0.58
-4.73	1.5	-222.8	-52.7	0.0	-150.9	0.7	-32.1	0.19	0.15	0.03
-4.76	0.0	-223.5	-53.7	-1.1	-151.5	0.6	-32.1	0.19	0.16	0.04
-4.80	-2.3	-224.6	-55.2	-2.7	-152.4	0.3	-32.2	0.20	0.16	0.07

z [m]	M,d [-]	N,d [-]	V,d [-]	M,gk [-]	N,gk [-]	M,qk [-]	N,qk [-]	$\mu,\sigma$ [-]	$\mu,\tau$ [-]	$\mu,e$ [-]
-4.98	-2.8	-233.7	-52.2	-3.9	-161.4	0.4	-32.3	0.17	0.13	0.08
-5.13	-3.3	-242.6	-48.3	-4.8	-170.1	0.5	-32.4	0.16	0.10	0.08
	-3.2	-243.0	-48.1	-4.6	-170.6	0.5	-32.4	0.16	0.10	0.08
-5.18	-3.2	-246.3	-46.5	-4.7	-173.8	0.5	-32.5	0.15	0.09	0.07
-5.33	-3.2	-256.9	-40.8	-4.7	-184.3	0.5	-32.6	0.14	0.07	0.06
	-3.0	-257.4	-40.6	-4.5	-184.9	0.4	-32.6	0.14	0.07	0.06
-5.53	-2.0	-273.5	-30.9	-2.8	-201.0	0.2	-32.7	0.13	0.05	0.03
	-1.7	-274.1	-30.5	-2.5	-201.6	0.2	-32.7	0.13	0.05	0.03
-5.65	0.0	-285.3	-23.1	0.0	-212.8	0.0	-32.8	0.12	0.03	0.00

Ausnutzungsgrad  $\mu,\max = 0.58$  [-]. Nachweis erfüllt

### Sohldrucknachweis(klaffende Fuge, Kippen)

(Kombination: charakteristisch)

#### Lastzusammenstellung

#### Lasten / Kräfte (charakteristisch)

	$\rightarrow F_x$	$\uparrow F_z$	$\curvearrowright My$ [kN, m]
Ea,G	-31.02	-3.19	-15.80 (0.0 % E0)
Ea,Q	-5.08	-0.83	-2.41
G,dst	31.98	0.00	-48.61
G,stb	0.00	-173.55	56.60
Q,dst	31.98	0.00	-48.61
Q,stb	0.00	-32.00	11.84
Ep	91.94	-64.90	24.02
-----			
$\sigma$	119.80	-274.47	-22.96

#### Lasten, design

	$\rightarrow F_x$	$\uparrow F_z$	$\curvearrowright My$ [kN, m]
Ea,G	-37.22	-3.83	-18.96 (0.0 % E0)
Ea,Q	-6.60	-1.08	-3.13
G,dst	38.37	0.00	-58.33
G,stb	0.00	-173.55	56.60
Q,dst	41.57	0.00	-63.19
Ep	70.72	-49.92	18.48
-----			
$\sigma$	106.85	-228.38	-68.53

#### Nachweis für Gesamtlasten:

Summe d. Kräfte  $F_x = 119.8$   $F_z = -274.5$   $My = -23.0$   
 Breite  $b = 1.50$  m (x-Ri.) Länge  $a = 1.00$  m (y-Ri.)  
 Ausmitte  $e_x = 22.96 / 274.47 = 0.08$  m

**KIPPEN: LAST IM KERN  $e_x < b/6$  (  $0.08 < 0.25$  )**

$\sigma_{\max,x} = 244.21$  kN/m<sup>2</sup>  $\sigma_{\min,x} = 121.75$  kN/m<sup>2</sup>

