

- Dipl.-Ing. Wilfried Krüger - Bauingenieur -

Ingenieurbüro
Guhrower Weg 8

03096 Werben / Spreewald

Tel.: 035603 / 70709

Standortsicherheitsnachweise Genehmigungsplanung

Bauvorhaben: FBV Kolkwitz I
Brücke 700 Kunersdorf

Bauherrschaft: Verband für Landentwicklung und
Flurneuordnung Brandenburg
Friedrich Engels Str. 23

14 473 Potsdam

Entwurfsplaner /
Nachweisersteller: DI Wilfried Krüger
Guhrower Weg 8

03096 Werben / Spreewald

Umfang: Seite 1 – 68

aufgestellt: Werben, 13.12.2024 / 10.01.2025

In bautechnischer Hinsicht geprüft

- ☒ Standsicherheit
☐ Brandschutz tragender Bauteile

Prüf-Nr.: 042-250113-1

Cottbus, 24.09.2025

Dr.-Ing. Thomas Pahn
Am Seegraben 17 b • 03151 Cottbus
T 0355 / 58 42 60 • F 0355 / 58 42 659
pb@pahn-ing.de • www.pahn-ing.de

Berechnungsgrundlagen

1. Gegenstand der Planung

1.1. Veranlassung

Der Verband für Landentwicklung und Flurneuordnung Brandenburg führt in der Umgebung der Großgemeinde Kolkwitz das Flurbereinigungsverfahren Kolkwitz I durch. Die Brücke 700, örtlich auch als Neumannsbrücke bezeichnet, erschließt eine größere Grünlandfläche am südlichen Rand des Baruther Urstromtales im Spreewald. Diese ist nur über diese Brücke mit landwirtschaftlichen Fahrzeugen erreichbar. Die Gemeindeverwaltung musste diese Brücke wegen ihres Zustandes bereits für den Straßenverkehr voll sperren.

Die Planung beginnt hier mit der Entwurfsplanung und soll bis zur Genehmigungsplanung (Genehmigungsstatik) geführt werden. Als Vorleistungen liegen die Aufgabenstellung des AG, ein Baugrundgutachten und die Bauvermessung vor.

1.2. Begründung der technischen Lösungen

Hier werden gerammte Duktilpfähle mit Verpressung eingesetzt. Als Planungsprodukt wird der TRM DUKTILRAMMPFAHL nach AbZ: Z-34.25 – 230 zu Grunde gelegt. Es gibt weitere Hersteller und Ausführende mit eigenen Zulassungen. Auch können Pfahlgeometrie und Ausführungsart noch modifiziert werden. Eine Gefährdung umgebender Bebauung ist nicht zu erwarten. Die Bremskräfte werden von schräg gerammten Druckpfählen aufgenommen. Für die nicht ausreichende Auflast wirken die Vertikalpfähle in diesem Fall als Rückverankerung. Die Pfahlbalken werden in monolithischer Stahlbetonbauweise vor Ort ausgeführt. Die Auflagerung der Fertigteilbrückenplatten aus Stahlbeton erfolgt auf Elastomer-Linienlagern. Die Brückenplatten werden vor dem Einbringen des Aufbetons zur Übertragung der Bremskraft mit Schwerlastankern am Pfahlbalken fixiert.

Die Ausführungsstatik für den Oberbau wird mit dem Vergabeverfahren dem Unternehmer übertragen. Hier ist nachzuweisen, dass die Brückenplatte in der Dimension und Materialqualität realisierbar ist. Der Aufbeton wird in WU-Beton realisiert und bekommt eine zusätzliche DSK-Schutzschicht. Das Geländer kommt als Typenlösung nach der Richtzeichnung des RVS. Auf Kappen wird hier verzichtet. Die äußeren Fertigteile erhalten eine kappenförmige Ausbildung, die nur der Wasserführung und als Randschalung für den Aufbeton dient. Die Rückhaltung wird durch einen Schrammbordersatz, in Form eines aufgedübelten Rammschutzbalkens aus Stahlrohr, gelöst.

Im Übergangsbereich in das Gelände wird die Grundbruchsicherheit durch Stützung mit Winkelstützwandelementen gesichert.

Die beschriebene technische Lösung ist durch die örtlichen Verhältnisse begründet. Das ist zum einen, die von Anfang Oktober bis Ende Februar beschränkte Bauzeit, als auch die

Ausdehnbarkeit des Baubereiches. Durch die gewählte Bauweise wird der Eingriff in den Wurzelraum und die erforderliche Grundwasserbewegung minimiert.

2. Berechnungsgrundlagen

- Aufgabenstellung des AG – Niederschrift vom 24.09.2024
- Geotechnischer Bericht m. Anlagen v.
- EC O/NA Grundlagen der Tragwerksplanung
- dazu Anhang A 2 Anwendung für Brücken
- EC 1 – 1 – 1 / NA – E 1 – 1 – 7 / NA Einwirkungen auf Tragwerke mit ...
- EC 1 – 2 / NA Verkehrslasten auf Brücken
- EC 2 – 1 – 1 / NA Allgemeine Bemessungsregeln ...
- EC 2 – 2 / NA Brücken
- EC 7 – 1 Geotechnik
- EA – Pfähle 2. Auflage
- Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen – hier TRM Duktulpfahl AbZ: Z – 34.25 – 230

3. Statisches System

Die Brückenplatte ist als gelenkig aufgelagerter Träger auf zwei Stützen berechnet. Die Spannweite von 7.25 m ergibt sich aus der lichten Weite zwischen den Pfahlbalken zzgl. der Breite des Pfahlbalkens.

Zum Nachweis der Brückenplatte war die mittige Laststellung der Doppelachse und zum Nachweis der Gründung die Laststellung über dieser maßgebend. Die Breite und Länge lassen die gleichzeitige Befahrung nur mit einer Modellbelastung zu.

Das Baugrundgutachten von Prof. Weber geht nicht auf eine Pfahlgründung ein. Bis zu 1 m u. GOK ist der Boden locker gelagert. Dies ist der Bereich der Anrampung. Darunter ist der Boden (rollig) mindestens mitteldicht gelagert. Die Lagerungsdichte nimmt mit zunehmender Tiefe zu, so dass mit zunehmender Tiefe auch ein höherer Wert für die Mantelreibung angesetzt werden könnte. Damit können die Pfahllängen reduziert werden. Ziel sollte es sein, mit einer Regelpfahllänge auszukommen. Dann wären noch die Sondierungsergebnisse der DPL-5 in den Spitzendruck der CPT umzurechnen. Dies hat hier der Tragwerksplaner auf der Grundlage der TAB A.1 des BAW (Bundesamt für Wasserwirtschaft) für die Genehmigungsplanung übernommen. Für die Ausführungsplanung wäre das vorliegende Baugrundgutachten bzgl. der Spitzendruckwerte noch zu ergänzen. Hier wird der Nachweis für die Mantelreibung geführt mit $DPL - 5 (N_{10}) \geq 10 = 7.5 = q_c$.

Somit wird die Pfahlmantelreibung für den niedrigsten Wert $q_{sk} = 105 \text{ kN} / \text{m}^2$ über die gesamte Tiefe nachgewiesen.

Der Querschnitt der Pfahlbalken ergibt sich aus der Positionierung der Verpresspfähle. Mit den Pfahlbalken werden die Vertikallasten annähernd gleichmäßig auf die einzelnen Pfähle übertragen. Dies kann mit der Präzisierung der Werte für die Mantelreibung weiter optimiert werden. Eine Gruppenwirkung war hier nicht zu berücksichtigen.

Die Bremskräfte aus der Brückenplatte werden von den Pfahlböcken – schräger Druckpfahl und Vertikalpfähle auf Zug aufgenommen. Alle Pfähle werden für eine unplanmäßige Zugbelastung aus der Bremskraftwirkung zusätzlich mit Gewindestangen M 24, die durch die Bohrung der Kopfplatte geführt wird, an die Pfahlbalken angeschlossen. Nachweise werden mit der Ausführungsstatik erbracht.

Für die Verkehrsflächen hinter der Brückengründung war darüber der Nachweis Geländebruch zu führen.

4. Materialkennwerte

Mit der gewählten Betonqualität C 35 / 45 lässt sich die Brückenplatte in den vorliegenden Abmessungen bei Einhaltung der Biegeschlankheit realisieren.

5. Einwirkungen (EC 7 / EN 1991 – 2)

ständige Lasten:

Eigengewicht Brückenplatte in Berechnung enthalten

$$\text{Eigengewicht Kappen: } 2 \times 0.25 \times 0.30 \times 0.45 = 6.75 \text{ kN / m}$$

$$\text{Eigengewicht Geländer: } 1.5 \times 2 = 3 \text{ kN / m}$$

$$\text{Eigengewicht Belag (DSK 8) } = 25 \times 5.10 \times 0.01 = 1.28 \text{ kN / m}$$

$$\text{Summ } g_k = 11.03 \text{ kN / m}$$

$$q_k = 1.2 \times 11.03 = 13.24 \text{ kN / m}$$

Verkehrslast (Nutzlast):

Die Fahrbahn besteht nur aus einer Fahrspur mit $W_1 = 3.00 \text{ m}$ Breite.

Für $w = 5.10$ ergibt sich $b_r = 5.10 - 3.00 = 2.10 \text{ m}$

$$Q_K = \alpha \times Q = 1.00 \times 300 = 300 \text{ kN}$$

(Doppelachse $2 \times 150 \text{ kN}$, $a = 1.20 \text{ m}$)

$$q_{rk} = \alpha \times q \times b_r = 1.33 \times 9 \times 3.00 = 36 \text{ kN / m}$$

$$q_{rk} = \alpha \times q \times b_r = 1.2 \times 2.5 \times 2.10 = 6.3 \text{ kN / m}$$

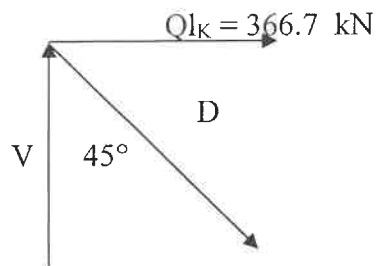
PRÜFEXEMPLAR

Im Sicherheitsstreifen auf den Kappen ist kein Fußgängerverkehr möglich.

Bremslast:

$$Q_{lK} = 0.6 \times 1.00 (2 \times 300) + 0.10 \times 1.33 \times 6.30 \times 8.00 = \underline{366.7 \text{ kN}}$$

Vertikalkraft aus Bremskraft:



$$D = 366.7 / \cos 45^\circ = \underline{518.6 \text{ kN}}$$

$$V = Q_{lK} = \underline{366.7 \text{ kN}}$$

6. Positionsplan

- 001 Brückenplatte LF mittig
- 002 Brückenplatte LF über Auflager
- 003 Pfahlbalken
- 004 Vertikalpfähle
- 005 geneigte Pfähle (Pfahlbock)
- 006 Durchstanznachweis
- 007 Winkelstützwandelement
- 008 Geländebruchnachweis
- 009 Verdübelung Brückenplatte / Pfahlbalken
- 010 Anfahrtschutz Befestigung Rammschutzbalken

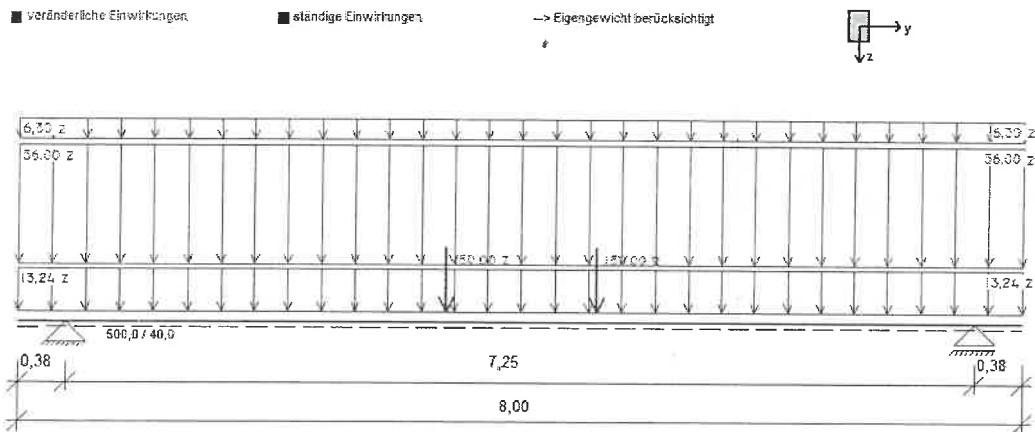
Anlagen: Grundriss Brückenplatte

Querschnitt

Längsschnitt

Detail Brückengeländer / Rammschutzbalken

Stahlbetonträger-zweiachsig (V.28.1) nach EC2 - NA Deutschland



Systemwerte :

Balken mit $b_y \times b_z = 500,0 \times 40,0$ cm

linkes Trägerende: Kragarm, $l = 0,375$ m

rechtes Trägerende: Kragarm, $l = 0,375$ m

Feld	Feldlänge [m]
1	7,250

Lager	Lagerart	Lagerlänge [cm]
1	direkt	20,0
2	direkt	20,0

Belastung: (EWA = Einwirkungsart) y = horizontal, z = vertikal

Einwirkungsart 1 = Nutzlasten

Einwirkungsart 2 = Schneelasten (Höhe über NN ≤ 1000 m)

Einwirkungsart 3 = Windlasten

Einwirkungsart 4 = sonstige veränderliche Einwirkungen

Einwirkungsart 5 = Windlasten als Alternativlastfall zu EW 3

Einwirkungsart 6 = Erdbeben

gz über Gesamtlänge = 13,240 kN/m aus ständ. Last

qz über Gesamtlänge = 36,000 kN/m aus EW Nutzlast

qz über Gesamtlänge = 6,300 kN/m aus EW Schnee

Eigengewicht der Konstruktion wird mit 25,0 kN/m³ berücksichtigt

Schnee- u. Windlasten werden nicht feldweise angesetzt, sondern als Vollast!