$b' = b - 2 \cdot e_x = 1.50 - 2 \cdot 0.08 = 1.33$  m

$\sigma_{0,x,r} = F_z / b' / a = 274.5 / 1.33 / 1.00 = 205.95$  kN/m<sup>2</sup>

#### Nachweis für ständige Lasten:

Summe d. Kräfte  $F_x = 30.9$   $F_z = -197.8$   $M_y = 0.0$   
 Breite  $b = 1.50$  m (x-Ri.) Länge  $a = 1.00$  m (y-Ri.)  
 Ausmitte  $e_x = 0.00 / 197.84 = 0.00$  m  
 KIPPEN: LAST IM KERN  $e_x < b/6$  (  $0.00 < 0.25$  )  
 $\sigma_{\text{Max},x} = 131.89$  kN/m<sup>2</sup>  $\sigma_{\text{Min},x} = 131.91$  kN/m<sup>2</sup>  
 $b' = b - 2 \cdot e_x = 1.50 - 2 \cdot -0.00 = 1.50$  m  
 $\sigma_{0,x,r} = F_z/b'/a = 197.8 / 1.50 / 1.00 = 131.90$  kN/m<sup>2</sup>  
**Ausnutzungsgrad: 0.17**

### Setzungsberechnung nach DIN 4019

(Kombination: charakteristisch)

Streifenfundament

Fiktive Fundamentunterkante:  $x_1 = -0.60$   $x_2 = 0.90$  m  
 Maßgebende Einbindetiefe  $d = 1.53$  m  
 Grenztiefe  $z_{gr} =$  nicht vorgegeben  
 Fundamentunterkante  $Z_{uk} = -5.65$  m  
 Fundamentbreite  $B_x = 1.50$  m

### Lastzusammenstellung

#### Lasten / Kräfte (charakteristisch)

	$\rightarrow F_x$	$\uparrow F_z$	$\curvearrowright M_y$ [kN, m]
Ea,G	-31.02	-3.19	-15.80 (0.0 % E0)
Ea,Q	-5.08	-0.83	-2.41
G,dst	31.98	0.00	-48.61
G,stb	0.00	-173.55	56.60
Q,dst	31.98	0.00	-48.61
Q,stb	0.00	-32.00	11.84
Ep	91.94	-64.90	24.02
-----			
$\sigma$	119.80	-274.47	-22.96

#### Lasten, design

	$\rightarrow F_x$	$\uparrow F_z$	$\curvearrowright M_y$ [kN, m]
Ea,G	-37.22	-3.83	-18.96 (0.0 % E0)
Ea,Q	-6.60	-1.08	-3.13
G,dst	38.37	0.00	-58.33
G,stb	0.00	-173.55	56.60
Q,dst	41.57	0.00	-63.19
Ep	70.72	-49.92	18.48
-----			
$\sigma$	106.85	-228.38	-68.53

Belastung je lfm Wand

$F_z = -274.47$  kN  $M_x = 0.00$  kNm  $M_y = -22.96$  kNm

Berechnung

Grenztiefe:  $z_{gr} = -10.77$  m

Starre Sohle:

Sohlspannung: keine klaffende Fuge

$e_x/B_x = 1/17.9$

Resultierende Sohlspannung  $\sigma_{\text{Z}}$  in kN/m<sup>2</sup>:

links  $x = -0.60$  m  $\sigma_{\text{Z}} = 212.95$

mitte  $x = 0.15$  m  $\sigma_{\text{Z}} = 151.72$

rechts  $x = 0.90$  m  $\sigma_{\text{Z}} = 90.48$

Setzung	x [m]	s [mm]
Starre Sohle:		
links	-0.60	15.1
mitte	0.15	13.6
rechts	0.90	12.1

SOHLVERKANTUNG  $ds = 3.0 \text{ mm}$   $ds/Bx = 1:501$   
 KRONENVERSCHIEBUNG  $dx = -3.0 / 1.50 * 1.52 = -3 \text{ mm}$   
 Entspricht einer Drehfeder von 11498 kNm