Nutzlasten aus Kategorie: sonstige Nutzlast (Kat.F - Kat.Z)

Lastarten :

- 1 = Einzellast z - Richtung 2 = Gleichlast z - Richtung 3 = Einzelmoment um y -Achse 4 = Trapezlast z - Richtung 5 = Teiltrapezlast z - Richtung
6 = Einzellast y - Richtung 7 = Gleichlast y - Richtung 8 = Einzelmoment um z -Achse 9 = Trapezlast y - Richtung 10 = Teiltrapezlast y - Richtung

Nr.	Art	Feld	G links	Q links	G rechts	Q rechts	Abstand [m]	Lastlänge [m]	EWA	Faktor	Bemerkung
1	1	1	0,000	150,000	0,000	0,000	3,025	0,000	1	1,000	
2	1	1	0,000	150,000	0,000	0,000	4,225	0,000	1	1,000	

Feldschnittgrößen (mit Teilsicherheitsbeiwerten):

Feld	max.Myd [kNm]	min.Myd [kNm]	abs.max.Vzd [kN]
1	1621,065	-10,132	747,883

Lagerschnittgrößen (mit Teilsicherheitsbeiwerten):

Lager	min.Myd [kNm]	max.Myd [kNm]	min.Vzd-li. [kN]	max.Vzd-li. [kN]	min.Vzd-re. [kN]	max.Vzd-re. [kN]
1	-10,132	20,662	-54,037			747,883
2	-10,132	0,000	-747,883			54,037

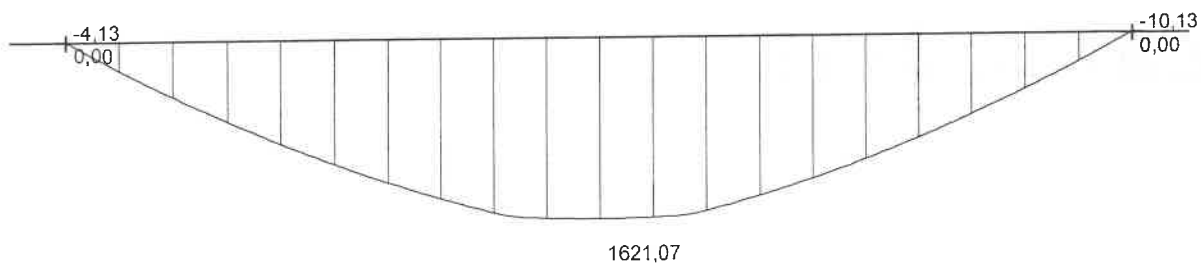
Auflagerkräfte (ohne Teilsicherheitsbeiwerte):

Lager	max.Fz [kN]	min.Fz [kN]	Fz aus g [kN]	Fz aus q [kN]	Fz Vollast [kN]
1	572,51	252,61	252,96	319,55/-0,35	572,16
2	572,51	252,61	252,96	319,55/-0,35	572,16

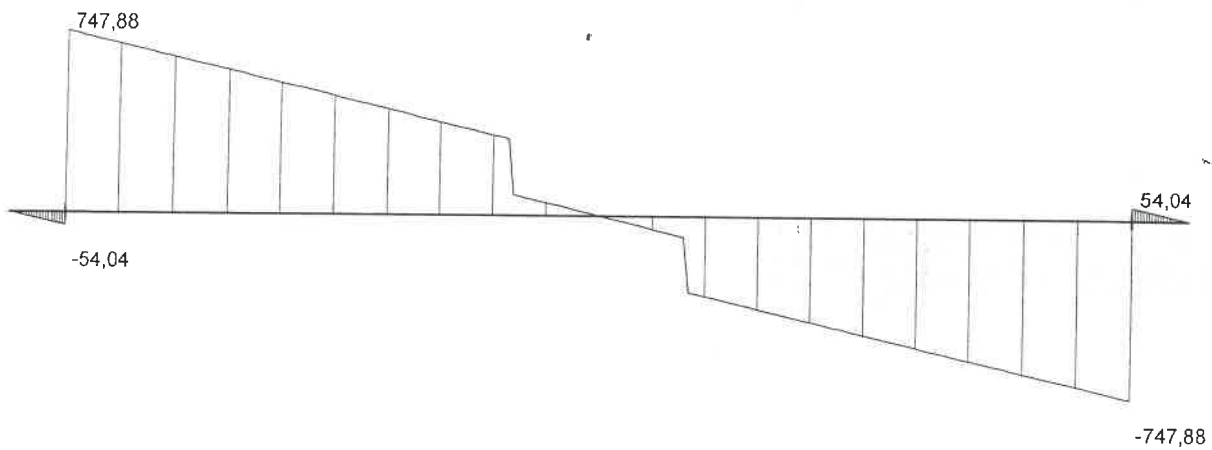
Auflagerkräfte für Einzellastfälle (charakt.) - gesamt für alle Träger, jeweils max/min:

Lager	Fz aus LF g [kN]	Fz aus q [kN]	Fz aus s [kN]	Fz aus w [kN]	Fz aus sonst.q [kN]	Fz aus Erdbeben [kN]
1	252,96	294,35 / -0,35	25,20 / 25,20	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00
2	252,96	294,35 / -0,35	25,20 / 25,20	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00

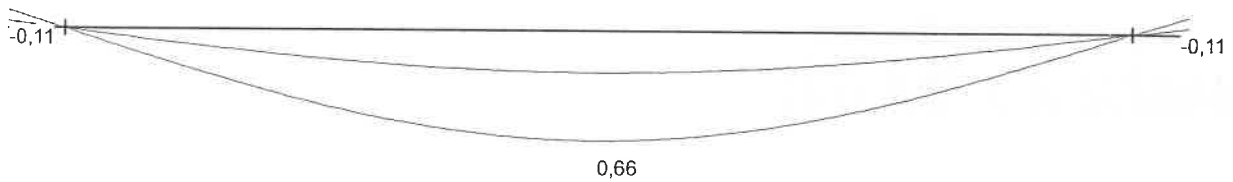
max.Myd - Grenzlinie [kNm]



max.Vzd - Grenzlinie [kN]



fz [cm] - seltene Kombination, Zustand I



Stahlbetonträger - zweiachsig (V.28.1) nach EC2 + NA Deutschland:

Beton: C35/45

Betonstahl: B500 (A) - in den Ecken konzentriert

d1 = 5,00 cm (Achsabstand Bewehrung unten/oben)

d2 = 5,00 cm (Achsabstand Bewehrung seitlich)

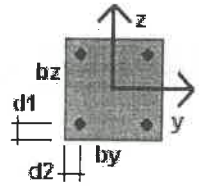
Betondeckung c,vl (unten/oben) = 4,0 cm

Betondeckung c,vl (seitlich) = 4,0 cm

- ☒ Stützmomente mit Ausrundung gerechnet
- ☒ Mindestbewehrung berücksichtigt
- ☒ Querkraftbemessung erfolgt immer am Auflagertrand
- ☒ zweiachsig Querkraftbemessung erfolgt nach Prof. Mark

Psi - Werte:

Einwirkung	Psi,0	Psi,1	Psi,2
Schnee s	0,50	0,20	0,00
Wind w	0,60	0,20	0,00
Nutzlasten q	0,80	0,70	0,50
Nutzlasten qs	0,80	0,70	0,50



Biegebewehrung Stützen:

Stütze	erf.As [cm²]	min.As [cm²]	Myd,bem [kNm]	Mzd,bem [kNm]
1	1,77	27,06	-15,92	0,00
2	1,10	27,06	-9,92	0,00

Biegebewehrung Felder:

Feld	erf.As [cm²]	min.As [cm²]	Myd,bem [kNm]	Mzd,bem [kNm]
1	222,07	27,06	1621,07	0,00

Querkraftbewehrung: (VRd,c,min wird angesetzt)

Stütze	asw-links [cm²/m]	asw-rechts [cm²/m]	min.asw-li. [cm²/m]	min.asw-re. [cm²/m]	Vzd,li [kN]	Vyd,li [kN]	Vzd,re [kN]	Vyd,re [kN]
1	1,13	20,75	51,20	51,20	39,72	0,00	732,21	0,00
2	20,75	1,13	51,20	51,20	732,21	0,00	39,72	0,00

Nachweis Rissbreitenbegrenzung:

(wk = 0,25 mm)

Nachweis Stützen:

Stütze	My [kNm]	Mz [kNm]	Sigma,S [N/mm²]	ds* [mm]	zul.ds [mm]
1	5,71	0,00	194,11	23	23
2	5,71	0,00	312,07	9	9

Nachweis Felder:

Feld	My [kNm]	Mz [kNm]	SigmaS [N/mm²]	ds* [mm]	zul.ds [mm]
1	756,20	0,00	204,83	21	21

Nachweis Biegeschlankheit EC2-1-1, 7.4.2:

- keine verformungsempfindlichen angrenzenden Bauteile, d.h. $f \leq l/250$
- ab einem Momentenverhältnis $|M_{\text{Stütze}}/M_{\text{Feld}}|$ von $\geq 0,00$ wird eine volle Einspannung angesetzt

Nachweis für z-Richtung:

Feld	K [-]	Rho,0 [%]	erf.Rho [%]	vorh.l/d [-]	zul.l/d [-]
1	1,50	0,59	0,63	20,71	29,52

Kragarm	K [-]	Rho,0 [%]	erf.Rho [%]	vorh.l/d [-]	zul.l/d [-]
links	0,40	0,59	0,01	1,07	14,00

Kragarm	K [-]	Rho,0 [%]	erf.Rho [%]	vorh.l/d [-]	zul.l/d [-]
rechts	0,40	0,59	0,00	1,07	14,00

Nachweis für y-Richtung:

Feld	K [-]	Rho,0 [%]	erf.Rho [%]	vorh.l/d [-]	zul.l/d [-]
1	1,00	0,59	0,56	1,46	20,61

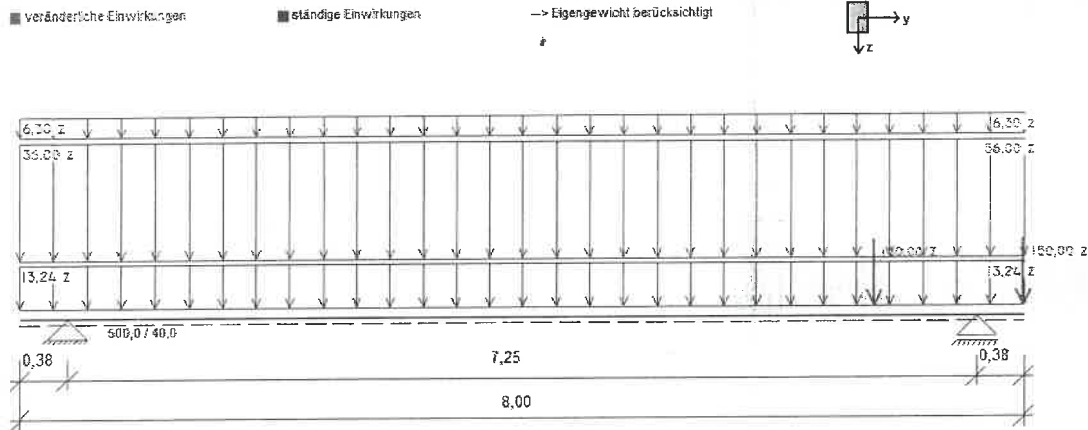
Kragarm	K [-]	Rho,0 [%]	erf.Rho [%]	vorh.l/d [-]	zul.l/d [-]
links	0,40	0,59	0,00	0,08	14,00

Kragarm	K [-]	Rho,0 [%]	erf.Rho [%]	vorh.l/d [-]	zul.l/d [-]
rechts	0,40	0,59	0,00	0,08	14,00

--> erf.Rho = Bewehrungsgehalt aus erforderlicher Biegebewehrung (für Zugseite)

--> zul.l/d auch unter Berücksichtigung der gewählten Bewehrung (Faktor = vorh.Rho/erf.Rho)

Stahlbetonträger-zweiachsig (V.28.1) nach EC2 - NA Deutschland



Systemwerte :

Balken mit $b_y \times b_z = 500,0 \times 40,0$ cm

linkes Trägerende: Kragarm, $l = 0,375$ m

rechtes Trägerende: Kragarm, $l = 0,375$ m

Feld	Feldlänge [m]
1	7,250

Lager	Lagerart	Lagerlänge [cm]
1	direkt	20,0
2	direkt	20,0

Belastung: (EWA = Einwirkungsart) y = horizontal, z = vertikal

Einwirkungsart 1 = Nutzlasten

Einwirkungsart 2 = Schneelasten (Höhe über NN ≤ 1000 m)

Einwirkungsart 3 = Windlasten

Einwirkungsart 4 = sonstige veränderliche Einwirkungen

Einwirkungsart 5 = Windlasten als Alternativlastfall zu EW 3

Einwirkungsart 6 = Erdbeben

g_z über Gesamtlänge = 13,240 kN/m aus ständ. Last

q_z über Gesamtlänge = 36,000 kN/m aus EW Nutzlast

q_z über Gesamtlänge = 6,300 kN/m aus EW Schnee

Eigengewicht der Konstruktion wird mit 25,0 kN/m³ berücksichtigt

Schnee- u. Windlasten werden nicht feldweise angesetzt, sondern als Vollast!