### Gleitnachweis (Kombination: [GEO] A1+M1+R2, BS-T)

#### Lastzusammenstellung

#### Lasten / Kräfte (charakteristisch)

	→Fx	↑Fz	↺My [kN, m]
Ea,G	-31.02	-3.19	-15.80 (0.0 % E0)
Ea,Q	-5.08	-0.83	-2.41
G,dst	31.98	0.00	-48.61
G,stb	0.00	-173.55	56.60
Q,dst	31.98	0.00	-48.61
Q,stb	0.00	-32.00	11.84
-----			
σ	27.86	-209.57	-46.98

#### Lasten, design

	→Fx	↑Fz	↺My [kN, m]
Ea,G	-37.22	-3.83	-18.96 (0.0 % E0)
Ea,Q	-6.60	-1.08	-3.13
G,dst	38.37	0.00	-58.33
G,stb	0.00	-173.55	56.60
Q,dst	41.57	0.00	-63.19
-----			
σ	36.13	-178.46	-87.01

\*\*\* Hinweis: Die resultierende H-Kraft wirkt in positiver x-Richtung.  
 Gleitnachweis wird nicht geführt.

\*\*\* Hinweis: Kohäsionsanteil aus Benutzereingabe.

### Grundbruchnachweis nach Brinch-Hansen DIN 4017/EN 1997-1

LF: alle Lasten Typ: BS-T (Kombination: [GEO] A1+M1+R2, BS-T)

#### Schichtsystem mit 3 Schichten

Bezeichnung	zOK [m]	Phi [°]	C [kN/m <sup>2</sup> ]	Gamma [kN/m <sup>3</sup> ]	GammaW [kN/m <sup>3</sup> ]
Geschiebemerg	-4.80	-	-	20.50	10.50
Geschiebemerg	-4.80	28.00	10.00	20.50	10.50
Geschiebemerg	-8.00	-	-	20.50	10.50

Wichte oberhalb des Gleitkörpers  $\gamma_{1,1} = 20.50 \text{ kN/m}^3$  (gewichtet)

Wichte unterhalb des Gleitkörpers  $\gamma_{1,2} = 20.50 \text{ kN/m}^3$

Maßgebende Kohäsion  $C = 10.00 \text{ kN/m}^2$

Maßgebender Reibungswinkel  $\Phi = 28.00^\circ$

Böschungsneigung  $\beta = 0.00^\circ$

Fiktive Fundamentunterkante:  $x_1 = -0.60$   $z_1 = -5.65$   $x_2 = 0.90$   $z_2 = -5.65 \text{ m}$

Breite (x-Richtung)  $b = 1.50 \text{ m}$

Reduzierte Breite  $b' = 1.08 \text{ m}$

Maßgebende Einbindetiefe  $d' = 0.85 \text{ m}$

Modifizierter Sohlreibungswinkel, räumlich:  $\Delta = -7.57^\circ$

Lastneigungswi. auf Sohlfläche in X-Z-Ebene:  $\Delta_s = -7.57^\circ$

**Lastzusammenstellung**

**Lasten / Kräfte (charakteristisch)**

	→Fx	↑Fz	↺My [kN, m]
Ea,G	-31.02	-3.19	-15.80 (0.0 % E0)
Ea,Q	-5.08	-0.83	-2.41
G,dst	31.98	-173.55	7.99
Q,dst	31.98	-32.00	-36.77
-----			
σ	27.86	-209.57	-46.98

**Lasten, design**

	→Fx	↑Fz	↺My [kN, m]
Ea,G	-37.22	-3.83	-18.96 (0.0 % E0)
Ea,Q	-6.60	-1.08	-3.13
G,dst	38.37	-208.26	9.59
Q,dst	41.57	-41.60	-47.80
-----			
σ	36.13	-254.77	-60.30

**Belastung**

Fz,k = -209.57 kN  
 Fx,k = 27.86 kN    Fy,k = 0.00 kN  
 Eph,k = 10.26 kN (50.0 % )  
 Mx,k = 0.00 kNm    My,k = -46.98 kNm    M,Eph,k = 2.91 kNm  
 Fz,d = -254.77 kN    My,d = -60.30 kNm

**Berechnung**

Tragfähigkeitsbeiwerte: Nc0 = 25.80    Nd0 = 14.72    Nb0 = 7.29  
 Formbeiwerte: Nuec = 1.00    Nued = 1.00    Nueb = 1.00  
 Lastneigungsbeiwerte: Kapc = 1.22    Kapd = 1.20    Kapb = 1.44  
 Geländeneigungsbeiwerte: Lamc = 1.00    Lamd = 1.00    Lamb = 1.00  
 Sohlneigungsbeiwerte: Xic = 1.00    Xid = 1.00    Xib = 1.00  
 Tragfähigkeitsbeiwerte: Nc = 31.47    Nd = 17.73    Nb = 10.54  
 Vertikale Einwirkungen: Ed = 254.77  
 Vertikale Widerstände: Rk = 924.95    Sigma,f = 856.94  
 Rd = 924.95 / 1.30 = 711.50 [kN]

**GRUNDBRUCH Ed/Rd = 0.36 < 1.0: Nachweis erbracht.**



1. Deckblatt
2. Inhaltsverzeichnis mit Elementeübersicht
3. Vorbemerkungen
4. Elemente-Datenblatt
5. Elemente

Die Elemente-Reihenfolge in den Einzelzeichnungen entspricht der Reihenfolge der Systemlängen; die Elemente sind Reihe für Reihe geordnet.

DECKEN d=240mm							
SCHEMA	BREITE mm	SPANNWEITEN					
		2400	3600	4800	6000	7200	8400
	600			D 21- 311- 11	D 21- 411- 11	D 21- 511- 11	
			D 21- 212- 11	D 21- 312- 11	D 21- 412- 11	D 21- 512- 11	
	1200			D 21- 321- 11	D 21- 421- 11	D 21- 521- 11	
			D 21- 222- 11	D 21- 322- 11	D 21- 422- 11	D 21- 522- 11	
	1200			D 21- 321- 13	D 21- 421- 13	D 21- 521- 13	
			D 21- 222- 13	D 21- 322- 13	D 21- 422- 13	D 21- 522- 13	
	1200			D 21- 321- 52	D 21- 421- 52	D 21- 521- 52	
			D 21- 222- 52	D 21- 322- 52	D 21- 422- 52	D 21- 522- 52	
	600			D 22- 311- 11	D 22- 411- 11	D 22- 511- 11	
			D 22- 212- 11	D 22- 312- 11	D 22- 412- 11	D 22- 512- 11	
	900			D 22- 321- 11	D 22- 421- 11	D 22- 521- 11	
			D 22- 222- 11	D 22- 322- 11	D 22- 422- 11	D 22- 522- 11	
	1200			D 22- 321- 13	D 22- 421- 13	D 22- 521- 13	
			D 22- 222- 13	D 22- 322- 13	D 22- 422- 13	D 22- 522- 13	
	1200			D 22- 321- 52	D 22- 421- 52	D 22- 521- 52	
			D 22- 222- 52	D 22- 322- 52	D 22- 422- 52	D 22- 522- 52	

HOHLDECKEN



## 3. Vorbemerkung

## 3.1. Allgemeine Hinweise

Die im vorliegenden Decken-Katalog enthaltenen Elemente sind nur für die Stahlbetonskelett-Montage-Bauweise SK Berlin vorgesehen. Eine Verwendung für andere Konstruktionen erfordert eine Überprüfung der Lagerungsbedingungen und aller Sonderbestimmungen, die in den Richtlinien für Konstruktion und Berechnung festgelegt sind. Vor Anwendung, Herstellung, Lagerung, Transport und Montage der Elemente sind die entsprechenden Hinweise und Richtlinien der Normative zu beachten.

## 3.2. Erläuterungen zu den Elemente-Datenblättern

## 3.2.1. Statisches System

Alle Elemente der 240 mm - Decke werden als Einfeldplatte verwendet. Auskragungen sind nicht möglich.