Nutzlasten aus Kategorie: sonstige Nutzlast (Kat.F - Kat.Z)

Lastarten :

- 1 = Einzellast z - Richtung 2 = Gleichlast z - Richtung 3 = Einzelmoment um y - Achse 4 = Trapezlast z - Richtung 5 = Teiltrapezlast z - Richtung
6 = Einzellast y - Richtung 7 = Gleichlast y - Richtung 8 = Einzelmoment um z - Achse 9 = Trapezlast y - Richtung 10 = Teiltrapezlast y - Richtung

Nr.	Art	Feld	G links	Q links	G rechts	Q rechts	Abstand [m]	Lastlänge [m]	EWA	Faktor	Bemerkung
1	1	1	0,000	150,000	0,000	0,000	6,430	0,000	4	1,000	

Belastung: (Kragarmlasten)

Nr.	Art	Kragarm	G links	Q links	G rechts	Q rechts	Abstand [m]	Lastlänge [m]	EWA	Faktor	Bemerkung
1	1	rechts	0,000	150,000	0,000	0,000	0,370	0,000	4	1,000	

Feldschnittgrößen (mit Teilsicherheitsbeiwerten):

Feld	max.Myd [kNm]	min.Myd [kNm]	abs.max.Vzd [kN]
1	1015,678	-92,623	694,662

Lagerschnittgrößen (mit Teilsicherheitsbeiwerten):

Lager	min.Myd [kNm]	max.Myd [kNm]	min.Vzd-li. [kN]	max.Vzd-li. [kN]	min.Vzd-re. [kN]	max.Vzd-re. [kN]
1	-10,132	13,244	-54,037			543,241
2	-92,623	0,000	-694,662			274,987

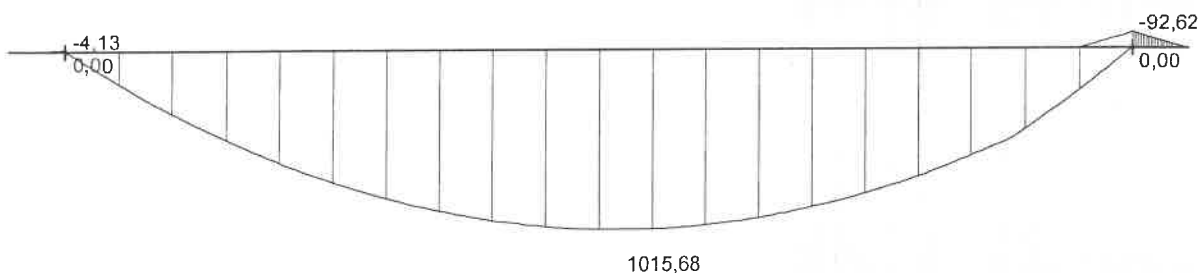
Auflagerkräfte (ohne Teilsicherheitsbeiwerte):

Lager	max.Fz [kN]	min.Fz [kN]	Fz aus g [kN]	Fz aus q [kN]	Fz Vollast [kN]
1	439,47	244,96	252,96	186,51/-8,00	431,47
2	713,20	252,61	252,96	460,24/-0,35	712,85

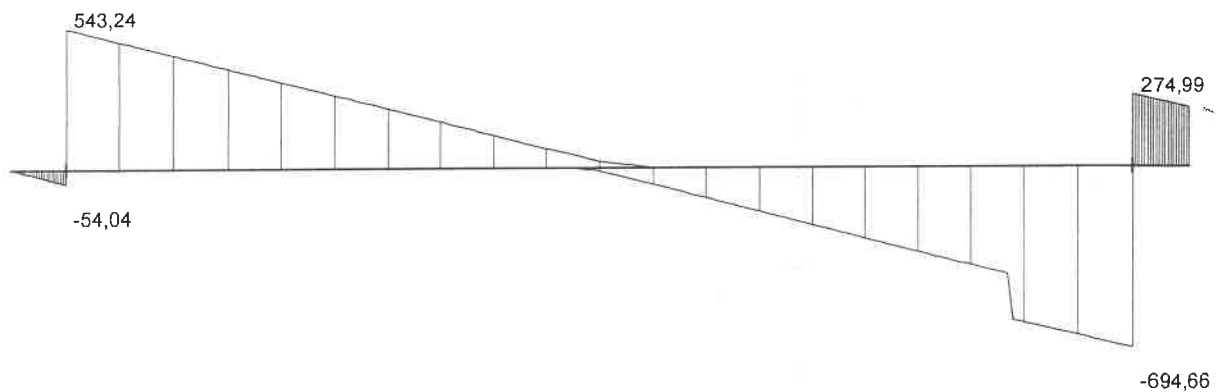
Auflagerkräfte für Einzellastfälle (charakt.) - gesamt für alle Träger, jeweils max/min:

Lager	Fz aus LF g [kN]	Fz aus q [kN]	Fz aus s [kN]	Fz aus w [kN]	Fz aus sonst.q [kN]	Fz aus Erdbeben [kN]
1	252,96	144,35 / -0,35	25,20 / 25,20	0,00 / 0,00	16,97 / -7,66	0,00 / 0,00
2	252,96	144,35 / -0,35	25,20 / 25,20	0,00 / 0,00	290,69 / 0,00	0,00 / 0,00

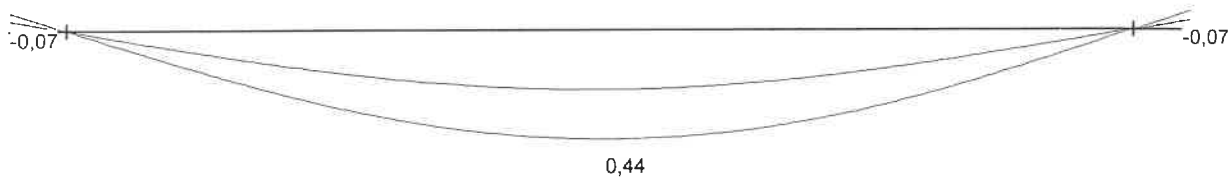
max.Myd - Grenzlinie [kNm]



max.Vzd - Grenzlinie [kN]



fz [cm] - seltene Kombination, Zustand I



Stahlbetonträger - zweiachsig (V.28.1) nach EC2 + NA Deutschland:

Beton: C35/45

Betonstahl: B500 (A) - in den Ecken konzentriert

d1 = 5,00 cm (Achsabstand Bewehrung unten/oben)

d2 = 5,00 cm (Achsabstand Bewehrung seitlich)

Betondeckung c, vl (unten/oben) = 4,0 cm

Betondeckung c, vl (seitlich) = 4,0 cm

- ☒ Stützmomente mit Ausrundung gerechnet
- ☒ Mindestbewehrung berücksichtigt
- ☒ Querkraftbemessung erfolgt immer am Auflagerrand
- ☒ zweiachsig Querkraftbemessung erfolgt nach Prof. Mark

Psi - Werte:

Einwirkung	Psi,0	Psi,1	Psi,2
Schnee s	0,50	0,20	0,00
Wind w	0,60	0,20	0,00
Nutzlasten q	0,80	0,70	0,50
Nutzlasten qs	0,80	0,70	0,50

Biegebewehrung Stützen:

Stütze	erf.As [cm²]	min.As [cm²]	Myd,bem [kNm]	Mzd,bem [kNm]
1	1,20	27,06	-10,80	0,00
2	7,93	27,06	70,47	0,00

Biegebewehrung Felder:

Feld	erf.As [cm²]	min.As [cm²]	Myd,bem [kNm]	Mzd,bem [kNm]
1	132,21	27,06	1015,68	0,00

Querkraftbewehrung: (VRd,c,min wird angesetzt)

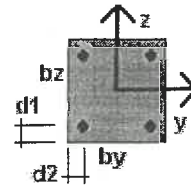
Stütze	asw-links [cm²/m]	asw-rechts [cm²/m]	min.asw-li. [cm²/m]	min.asw-re. [cm²/m]	Vzd,li [kN]	Vyd,li [kN]	Vzd,re [kN]	Vyd,re [kN]
1	1,13	14,95	51,20	51,20	39,72	0,00	527,57	0,00
2	19,27	7,42	51,20	51,20	680,17	0,00	261,74	0,00

Nachweis Rissbreitenbegrenzung:

(wk = 0,25 mm)

Nachweis Stützen:

Stütze	My [kNm]	Mz [kNm]	Sigma,S [N/mm²]	ds* [mm]	zul.ds [mm]
1	5,71	0,00	286,54	11	11
2	33,46	0,00	253,89	14	14



Nachweis Felder:

Feld	My [kNm]	Mz [kNm]	SigmaS [N/mm ²]	ds* [mm]	zul.ds [mm]
1	560,52	0,00	255,02	13	13

Nachweis Biegeschlankheit EC2-1-1, 7.4.2:

- keine verformungsempfindlichen angrenzenden Bauteile, d.h. $f \leq l/250$
- ab einem Momentenverhältnis $|M_{\text{Stütze}}/M_{\text{Feld}}|$ von $\geq 0,00$ wird eine volle Einspannung angesetzt

Nachweis für z-Richtung:

Feld	K [-]	Rho,0 [%]	erf.Rho [%]	vorh.l/d [-]	zul.l/d [-]
1	1,50	0,59	0,38	20,71	49,45

Kragarm	K [-]	Rho,0 [%]	erf.Rho [%]	vorh.l/d [-]	zul.l/d [-]
links	0,40	0,59	0,00	1,07	14,00

Kragarm	K [-]	Rho,0 [%]	erf.Rho [%]	vorh.l/d [-]	zul.l/d [-]
rechts	0,40	0,59	0,02	1,07	14,00

Nachweis für y-Richtung:

Feld	K [-]	Rho,0 [%]	erf.Rho [%]	vorh.l/d [-]	zul.l/d [-]
1	1,00	0,59	0,33	1,46	35,00

Kragarm	K [-]	Rho,0 [%]	erf.Rho [%]	vorh.l/d [-]	zul.l/d [-]
links	0,40	0,59	0,00	0,08	14,00

Kragarm	K [-]	Rho,0 [%]	erf.Rho [%]	vorh.l/d [-]	zul.l/d [-]
rechts	0,40	0,59	0,02	0,08	14,00

--> erf.Rho = Bewehrungsgehalt aus erforderlicher Biegebewehrung (für Zugseite)

--> zul.l/d auch unter Berücksichtigung der gewählten Bewehrung (Faktor = vorh.Rho/erf.Rho)

Projekt: Brücke 700 Kunersdorf Position: 003 Pfahlbalken

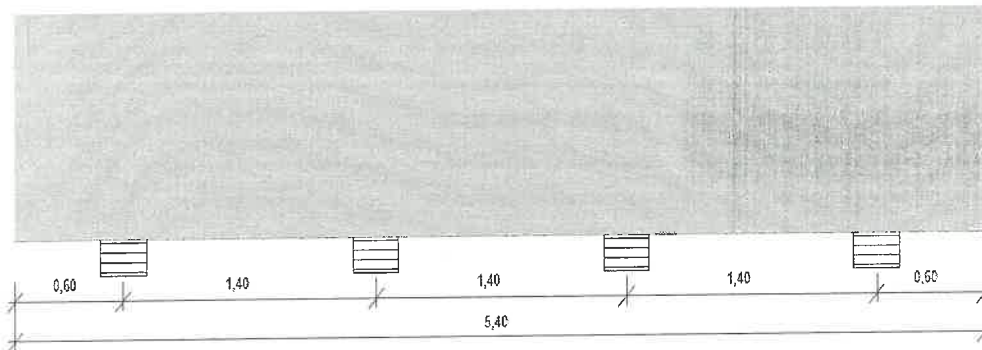
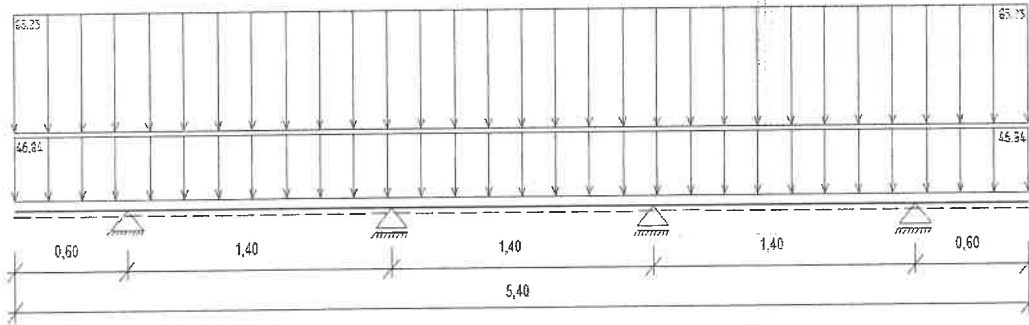
Wandartiger Träger (V.28.2) nach EC2 + NA Deutschland

Belastung aus Pos. 002:

$$q_k = 460.24 / 5.40 = 85.23 \text{ kN/m}$$

$$g_k = 252.96 / 5.40 = 46.84 \text{ kN/m}$$

■ veränderliche Einwirkungen ■ ständige Einwirkungen → Eigengewicht mit 25,0 kN/m² berücksichtigt



Systemwerte :

links: Kragarm, $l = 0,600 \text{ m} \rightarrow b_0/h_0 = 75,00 / 100,00 \text{ cm}$

rechts: Kragarm, $l = 0,600 \text{ m} \rightarrow b_0/h_0 = 75,00 / 100,00 \text{ cm}$

Feld	Feldlänge [m]	b_0 [cm]	h_0 [cm]
1	1,400	75,00	100,00
2	1,400	75,00	100,00
3	1,400	75,00	100,00

Lager	Länge [cm]	Breite [cm]	Randbedingung	Theta 1 °	Theta 2 °
1	25,0	25,0	Druck-/Zugknoten Typ K6	60,0	60,0
2	25,0	25,0	Druck-/Zugknoten Typ K6	60,0	60,0
3	25,0	25,0	Druck-/Zugknoten Typ K6	60,0	60,0
4	25,0	25,0	Druck-/Zugknoten Typ K6	60,0	60,0

Belastung: (EWA = Einwirkungsart)

Einwirkungsart 1=Wohn-/Aufenthaltsräume	Einwirkungsart 6=Schneelasten $H \leq 1000\text{m NN}$	Einwirkungsart 11=Kategorie G ($F \leq 160\text{ kN}$)
Einwirkungsart 2=Büros	Einwirkungsart 7=Schneelasten $H > 1000\text{m NN}$	Einwirkungsart 12=Kategorie H (Dächer)
Einwirkungsart 3=Versammlungsräume	Einwirkungsart 8=Windlasten	Einwirkungsart 13=sonstige Einwirkungen
Einwirkungsart 4=Verkaufsräume	Einwirkungsart 9=Temperatur (nicht Brand)	Einwirkungsart 14=Wind alternativ zu Nr.8
Einwirkungsart 5=Lagerräume	Einwirkungsart 10=Kategorie F ($F \leq 30\text{ kN}$)	

g über Gesamtlänge = 46,840 kN/m

q über Gesamtlänge = 85,230 kN/m aus Einwirkungsart 11

Eigengewicht der Konstruktion wird mit 25,0 kN/m³ berücksichtigt

Das Eigengewicht wird im Bereich 0,5*I als unten angehangen betrachtet.