In Richtung der Spannweite ergeben sich folgende geometrische Werte:

Systemlängen  $SL = 3600; 4800; 6000; 7200$  mm

Konstruktionslängen  $KL$

Einriegelsystem  $KL_1 = SL - 50$  mm

Zweiriegelsystem  $KL_2 = SL - 500$  mm

Stützweite  $L$

Einriegelsystem  $L_1 = KL_1 - 75$  mm

Zweiriegelsystem

bei Stützen 650/300  $L_2 = KL_2 - 75$  mm

bei Stützen 800/300  $L'_2 = KL_2 - 150$  mm

Bei der Ermittlung der zul. Belastung wurde die Stützweite  $L'_2$  nicht berücksichtigt.

## 3.2.2. Erläuterungen zu den Belastungsangaben

Es wurden alle Elemente mit einer gleichmäßig verteilten ruhenden Belastung gerechnet. Die Platten dürfen nicht für Decken mit dynamischer Belastung verwendet werden, sofern nicht ein besonderer Nachweis erfolgt.

Außer der Randplatte wurden die Deckenplatten ohne Aufbeton gerechnet. Der Aufbeton (Ringanker) der Randplatte ist im  $g_1$  des Datenblattes enthalten.

HOHLDECKEN

SK

Tragfähigkeitswerte:

- $g_1$  : Eigengewicht einschl. des Vergußbetons der Fugen und Umfassungsaussparung bezogen auf KL
- $g_2$  : Fußbodenaufbau plus untergehängte Decke
- $p$  : Verkehrslast
- $q$  : Gesamttragfähigkeit

Schlaffbewehrte Elemente:

Der angegebene Wert  $g_2$  muß gesondert nachgewiesen werden, da er in der Berechnung mit dem Sicherheitsbeiwert  $v_s = 1,5$  eingegangen ist. Ist  $g_2 > 200 \text{ kp/m}^2$ , so muß die Mehrbelastung bei der Verkehrslast abgezogen werden. (Für  $p \rightarrow v_s = 1,7$ )

Ist  $g_2 < 200 \text{ kp/m}^2$ , so kann der verbleibende Anteil unter Berücksichtigung von  $v_s$  der zul. Verkehrslast zugeschlagen werden.

Spannbeton-Elemente:

Die Werte  $g_2$  und  $p$  sind gleichwertig und müssen nur in ihrer Summe eingehalten werden.

Randplatte:

Die Randplatte erhält eine zusätzliche Belastung aus der Fassade.

Bei Einhaltung der nachfolgend angegebenen Linienlasten für die Außen- und Innenrippen können die in den Datenblättern angegebenen Werte für die Tragfähigkeit voll angesetzt werden.

Außenrippe

- max + 1,760 Mp/m
- min - 0,014 Mp/m

Innenrippe

- min - 0,444 Mp/m
- max + 0,094 Mp/m

Diese Lasten resultieren aus dem Plattengewicht der Außenwandplatte, dem Moment aus dem Eigengewicht der Außenhaut und den Momenten aus Winddruck bzw. Windsog. Diese Lasten sind auf die Systemebene bezogen.