Schnee- u. Windlasten werden nicht feldweise angesetzt, sondern als Vollast!

Feldschnittgrößen (mit Teilsicherheitsbeiwerten):

Feld	max.MEd [kNm]	min.MEd [kNm]
1	31,837	-44,937
2	30,922	-44,937
3	31,835	-44,935

Lagerschnittgrößen (mit Teilsicherheitsbeiwerten):

Lager	min.MEd [kNm]	max.MEd [kNm]
1	-38,950	0,000
2	-44,937	0,000
3	-44,935	0,000
4	-38,950	0,000

Auflagerkräfte (ohne Teilsicherheitsbeiwerte) --> inkl. Erhöhung / Abminderung nach Heft 240:

Auflagerkräfte der ersten Innenstützen bei Durchlaufsystemen werden nicht nach Heft 240 (4.1) abgemindert

Lager	max.F [kN]	min.F [kN]	F aus g [kN]	F aus q* [kN]	Vollast g+q [kN]
1	231,75	89,92	97,49	134,26/-7,57	224,18
2	238,46	61,43	90,89	147,57/-29,46	209,00
3	238,46	61,42	90,89	147,57/-29,47	208,99
4	231,75	89,92	97,49	134,26/-7,57	224,18

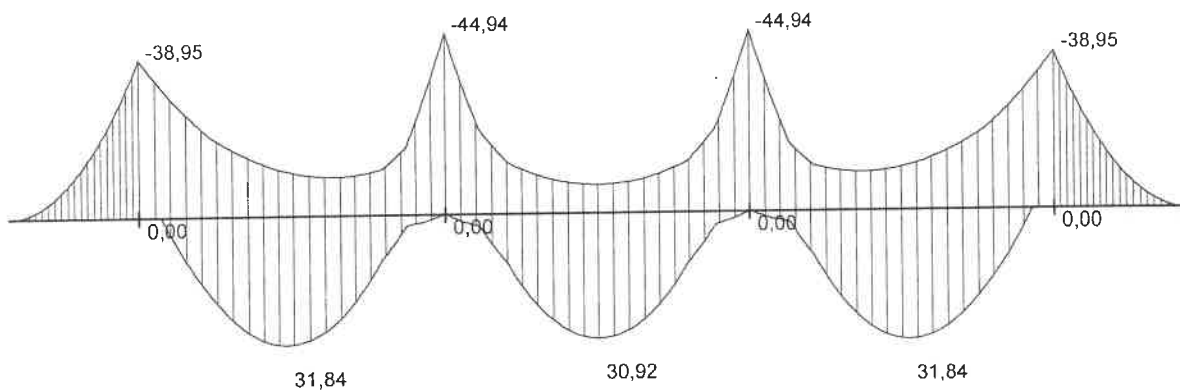
Auflagerkräfte für Einzellastfälle [kN] (charakt.), maximale Werte:

Lager	LF g	EWA 1	EWA 2	EWA 3	EWA 4	EWA 5	EWA 6	EWA 7	EWA 8/14	EWA 9	EWA 10	EWA 11	EWA 12	EWA 13
1	97,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	134,26	0,00	0,00
2	90,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	147,57	0,00	0,00
3	90,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	147,57	0,00	0,00
4	97,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	134,26	0,00	0,00

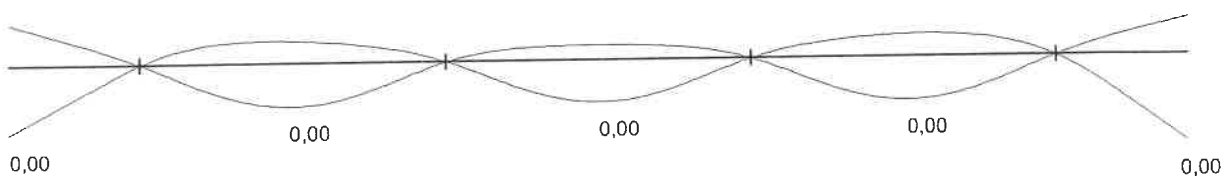
Auflagerkräfte für Einzellastfälle [kN] (charakt.), minimale Werte:

Lager	LF g	EWA 1	EWA 2	EWA 3	EWA 4	EWA 5	EWA 6	EWA 7	EWA 8/14	EWA 9	EWA 10	EWA 11	EWA 12	EWA 13
1	97,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-7,57	0,00	0,00
2	90,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-29,46	0,00	0,00
3	90,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-29,47	0,00	0,00
4	97,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-7,57	0,00	0,00

MEd - Grenzlinie [kNm]



f [cm] - seltene Kombination, Zustand I



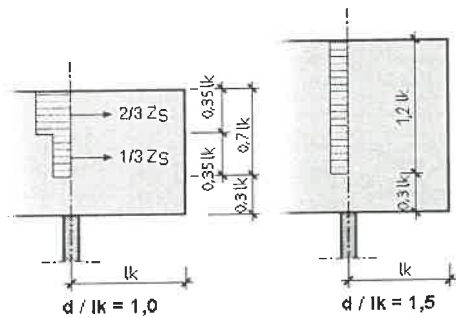
Wandartiger Träger (V.28.2) nach EC2 + NA Deutschland:

Beton: C35/45

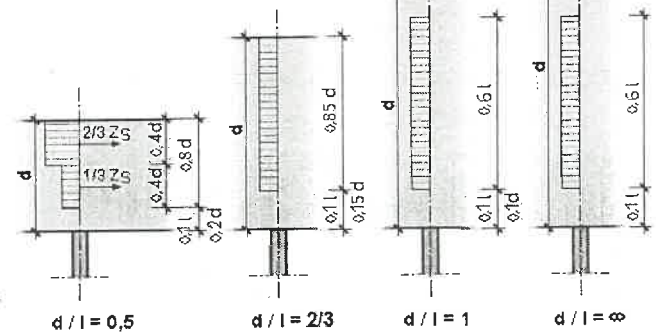
Betonstahl: B500 (A,B)

☒ Spaltzugbewehrung ist ggf. noch zusätzlich nachzuweisen

Verteilung der Hauptbewehrung für die Zugkraft ZS über dem Auflager einer Kragplatte



Verteilung der Hauptbewehrung für die Zugkraft ZS über den Stützen mehrfeldriger wandartiger Träger



Zugbewehrung Stützen:

Stütze	erf.As oben [cm ²]	erf.As unten [cm ²]	Mbem [kNm]	z [m]	Zd [kN]
1	1,83	0,00	38,95	0,49	79,49
2	1,90	0,00	44,94	0,54	82,78
3	1,90	0,00	44,94	0,54	82,78
4	1,83	0,00	38,95	0,49	79,49

Zugbewehrung Felder :

Feld	erf.As oben [cm ²]	erf.As unten [cm ²]	Mbem [kNm]	z [m]	Zd [kN]
1	0,00	1,23	31,84	0,59	53,70
2	0,00	1,31	30,92	0,54	56,96
3	0,00	1,23	31,84	0,59	53,70

Aufhängebewehrung (im Bereich von Einzellasten in cm² sonst in cm²/m):

Feld/Kragarm	max.erf.As,v [cm ² /m bzw. cm ²]
1	0,29
2	0,29
3	0,29
Kragarm links	0,29
Kragarm rechts	0,29

Knotenbemessung an Lagern nach EC2 - 6.5.4:

Abstände Zugstäbe u:

Stütze	u [cm] (vom Programm ermittelt)
1	15,0
2	15,0
3	15,0
4	15,0

Druckknoten Typ K4: (--- = nur abhebende Lasten, k.NW = kein Nachweis)

fcd,eff / Sigma,0,d und Sigma,1,d in [N/mm²]

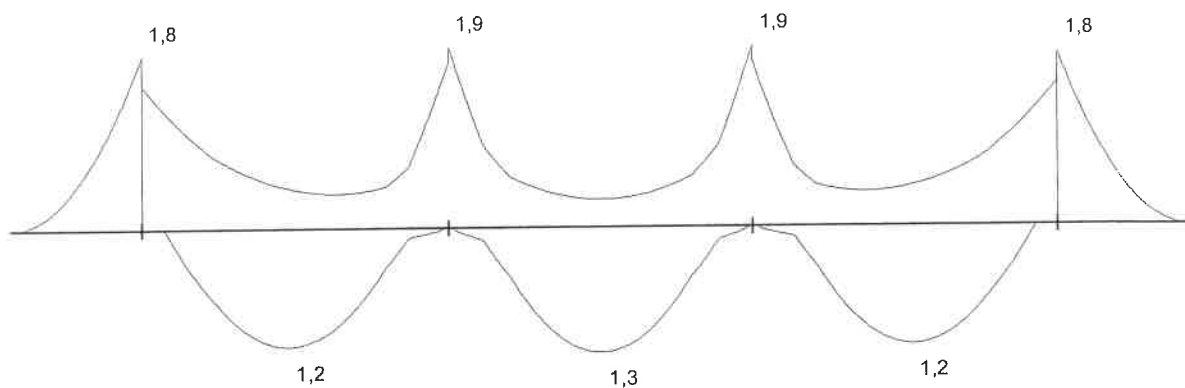
Keine Knoten Typ K4 vorhanden!

Druck-Zug-Knoten Typ K6: (--- = nur abhebende Lasten, k.NW = kein Nachweis)

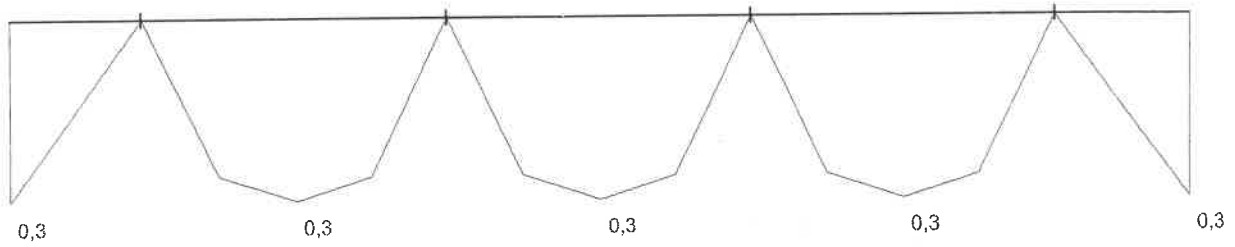
fcd,eff / Sigma,1,d und Sigma,2,d in [N/mm²]

Stütze	fcd,eff	C,1,d [kN]	a,1 [cm]	b,1 [cm]	Sigma,1,d	eta,1 [-]	C,2,d [kN]	a,2 [cm]	b,2 [cm]	Sigma,2,d	eta,2 [-]
1	14,88	333,01	25,0	25,0	5,33	0,36	384,52	29,2	75,0	1,76	0,12
2	14,88	344,06	25,0	25,0	5,50	0,37	397,29	29,2	75,0	1,82	0,12
3	14,88	344,05	25,0	25,0	5,50	0,37	397,28	29,2	75,0	1,82	0,12
4	14,88	333,00	25,0	25,0	5,33	0,36	384,52	29,2	75,0	1,76	0,12

As - Linie [cm²]

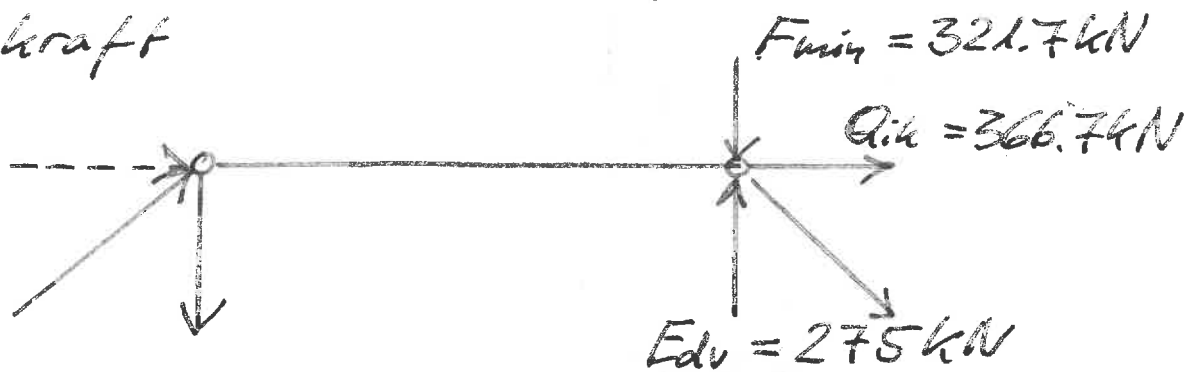


As.v - Linie [cm²/m bzw. cm²] (Aufhängebewehrung)



zu Pos. 003 Einwirkung der Bremskraft
auf einen Pfahlbalken

Die Bremskraft erzeugt im System des
Pfahlbocks in den Vertikalpfählen eine
Zugkraft



$$V = Q_k = 366.7 \text{ kN}$$

auf einen Pfahlbalken:

$$E_{dv} = \frac{1.5 \cdot 366.7}{2} = 275 \text{ kN}$$

Auflast auf Pfahlbalken:

$$\text{aus Pos. 001: min } F_z = 252.61 \text{ kN}$$

$$G = 25 \cdot 0.75 \cdot 1.00 \cdot 5.4 = 101.25 \text{ kN}$$

$$R_d = \frac{252.61 + 101.25}{1.1} = 321.7 \text{ kN}$$

$$R_d = \underline{\underline{321.7 \text{ kN}}} \geq \underline{\underline{275 \text{ kN}}} = E_d$$

Die Auflast ist größer als die erzeugte Zugkraft.