Maximallastfall

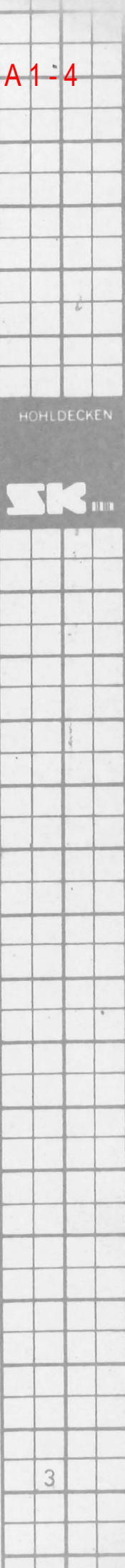
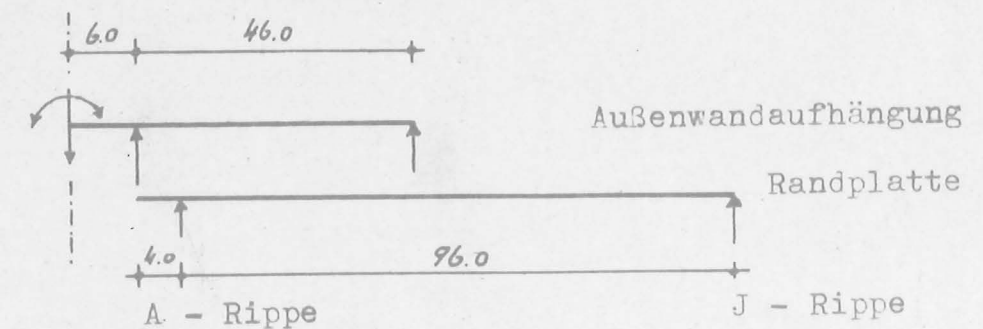
$$\begin{aligned} \xi_{BR} &= 0,900 \text{ Mp/m} \\ M &= + 0,309 \text{ Mpm/m} \end{aligned}$$

Minimallastfall

$$\begin{aligned} \xi_{BR} &= 0,548 \text{ Mp/m} \\ M &= - 0,132 \text{ Mpm/m} \end{aligned}$$

Der max. Lasteinfluß aus der Brüstungsplatte beträgt 1,80 m. Diese Einzellasten werden für die Bemessung des Spiegels berücksichtigt.

Schematische Darstellung des Querschnittes durch die Aufhängung der Außenwandplatte und die Randplatte.



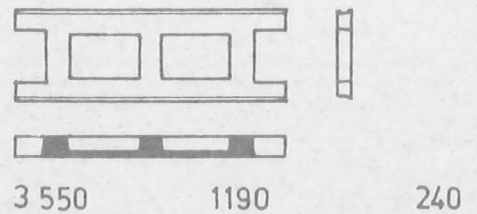
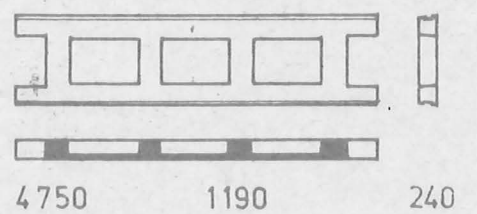
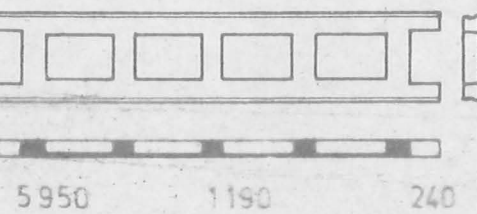
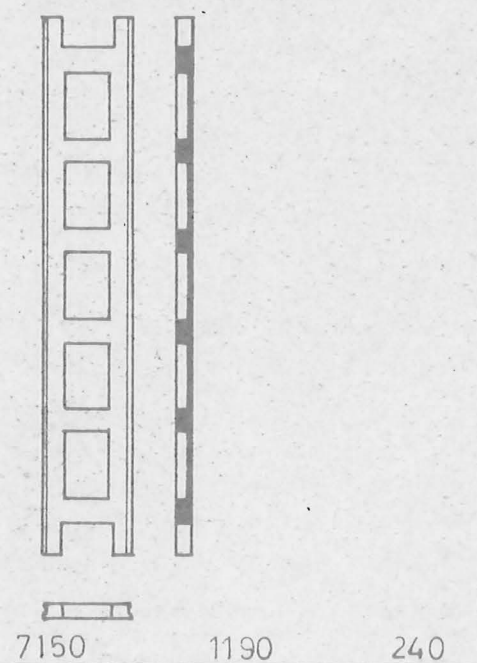