Pos. 004 Druckpfahl

für einen Pfahl aus Pos. 003:

$$(2, 3): Q_k = 147.57 \text{ kN}, G_k = 90.89 \text{ kN}$$

$$(1, 4): Q_k = 134.26 \text{ kN}, G_k = 97.47 \text{ kN}$$

aus Bremskraft: $Q_{ik} = 366.7/4 = 91.7 \text{ kN}$

$$E_d = 1.5(147.57 + 91.7) + 1.35 \cdot 90.89 = 481.61 \text{ kN}$$

$$E_d = 1.5(134.26 + 91.7) + 1.35 \cdot 97.47 = 470.52 \text{ kN}$$

$$\rightarrow \underline{E_d = 481.61 \text{ kN}}$$

TRM Gypbrohr 170 x 7.5

Mantelverpressung C25/30

$$d_g = 0.32 \text{ m}, l_{eff} = 4.50 \text{ m}, q_{sk} = 105 \text{ kN/m}^2$$

Spitzendruck für $s_{RD} = 0.035$

für $q_c = 15 \text{ MN/m}^2$: $q_{bk} = 4000 \text{ kN/m}^2$

Äußere Tragfähigkeit:

$$R_{dk} = \frac{105 \cdot 0.32 \cdot 3.14 \cdot 4.5}{1.4} + \frac{4000 \cdot 0.16^2 \cdot 3.14}{1.4}$$

$$R_{dk} = \underline{\underline{568.78 \text{ kN} \geq 481.61 \text{ kN} = E_d}}$$

Längsschub Gypbrohr / Mantelverpressung:
(ohne Axiale Spitzendruck)

$$\tau_M = \frac{\tau_{Mk}}{V_t} = \frac{0.105}{1.4} = 0.075$$

$$\sigma_h = \frac{\tau_M}{\tan \varphi} = \frac{0.075}{\tan 32^\circ} = 0.12$$

$$\sigma_{R,d} = \frac{\sigma_R}{\gamma_{M,v}} + \mu_k \cdot \sigma_h = \frac{0.32}{2.1} + 0.5 \cdot 0.12$$

$$\sigma_{R,d} = 0.212 \text{ N/mm}^2 = 212 \text{ kN/m}^2$$

$$R_{v,d} = \sigma_{R,d} \cdot \pi \cdot d \cdot l_{eff}$$

$$R_{v,d} = 212 \cdot 3.14 \cdot 0.17 \cdot 4.5$$

$$R_{v,d} = \underline{\underline{509.246 \text{ kN} \geq 482.61 \text{ kN} = E_d}}$$

Stabilitätsnachweis:

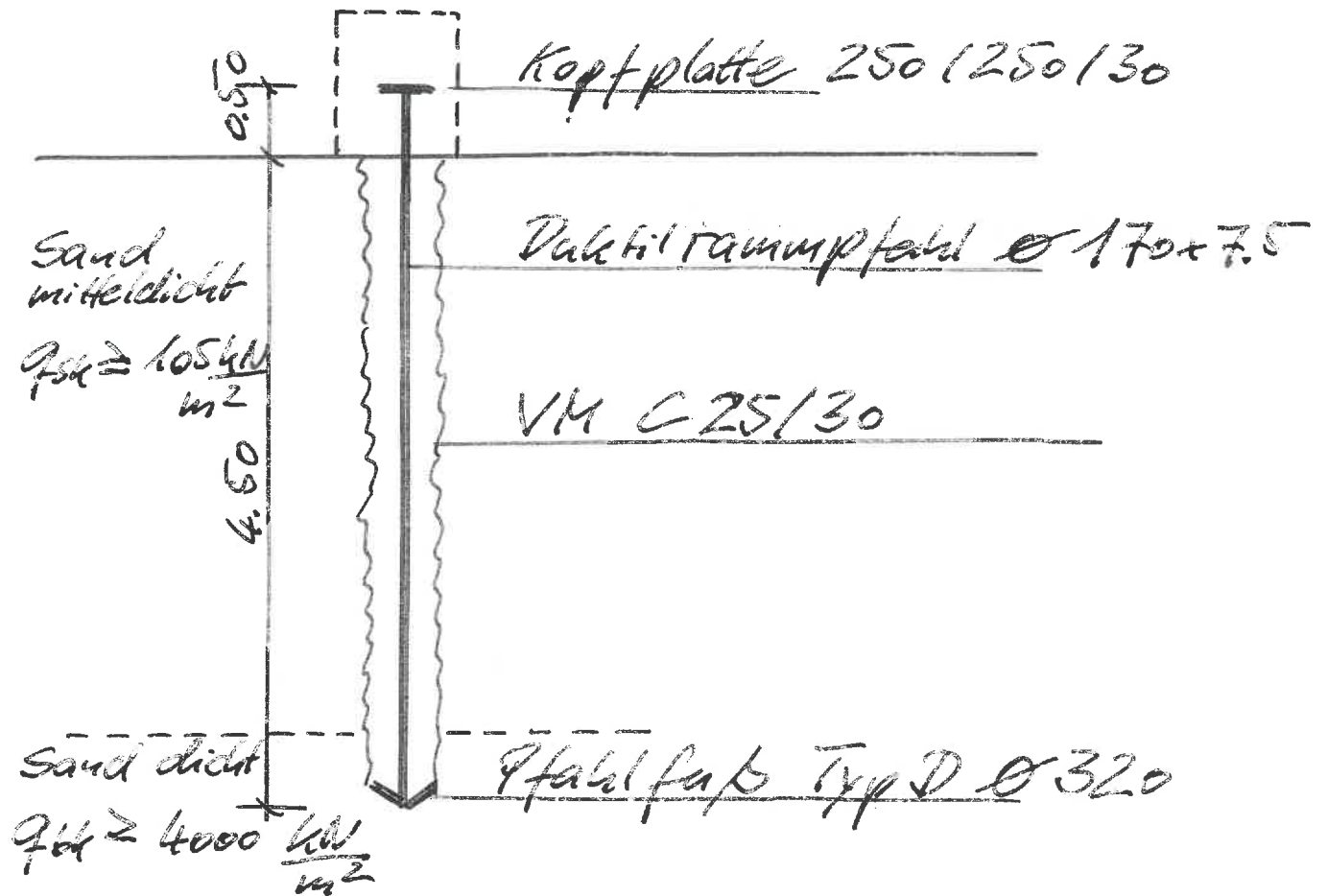
erfüllt

innere Tragfähigkeit:

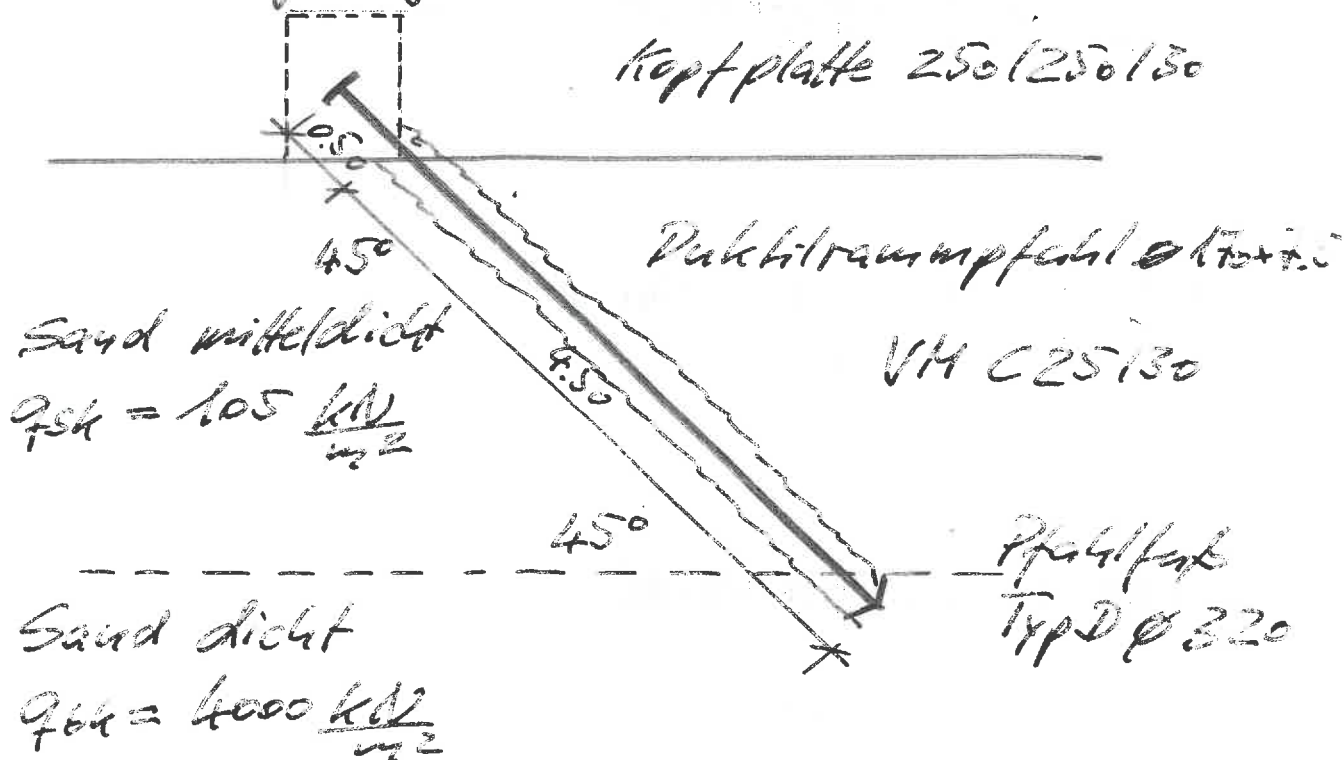
TAB 4 (A62) für $170 \times 7.5 \text{ II C25/30}$:

$$R_{i,d} = \underline{\underline{1428 \text{ kN} \geq 482.61 \text{ kN} = E_d}}$$

Zu Pos. 004 Vertikalpfahl



Pos. 005 geneigter Pfahl



Belastung aus Bremskraft sh. Rechenwerte
 Pkt. 5. Die Pfahlböcke werden in jeder
 Richtung durch zwei geneigte Pfähle abge-
 stützt.

für zwei Pfähle pro Pfahlbalken sh. Pos. 004

$$R_{ch} = 2 \cdot 568,78 = 1137,66 \text{ kN}$$

Normalkraft in Schrägpfählen aus Bremskraft

$$E_d = \frac{1,5 \cdot 366,7}{\cos 45^\circ} = \underline{\underline{777,89 \text{ kN}}} \leq 1137 \text{ kN} = R_{ch}$$

$$R_{rd} = 2 \cdot 509,24 = \underline{\underline{1018 \text{ kN}}} \geq 777,89 \text{ kN} = E_d$$

$$R_{id} = 2 \cdot 1428 = \underline{\underline{2856 \text{ kN}}} \geq 777,89 \text{ kN} = E_d$$

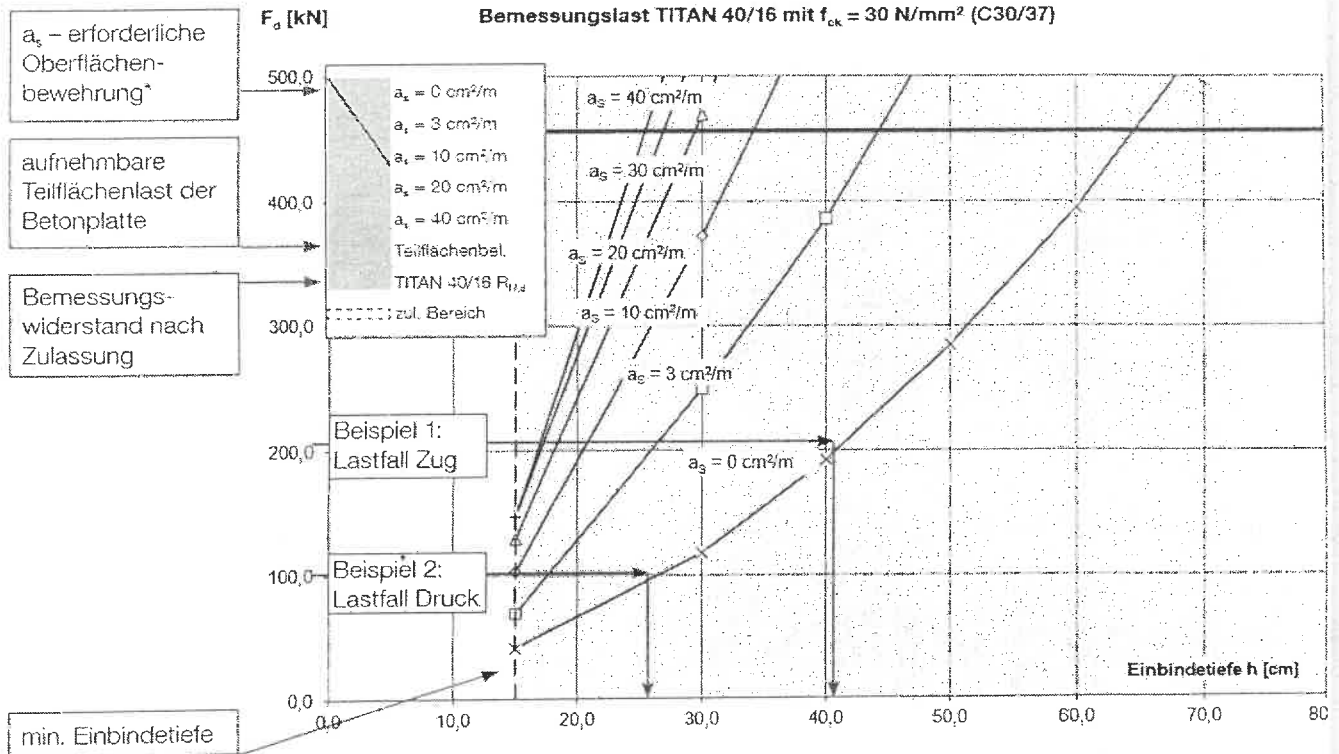
Pos. 006 Durchstanznachweise

Der Nachweis erfolgt mit den ISCHEBECK-Diagrammen. Die Durchstanzbewehrung wird als Zulaufbewehrung eingebracht.