Anlage 01 zur statischen Berechnung

1 Bezeichnung	2 Elemente - Nr.	3 Systemlänge Darstellung schem. Länge Breite Höhe			4 Stück- gew. t	5 Beton m <sup>3</sup>	6 Stahl kg	7 Beton- güte	8 fw Wert	9 Tragfähigkeit [kp/m <sup>2</sup> ]					10 Bemerkungen
		g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	p						q					
Normalplatte	D21-212-11				0,79	0,33	18	B 225	1,0	445	200	1230	1875		
					1,06	0,45	30	B 225	1,0	445	200	1070	1715		
D21-311-11	D21-312-11				1,05	0,45	22	B 225	1,0	445	200	420	1065		
					1,42	0,56	43	B 450	1,0	445	200	780	1425		
D21-411-11	D21-412-11				1,33	0,56	36	B 225	1,0	445	200	470	1115		
					1,66	0,68	37	B 300	1,0	445	200	400	1045	Spannbeton	
D21-511-11	D21-512-11				1,73	0,67	42	B 600	1,0	445	200	750	1395	Spannbeton	



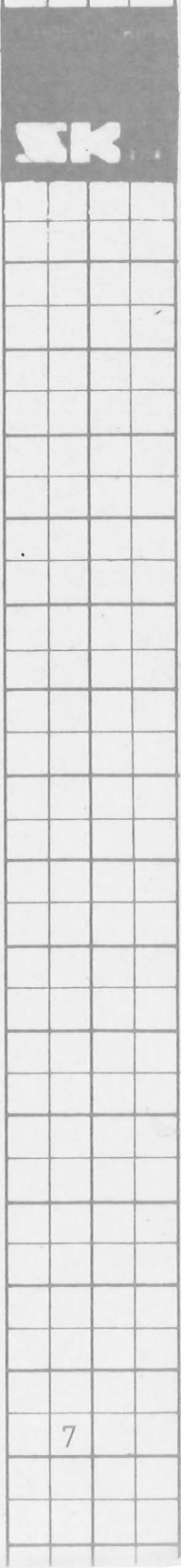
1 Bezeichnung	2 Elemente - Nr.	3 Systemlänge Darstellung schem. Länge Breite Höhe			4 Stück - gew. t	5 Beton m <sup>3</sup>	6 Stahl kg	7 Beton - güte	8 fw Wert	9 Tragfähigkeit kp/m <sup>2</sup>					10 Bemerkungen
		g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	p						q					
Normalplatte	D21-222-11				1,67	0,71	31	B 225	1,0	425	200	1000	1625		
					2,24	0,95	40	B 225	1,0	425	200	400	1025		
	D21-321-11				2,25	0,95	54	B 225	1,0	425	200	1000	1625		
	D21-322-11				2,82	1,19	71	B 225	1,0	425	200	400	1025		
	D21-421-11				2,95	1,19	87	B 300	1,0	425	200	730	1355		
	D21-422-11				3,53	1,43	78	B 300	1,0	446	200	400	1046	Spannbeton	
	D21-521-11				3,61	1,44	82	B 450	1,0	446	200	750	1396	Spannbeton	
	D21-522-11														



1 Bezeichnung	2 Elemente - Nr.	3 Systemlänge Darstellung schem. Länge Breite Höhe			4 Stück- gew. t	5 Beton m <sup>3</sup>	6 Stahl kg	7 Beton- güte	8 fw Wert	9 Tragfähigkeit [kp/m <sup>2</sup> ]					10 Bemerkungen
		g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	P						q					
Stützenum- fassungs- und Installations- platte	D21-222-13	3600 			1,52	0,61	65	B 300	1,0	490	200	1000	1690		
		4800 			2,04	0,82	88	B 300	1,0	480	200	430	1110		
	D21-322-13	6000 			2,06	0,81	106	B 300	1,0	480	200	1040	1720		
	D21-421-13	7200 			2,59	1,02	138	B 300	1,0	480	200	440	1120		
	D21-422-13				2,66	1,02	159	B 450	1,0	480	200	820	1500		
	D21-521-13				3,23	1,24	138	B 600	1,0	470	200	400	1070		Spannbeton
	D21-522-13				3,24	1,23	156	B 600	1,0	470	200	750	1420		Spannbeton
Abdeckplatte	D20-002-13				0,04	0,02	2	B 300	—	—	200	1660			



1 Bezeichnung	2 Elemente - Nr.	3 Systemlänge Darstellung schem. Länge Breite Höhe			4 Stück- gew. t	5 Beton m <sup>3</sup>	6 Stahl kg	7 Beton- güte	8 fw Wert	9 Tragfähigkeit [kp/m <sup>2</sup> ]				10 Bemerkungen
		g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	p						q				
Randplatte														
	D21-222-52	3550	1175	440	1,52	0,59	83	B 450	1,0	680	200	1000	1880	
	D21-321-52				2,12	0,81	127	B 450	1,0	680	200	400	1280	Der Aufbeton ist bei g <sub>1</sub> enthalten
	D21-322-52	4750	1175	440	2,13	0,81	141	B 450	1,0	680	200	1000	1880	
	D21-421-52				2,75	1,03	215	B 450	1,0	680	200	400	1280	Die Belastung aus der Außenwandplatte ist der Vorbemerkung zu entnehmen
	D21-422-52	5950	1175	440	2,76	1,03	234	B 450	1,0	680	200	750	1630	
	D21-521-52				3,46	1,25	333	B 600	1,0	680	200	400	1280	
	D21-522-52				3,49	1,25	363	B 600	1,0	680	200	750	1630	
		7150	1175	440										





Anlage 01 zur statischen Berechnung

1 Bezeichnung	2 Elemente - Nr.	3 Systemlänge Darstellung schem. Länge Breite Höhe			4 Stück- gew. t	5 Beton m <sup>3</sup>	6 Stahl kg	7 Beton- güte	8 fw Wert	9 Tragfähigkeit kp/m <sup>2</sup>					10 Bemerkungen
		g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	p						q					
Normalplatte															
	D22-222-11	3100	1190	240	1,46	0,62	28	B 225	1,0	425	200	1760	2385		
	D22-321-11	4300	1190	240	2,03	0,86	46	B 225	1,0	425	200	610	1235		
	D22-322-11	4300	1190	240	2,03	0,86	50	B 225	1,0	425	200	1350	1975		
	D22-421-11	5500	1190	240	2,60	1,10	66	B 225	1,0	425	200	620	1245		
D22-422-11	5500	1190	240	2,73	1,10	81	B 300	1,0	425	200	950	1575			
	D22-521-11	6700	1190	240	3,30	1,34	75	B 300	1,0	425	200	545	1191		Spannbeton
	D22-522-11	6700	1190	240	3,38	1,34	84	B 450	1,0	446	200	950	1596		Spannbeton

1 Bezeichnung	2 Elemente - Nr.	3 Systemlänge Darstellung schem. Länge Breite Höhe			4 Stück- gew. t	5 Beton m <sup>3</sup>	6 Stahl kg	7 Beton- güte	8 fw Wert	9 Tragfähigkeit [kp/m <sup>2</sup> ]					10 Bemerkungen
		g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	p						q					
Stützenum- fassungs- und Installations- platte	D22-222-13				1,38	0,55	59	B 300	1,0	490	200	1660	2350		
					1,90	0,76	83	B 300	1,0	480	200	670	1350		
	D22-321-13				1,92	0,76	99	B 300	1,0	480	200	1400	2080		
	D22-322-13				2,45	0,97	130	B 300	1,0	480	200	620	1300		
	D22-421-13				2,51	0,96	150	B 450	1,0	480	200	1060	1740		
	D22-422-13				3,08	1,18	132	B 600	1,0	470	200	550	1220		Spannbeton
	D22-521-13				3,09	1,18	150	B 600	1,0	470	200	940	1610		Spannbeton
	D22-522-13														
Abdeckplatte	D20-002-13				0,04	0,02	2	B 300	—	—	200	1660			