ISCHEBECK
TITAN

Bemessungsbeispiel und Belastungsmodell

Die auf den folgenden Seiten dargestellten Diagramme geben die erforderliche Einbindetiefe (h) an, in Abhängigkeit von der gewählten mittleren Oberflächenbewehrung (a_s) und der Bemessungslast (F_d). Die Diagramme wurden für eine kontinuierliche Bodenplatte erstellt, unter Berücksichtigung der Lastausmittigkeit für Innenstützen ($\beta=1.1$) gem. DIN EN 1992-1-1:2011-01 (Absatz 6.4).



* a_s : Mittlere Biegebewehrung auf der belasteten Seite $a_s = (a_{sx} \times a_{sy})^{1/2}$, $a_s = a_{sx} = a_{sy}$

Bemessungsbeispiel:

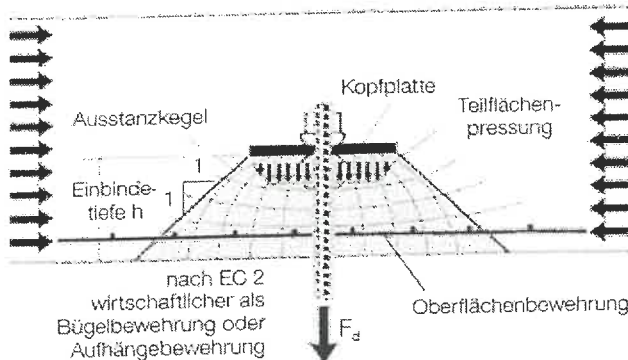
Gesucht: Einbindetiefe h
 Gegeben: Mikropfahl TITAN 40/16:
 - $R_{M,p} = 461 \text{ kN}$
 (mit $R_{M,k} = 530 \text{ kN}$; $\gamma_{M,k} = 1.15$)
 - Beton C30/37 (unbewehrt)
 - Bemessungslast 200 kN

Beispiel 1: Lastfall Zug $F_d = 200 \text{ kN}$
 Einbindetiefe $h_u = 40.5 \text{ cm}$ (abgelesen)

Beispiel 2: Lastfall Druck $F_d = 100 \text{ kN}$
 Einbindetiefe $h_o = 26.0 \text{ cm}$ (abgelesen)

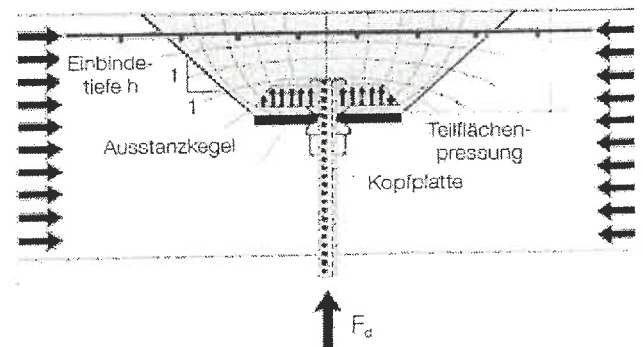
Örtliche Lasteinleitung in die Stahlbetonplatte (Lastfall Zug)

Nachweise auf Teilflächenpressung und Ausstanzen



Örtliche Lasteinleitung in die Stahlbetonplatte (Lastfall Druck)

Nachweise auf Teilflächenpressung und Ausstanzen

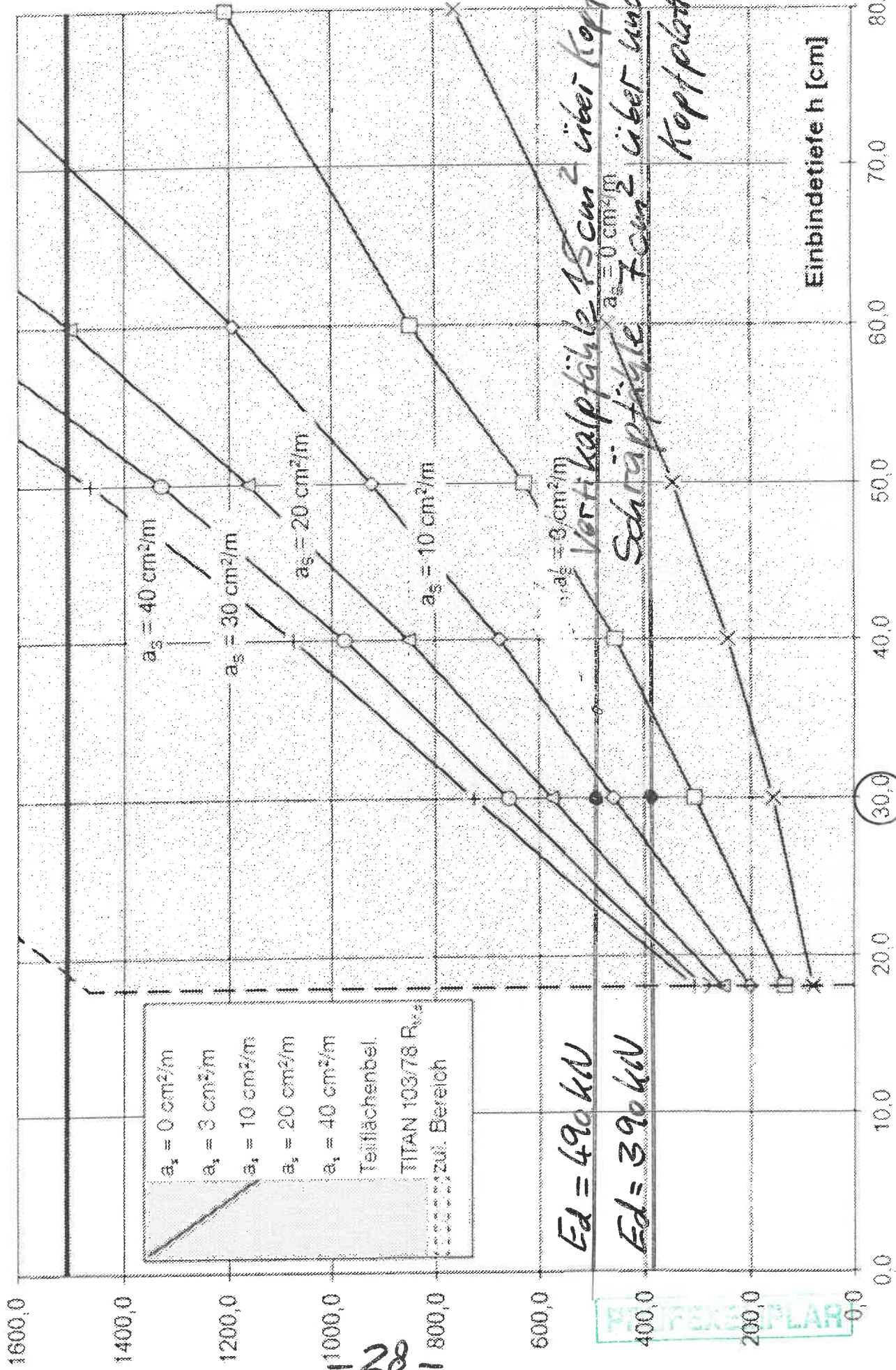


Anmerkung:

Unter konzentrierten Lasten entstehen Spaltzugkräfte. Die Bewehrung soll dem Spaltzugverlauf angepasst und dementsprechend wahlweise gleichmäßig oder abgestuft verteilt werden. Quelle: DAf Stb-H.240

Bemessungslast TITAN 103/78 mit $f_{yk} = 35 \text{ N/mm}^2$ (C35/45)

F_d [kN]



$E_d = 490 \text{ kN}$

$E_d = 390 \text{ kN}$

PROFESSIONAL

Pos. 007 Winkelstützwandelemente

gewählt: WESTERWELLE GIGANT 25
in ZTV-ING Ausführung
LF 2 SLH 30, $h \leq 2,00\text{m}$
nach Typenstatik

Böschungsbruch, DIN EN 1997-1

Die Bodenkennwerte wurden dem geotechnischen Bericht entnommen und gelten für den Boden unterhalb des Kopfbalkens. Für den angesprochenen Boden werden die ungünstigeren Rechenwerte angesetzt. Infolge kann der Nachweis nur erbracht werden, wenn die Steinschüttung zur Profilierung des Gewässerbettes vor der Pfahlgründung angerechnet wird. Es wird unterstellt, dass der Grundwasserstand mit dem Wasserstand im Gewässer korrespondiert, also es zu keinen größeren Differenzen der Wasserstände kommt. Wird die Hinterfüllung mit anderen Böden vorgenommen, hat dies hier keinen relevanten Einfluss.

Der an der Böschungskante freigehaltene Bereich entspricht der Breite des Kopfbalkens. Dessen Höhe mit aufgelegter Brückenplatte beträgt 1,50 m. Alle vertikalen Lasten des Kopfbalkens nimmt die Pfahlgründung auf. Die Horizontallast der Kopfbalken halten die Rückverankerungen.

Die Bodenauflast einschließlich Straßenaufbau ergibt sich:
 $25 \times 0,3 + 18 \times 0,6 + 10 \times 0,6 = 24,3 \text{ kN/m}^2$

Bei der Verkehrslast wird die Lastausbreitung von 3 m Fahrbahnbreite auf 5 m bei 1m Schütthöhe eingerechnet.

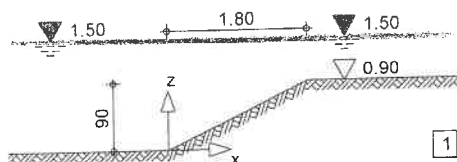
Der Stoßbeiwert ergibt sich aus $1,4 - 0,1(1,50 - 0,60) = 1,31$:
 $3/5 \times 1,31 \times 16,7 = 13,13 \text{ kN/m}^2$ (SLW 30)

Die Steinschüttung besteht aus einem Material mit einer Mindestschüttdichte unter Wasser von $16,5 \text{ kN/m}^3$

Daraus ergibt sich eine Beschwerung von $1,8 \times 0,9/2 (16,5 - 10) = 5,2 \text{ kN/m}$
Für die Böschungsbreite ergibt sich die Auflast mit $5,2/1,8 = 2,88 \text{ kN/m}^2$

System

M 1:100



Böschung

Neigung
Höhe

$$\beta = 26.57^\circ$$
$$h = 0.90 \text{ m}$$

Bodenkennwerte

Nr. Schicht

		z [m]	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]
--	--	------------	------------------------------------	-------------------------------------	-----------------	-------------------------------

1	Boden 1	-5.00	18.0	10.0	30.0	0.0
---	---------	-------	------	------	------	-----

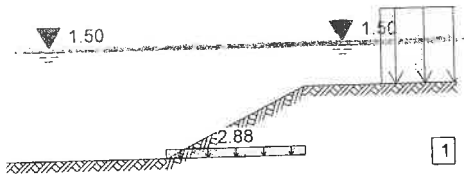
Wasserspiegel

Grundwasser
Außenwasser
Wichte des Wassers

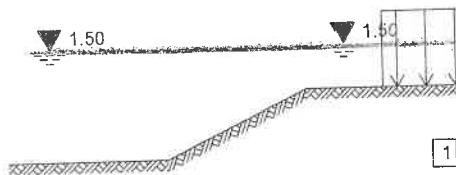
$$z_{GW} = 1.50 \text{ m}$$
$$z_{AW} = 1.50 \text{ m}$$
$$\gamma_w = 10.00 \text{ kN/m}^3$$

Belastungen

Einwirkung Gk.E
M 1:100



Einwirkung Verkehr
M 1:100



Flächenlasten

Nr.	EW	Typ	ah [m]	av [m]	s [m]	p [kN/m ²]
1	Gk.E	GLe				0.00
2	Gk.E	SF	2.80	0.90	10.00	24.30
3	Verkehr	SF	2.80	0.90	10.00	13.13
4	Gk.E	SF	0.00	0.00	1.80	2.88

GLe: erdseitige Gleichlast
SF: Streifenfundamentlast

Kombinationen

GZ GEO-3: Grenzzustand verlust Gesamtsicherheit
Ek Typ $\Sigma (\gamma * \psi * EW)$
1 BS-P 1.00*Gk.E+1.30*Verkehr

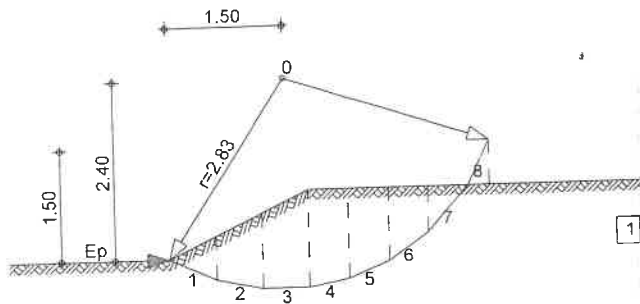
Nachweise (GZT)

nach DIN 1054 (12/10), A 11.1.1, GZ GEO-3
Lamellenverfahren mit kreisförmiger Gleitlinie
vereinfachter Wasserdruckansatz
Anzahl untersuchter Gleitkreise n = 12
maßgeb. Gleitkreismittelpunkt x = 1.50 m
z = 2.40 m
r = 2.83 m
Halbmesser

TS-Beiwerte

maßgebende Kombination Ek 1, situation BS-P
ständige Einwirkungen $\gamma_G = 1.00$
veränderliche Einwirkungen $\gamma_Q = 1.30$
Reibungsbeiwert des Bodens $\gamma_\phi = 1.25$
Kohäsion des Bodens $\gamma_c = 1.25$

maßgeb. Gleitkreis mit größter Ausnutzung
M 1:100



Lamellenwerte	Nr.	x [m]	z [m]	b [m]	θ [°]	φ^d [°]	C_d [kN/m ²]
	1	0.30	-0.14	0.60	-25.3	24.8	0.0
	2	0.90	-0.35	0.60	-12.3	24.8	0.0
	3	1.50	-0.41	0.60	0.0	24.8	0.0
	4	2.06	-0.36	0.53	11.5	24.8	0.0
	5	2.59	-0.20	0.53	22.7	24.8	0.0
	6	3.11	0.10	0.53	35.0	24.8	0.0
	7	3.64	0.59	0.53	49.7	24.8	0.0
	8	4.04	1.20	0.28	64.7	24.8	0.0

Lasten Tangentialkräfte	Nr.	G_d [kN/m]	$P_{v,d}$ [kN/m]	$(G+P) \cdot \sin\theta$ [kN/m]	T [kN/m]
	1	1.75	-0.00	-0.75	1.13
	2	4.79	1.73	-1.39	3.41
	3	6.99	1.73	0.00	4.02
	4	6.62	1.51	1.62	3.52
	5	5.76	1.22	2.69	2.95
	6	4.22	21.72	14.87	11.20
	7	1.63	21.72	17.82	11.01
	8	0.85	0.00	0.77	0.48
	Σ			35.64	37.72

Momente aus
Einwirkungen

infolge Eigen- und Auflasten $M(G_i) = 100.87 \text{ kNm/m}$
 $E_M = 100.87 \text{ kNm/m}$

Momente aus Widerständen

infolge Tangentialkräfte
infolge Erdwiderstand

$M(Ti)$	$=$	106.76 kNm/m
$M(Ep)$	$=$	0.00 kNm/m
R_M	$=$	106.76 kNm/m

Ausnutzung

$$\mu = 100.87 / 106.76 = 0.94 \leq 1.0$$

Böschungsbruch, DIN EN 1997-1

Die Bodenkennwerte wurden dem geotechnischen Bericht entnommen und gelten für den Boden unterhalb des Kopfbalkens. Für den angesprochenen Boden werden die ungünstigeren Rechenwerte angesetzt. Infolge kann der Nachweis nur erbracht werden, wenn die Steinschüttung zur Profilierung des Gewässerbettes vor der Pfahlgründung angerechnet wird. Es wird unterstellt, dass der Grundwasserstand mit dem Wasserstand im Gewässer korrespondiert, also es zu keinen größeren Differenzen der Wasserstände kommt. Wird die Hinterfüllung mit anderen Böden vorgenommen, hat dies hier keinen relevanten Einfluss.

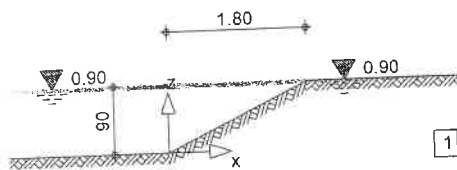
Der an der Böschungskante freigehaltene Bereich entspricht der Breite des Kopfbalkens. Dessen Höhe mit aufgelegter Brückenplatte beträgt 1,50 m. Alle vertikalen Lasten des Kopfbalkens nimmt die Pfahlgründung auf. Die Horizontallast der Kopfbalken halten die Rückverankerungen.

Die Bodenauflast einschließlich Straßenaufbau ergibt sich:
 $25 \times 0,3 + 18 \times 1,2 = 29,1 \text{ kN/m}^2$

Bei der Verkehrslast wird die Lastausbreitung von 3 m Fahrbahnbreite auf 5 m bei 1m Schütthöhe eingerechnet.
 Der Stoßbeiwert ergibt sich aus $1,4 - 0,1(1,50 - 0,60) = 1,31$:
 $3/5 \times 1,31 \times 16,7 = 13,13 \text{ kN/m}^2$ (SLW 30)

System

M 1:100



Böschung

Neigung
Höhe

$\beta = 26.57^\circ$
 $h = 0.90 \text{ m}$

Bodenkennwerte

Nr. Schicht

	z [m]	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]
1 Boden 1	-5.00	18.0	10.0	30.0	0.0

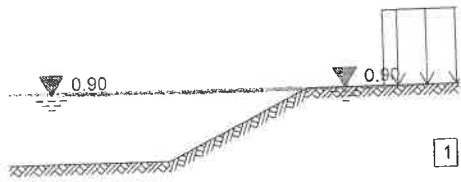
Wasserspiegel

Grundwasser
Außenwasser
Wichte des Wassers

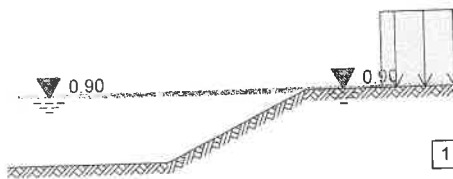
$z_{GW} = 0.90 \text{ m}$
 $z_{AW} = 0.90 \text{ m}$
 $\gamma_w = 10.00 \text{ kN/m}^3$

Belastungen

Einwirkung Gk.E
M 1:100



Einwirkung Verkehr
M 1:100



Flächenlasten

Nr.	EW	Typ	ah [m]	av [m]	s [m]	p [kN/m²]
1	Gk.E	GLe				0.00
2	Gk.E	SF	2.80	0.90	10.00	29.10
3	Verkehr	SF	2.80	0.90	10.00	13.13
4	Gk.E	SF	0.00	0.00	0.00	0.00

GLe: erdseitige Gleichlast
SF: Streifenfundamentlast

Kombinationen

GZ GEO-3: Grenzzustand Verlust Gesamtsicherheit
Ek Typ $\Sigma (\gamma * \psi * EW)$
1 BS-P 1.00*Gk.E+1.30*Verkehr

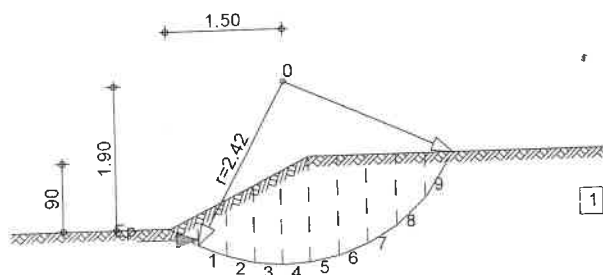
Nachweise (GZT)

nach DIN 1054 (12/10), A 11.1.1, GZ GEO-3
Lamellenverfahren mit kreisförmiger Gleitlinie
vereinfachter Wasserdruckansatz
Anzahl untersuchter Gleitkreise n = 10 -
maßgeb. Gleitkreismittelpunkt x = 1.50 m
z = 1.90 m
r = 2.42 m
Halbmesser

TS-Beiwerte

maßgebende Kombination Ek 1, Situation BS-P
ständige Einwirkungen $\gamma_G = 1.00$ -
veränderliche Einwirkungen $\gamma_Q = 1.30$ -
Reibungsbeiwert des Bodens $\gamma_\phi = 1.25$ -
Kohäsion des Bodens $\gamma_c = 1.25$ -

maßgeb. Gleitkreis mit größter Ausnutzung
M 1:100



Lamellenwerte

Nr.	x [m]	z [m]	b [m]	θ [°]	φ_d [°]	C_d [kN/m ²]
1	0.54	-0.31	0.36	-23.4	24.8	0.0
2	0.90	-0.44	0.36	-14.4	24.8	0.0
3	1.26	-0.50	0.36	-5.7	24.8	0.0
4	1.62	-0.51	0.36	2.8	24.8	0.0
5	1.99	-0.46	0.38	11.7	24.8	0.0
6	2.37	-0.35	0.38	21.2	24.8	0.0
7	2.75	-0.16	0.38	31.3	24.8	0.0
8	3.13	0.13	0.38	42.7	24.8	0.0
9	3.51	0.60	0.38	57.2	24.8	0.0

Lasten
Tangentialkräfte

Nr.	G_d [kN/m]	$P_{v,d}$ [kN/m]	$(G+P) \cdot \sin \theta$ [kN/m]	T [kN/m]
1	2.10	2.27	-1.74	2.68
2	3.20	1.62	-1.20	2.57
3	4.08	0.97	-0.50	2.44
4	4.76	0.32	0.25	2.30
5	5.19	0.00	1.05	2.26
6	4.76	0.00	1.72	2.03
7	4.04	6.59	5.52	4.59
8	2.93	17.59	13.92	9.34
9	1.13	17.59	15.74	9.74
Σ			34.76	37.95

Momente aus
Einwirkungen

$$\text{infolge Eigen- und Auflasten } M(G_i) = 84.16 \text{ kNm/m}$$

$$E_M = 84.16 \text{ kNm/m}$$

Momente aus
Widerständen

$$\text{infolge Tangentialkräfte } M(T_i) = 91.86 \text{ kNm/m}$$

$$\text{infolge Erdwiderstand } M(E_p) = 2.46 \text{ kNm/m}$$

$$R_M = 94.32 \text{ kNm/m}$$

Ausnutzung

$$\mu = \frac{84.16}{94.32} = 0.89 \leq 1.0$$

Böschungsbruch, DIN EN 1997-1

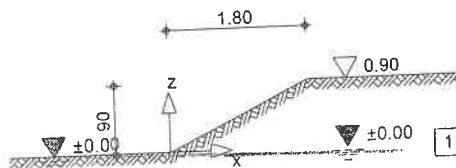
Die Bodenkennwerte wurden dem geotechnischen Bericht entnommen und gelten für den Boden unterhalb des Kopfbalkens. Für den angesprochenen Boden werden die ungünstigeren Rechenwerte angesetzt. Infolge kann der Nachweis nur erbracht werden, wenn die Steinschüttung zur Profilierung des Gewässerbettes vor der Pfahlgründung angerechnet wird. Es wird unterstellt, dass der Grundwasserstand mit dem Wasserstand im Gewässer korrespondiert, also es zu keinen größeren Differenzen der Wasserstände kommt. Wird die Hinterfüllung mit anderen Böden vorgenommen, hat dies hier keinen relevanten Einfluss.

Der an der Böschungskante freigehaltene Bereich entspricht der Breite des Kopfbalkens. Dessen Höhe mit aufgelegter Brückenplatte beträgt 1,50 m. Alle vertikalen Lasten des Kopfbalkens nimmt die Pfahlgründung auf. Die Horizontallast der Kopfbalken halten die Rückverankerungen.

Die Bodenauflast einschließlich Straßenaufbau ergibt sich:
 $25 \times 0,3 + 18 \times 1,2 = 29,1 \text{ kN/m}^2$

Bei der Verkehrslast wird die Lastausbreitung von 3 m Fahrbahnbreite auf 5 m bei 1m Schütthöhe eingerechnet. Der Stoßbeiwert ergibt sich aus $1,4 - 0,1(1,50 - 0,60) = 1,31$:
 $3/5 \times 1,31 \times 16,7 = 13,13 \text{ kN/m}^2$ (SLW 30)
 Die Steinschüttung aus dem Lastfall HW wird auch hier zur Stabilisierung der Böschungsoberfläche erforderlich.

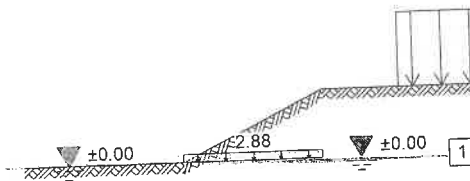
System
M 1:100



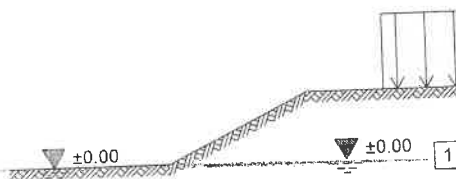
Böschung	Neigung	$\beta = 26.57^\circ$
	Höhe	$h = 0.90 \text{ m}$
Bodenkennwerte	Nr. Schicht	
	z	
	$[\text{m}]$	
	γ_k	
	$[\text{kN/m}^3]$	
	γ'_{k1}	
	$[\text{kN/m}^3]$	
	ϕ_k	
	$[\text{kN/m}^2]$	
	c_k	
	$[\text{kN/m}^2]$	
Wasserspiegel	Grundwasser	$z_{GW} = 0.00 \text{ m}$
	Außenwasser	$z_{AW} = 0.00 \text{ m}$
	Wichte des Wassers	$\gamma_w = 10.00 \text{ kN/m}^3$

Belastungen

Einwirkung Gk.E
M 1:100



Einwirkung Verkehr
M 1:100



Flächenlasten

Nr.	EW	Typ	ah [m]	av [m]	s [m]	p [kN/m ²]
1	Gk.E	GLe				0.00
2	Gk.E	SF	2.80	0.90	10.00	29.10
3	Verkehr	SF	2.80	0.90	10.00	13.13
4	Gk.E	SF	0.00	0.00	1.80	2.88

GLe: erdseitige Gleichlast
SF: Streifenfundamentlast

Kombinationen

GZ GEO-3: Grenzzustand Verlust Gesamtsicherheit
Ek Typ $\Sigma (\gamma * \psi * EW)$
1 BS-P 1.00*Gk.E+1.30*Verkehr

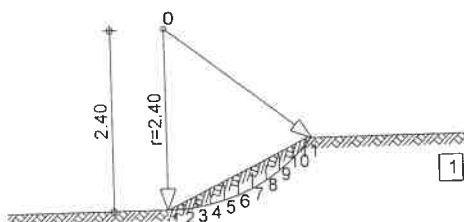
Nachweise (GZT)

nach DIN 1054 (12/10), A 11.1.1, GZ GEO-3
Lamellenverfahren mit kreisförmiger Gleitlinie
Anzahl untersuchter Gleitkreise n = 14
maßgeb. Gleitkreismittelpunkt x = 0.00
z = 2.40
r = 2.40
Halbmesser

TS-Beiwerte

maßgebende Kombination Ek 1, Situation BS-P
ständige Einwirkungen $\gamma_G = 1.00$
veränderliche Einwirkungen $\gamma_Q = 1.30$
Reibungsbeiwert des Bodens $\gamma_\phi = 1.25$
Kohäsion des Bodens $\gamma_c = 1.25$

maßgeb. Gleitkreis mit größter Ausnutzung
M 1:100



Lamellenwerte

Nr.	x [m]	z [m]	b [m]	θ [°]	φ_d [°]	C_d [kN/m²]
1	0.09	0.00	0.18	2.2	24.8	0.0
2	0.27	0.02	0.18	6.5	24.8	0.0
3	0.45	0.04	0.18	10.8	24.8	0.0
4	0.63	0.09	0.18	15.2	24.8	0.0
5	0.81	0.14	0.18	19.7	24.8	0.0
6	0.99	0.22	0.18	24.4	24.8	0.0
7	1.17	0.31	0.18	29.2	24.8	0.0
8	1.35	0.42	0.18	34.3	24.8	0.0
9	1.53	0.55	0.18	39.7	24.8	0.0
10	1.71	0.72	0.18	45.5	24.8	0.0
11	1.84	0.86	0.07	50.0	24.8	0.0

Lasten
Tangentialkräfte

Nr.	G_d [kN/m]	$P_{v,d}$ [kN/m]	$(G+P) \cdot \sin \theta$ [kN/m]	T [kN/m]
1	0.13	0.00	0.01	0.06
2	0.38	0.00	0.04	0.17
3	0.59	0.00	0.11	0.25
4	0.74	0.00	0.19	0.32
5	0.85	0.00	0.29	0.36
6	0.90	0.00	0.37	0.38
7	0.90	0.00	0.44	0.38
8	0.83	0.00	0.47	0.36
9	0.68	0.00	0.44	0.30
10	0.43	0.00	0.31	0.20
11	0.06	0.00	0.04	0.03
Σ			2.71	2.80

Momente aus
Einwirkungen

$$\text{infolge Eigen- und Auflasten } M(G_i) = 6.50 \text{ kNm/m}$$

$$E_M = 6.50 \text{ kNm/m}$$

Momente aus
Widerständen

$$\text{infolge Tangentialkräfte } M(T_i) = 6.72 \text{ kNm/m}$$

$$R_M = 6.72 \text{ kNm/m}$$

Ausnutzung

$$\mu = \frac{6.50}{6.72} = 0.97 \leq 1.0$$

Pos. 009 Auflagerung / Verdübelung Brückenplatte auf Plattenbalken

Bremslast: $Q_{ik} = 366.7 \text{ kN}$

kraftschlüssige Verbindung der Brückenplatte auf den Pfahlbalken mit **FIXANKER**

W-FAZ/A4, gewählt: 8 Stck M24 mit V_{ed}
 $= 70.6 \text{ kN}$

$$E_d = 1.5 \cdot 366.7 = 550.05 \text{ kN}$$

$$R_d = 8 \cdot 70.6 = \underline{\underline{564.8 \text{ kN}}} \geq 550.05 \text{ kN} = E_d$$

Auflager:

Zur Zentrierung des linienförmigen Lastentrags und zum Toleranzausgleich wird auf den Pfahlbalken über der Achse der Gründungspfähle ein unbewehrtes Elastomerlager in den Abmessungen von mindestens $f = 20 \text{ mm}$, $a_1 = 100 \text{ mm}$ und $b = 5400 \text{ mm}$ eingetaucht. Für das Planprodukt **SPERIT**-Elastomerlager Serie 400 ergibt sich der Nachweis:

aus Pos. 002: $G_k = 252.96 \text{ kN}$, $Q_k = 460.24 \text{ kN}$

aus Bremslast: $V = 366.7 \text{ kN}$

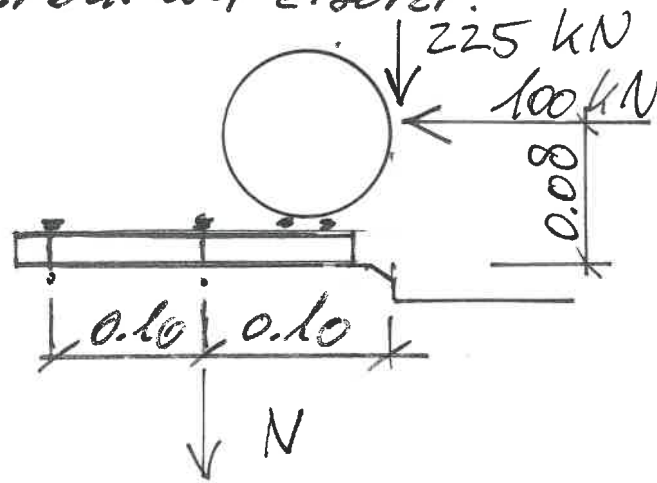
$$E_d = 1.35 \cdot 252.96 + 1.5 \cdot (460.24 + 366.7)$$

$$E_d = 1581.90 \text{ kN}$$

$$\sigma_{Ed} = \frac{1581.900}{100 \cdot 5400} = \frac{2.93 \text{ N}}{\text{mm}^2} \leq \frac{5.6 \text{ N}}{\text{mm}^2} = \sigma_{Rd}$$

Pos. 010 Aufwandschutz / Befestigung Raumballen

Der Schraumbord wird durch einen aufgedübelten Stahlrohrbalken ersetzt.



Belastung:
nach B4st
Heft B 88

$$H=0 = +N \cdot 0.10 + 225 \cdot 0.20 - 100 \cdot 0.08$$

$$N = \frac{-45 + 8}{0.10} = \underline{\underline{-370 \text{ kN}}}$$

→ keine Zugkraft für N

$$V = H = 100 \text{ kN}$$

gewählt:

4x Betonschraube W-B5 14x130

$$\text{mit } V_{zul} = 4 \cdot 32 = \underline{\underline{128 \text{ kN} \geq 100 \text{ kN} = V_{\text{act}}}}$$

Tabelle A.1: Zusammenhänge zwischen Sonden laut BAW (1990)

B A W
Ref. K1

Sondierungen

"SONDIER"
Stand 10/90

BEWERTUNG VON SONDIERUNGEN IN ROLLIGEN BÖDEN

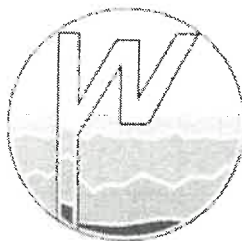
Sonden- art	Sondier- ergebnis	Benennung der Festig- keit	Charakt. Scherwinkel ϕ' [°]	cal ϕ' BAU [°]	Steife- modul E_s [MN/m ²]
CPT	$q_{cs} < 2$	sehr gering	< 30	< 27,5	< 15
DPL-5	$N_{10} < 3$				
DPL	$N_{10} < 5^*$				
DPH	$N_{10} < 2$				
SPT	$N_{30} < 4$				
CPT	$q_{cs} = 2-6$	gering	30-35	27,5-32,5	15-50
DPL-5	$N_{10} = 3-10$				
DPL	$N_{10} = 5-15^*$				
DPH	$N_{10} = 2-6$				
SPT	$N_{30} = 4-12$				
CPT	$q_{cs} = 6-11$	mittel	35-37,5	32,5-35	50-80
DPL-5	$N_{10} = 10-18$				
DPL	$N_{10} = 15-27^*$				
DPH	$N_{10} = 6-11$				
SPT	$N_{30} = 12-22$				
CPT	$q_{cs} = 11-19$	groß	37,5-40	35-37,5	80-100
DPL-5	$N_{10} = 18-30$				
DPL	$N_{10} = 27-45^*$				
DPH	$N_{10} = 11-19$				
SPT	$N_{30} = 22-38$				
CPT	$q_{cs} > 19$	sehr groß	> 40	> 37,5	> 100
DPL-5	$N_{10} > 30$				
DPL	$N_{10} > 45^*$				
DPH	$N_{10} > 19$				
SPT	$N_{30} > 38$				

CPT Drucksonde nach DIN 4094
 DPL-5 Leichte Rammsonde nach DIN 4094 (Spitzenfläche 5 cm²)
 DPL Leichte Rammsonde nach DIN 4094 (Spitzenfläche 10 cm²)
 DPH Schwere Rammsonde nach DIN 4094 (Spitzenfläche 15 cm²)
 SPT Standard Penetration Test nach DIN 4094

q_{cs} Spitzenwiderstand [MN/m²]

N_{10} bzw. N_{30} Schlagzahl für 10 bzw. 30 cm Eindringung

* Diese Werte sind noch nicht ausreichend überprüft.



Ingenieurbüro für Geotechnik Prof. Dr. E. Weber GmbH
von der IHK Cottbus öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Geotechnik

Bahnhofstraße 33, 03099 Kolkwitz, Tel.: 0355/28 71 02 Fax: 0355/2 86 19

Internet: www.ingbuero-prof-weber.de, Email: info@ingbuero-prof-weber.de

Baugrunderkundung * Gründungsberatung * Gerichts-/ Schadensgutachten * Erschütterungsmessungen *
Verdichtungskontrollen * Altlastenerkundung/-sanierung * Deponietechnik/-planung * Sanierungspla-
nung * Fremdüberwachung * Laboruntersuchungen * Asbestuntersuchung * Beweissicherungsverfahren *

Geotechnische Stellungnahme **(Baugrundgutachten)**

für den

Brücke 700 - Neumanns Brücke
im Rahmen des Flurbereinigungsverfahrens
in der Großgemeinde Kolkwitz

(Umfang: 15 Seiten, 3 Anlagen)

Zur Einsichtnahme

Kolkwitz, 04.07.2024

Projekt Nr.: 02/PW/03/24
Bearbeiter: Prof. Dr.-Ing. habil. W. Weber
M.Sc. D. Seydewitz

W. Weber



Hauptsitz: Bahnhofstraße 33 * 03099 Kolkwitz * Tel.: 03 55/28 71 02 * Fax: 03 55/2 86 19
AS Dresden: Reichenbachstraße 55 * 01069 Dresden * Tel.: 03 51/4 40 37 88 * Fax: 03 51/4 40 37 89
AS Dessau: Wasserstadt I * 06844 Dessau-Roßlau * Tel.: 03 40/ 5 21 09 14 * Fax: 03 40/ 850 74 620
Geschäftsführer: Prof. Dr.-Ing. habil. W. Weber * eingetragen beim Amtsgericht Cottbus HRB 2779 * Steuer-Nr. 056/111/00096

Inhaltsverzeichnis

1	Unterlagen	3
2	Angaben zum Bauvorhaben	3
2.1	Allgemeine Angaben	3
2.2	Umfang der geotechnischen und chemischen Untersuchungen	3
3	Ergebnisse der Baugrunderkundungen und Laboruntersuchungen	4
3.1	Schichtenverzeichnisse und Bohrprofile	4
3.2	Wasser im Boden	4
3.3	Sondierungen mit der leichten Rammsonde	5
3.4	Geotechnische Laborergebnisse	5
3.5	Chemische Untersuchungen nach Ersatzbaustoffverordnung für Boden	6
3.6	Chemische Untersuchungen Wasser	7
4	Wertung der geotechnischen Ergebnisse und Hinweise	9
4.1	Wertung der geotechnischen Ergebnisse für das geplante Bauvorhaben	9
4.1.1	Boden- und Frostempfindlichkeitsklassen	9
4.1.2	Berechnungskennwerte	9
4.2	Bautechnische Schlussfolgerungen und Empfehlungen	11
4.2.1	Hinweise zur Gründung des Brückenbauwerkes 700	12
5	Hinweise	14
6	Anlagenverzeichnis	16
7	Abkürzungsverzeichnis	16

1 Unterlagen

1. 1. Auftrag zur Baugrunduntersuchung für das BV „FBV Kolkwitz I“, Verband für Landentwicklung und Flurneuordnung Brandenburg vom 12.03.2024, auf Grundlage unseres Angebotes vom 26.02.2024
1. 2. Übersichtskarte, Maßstab 1:15.000, Stand: 21.01.2024

2 Angaben zum Bauvorhaben

2.1 Allgemeine Angaben

Der VLF Brandenburg plant eine Sanierung mit teilweisem Neubau des Wegenetzes im Bereich der Großgemeinde Kolkwitz. Die Trassenführung mit Darstellung der einzelnen Trassenabschnitte mit dem zu sanierenden Brückenbauwerk können dem Übersichtslageplan entnommen werden. Die vorliegende geotechnische Stellungnahme bezieht sich auf das Brückenbauwerk 700 – Neumanns Brücke.

2.2 Umfang der geotechnischen und chemischen Untersuchungen

Für die Baugrunderkundung wurden mit dem Auftraggeber zwei Bohrungen (B1 und B2) unter Berücksichtigung der DIN EN ISO 22475-1 sowie zwei Sondierungen mit der leichten Rammsonde (LRS1 und LRS2) nach DIN EN ISO 22476-2 vereinbart. Die Bohrungen und Sondierungen wurden auf Tiefen von max. 10,00 m abgeteuft. Die Ansatzpunkte wurden auf Lage (ETRS89/UTM33) und Höhe (DHHN 2016) eingemessen.

Die Bodenprobenahmen erfolgten nach DIN EN ISO 22475-1. Folgende Untersuchungen kamen bei den Bodenproben zur Anwendung:

- Bestimmung der Korngrößenverteilungen mit Ermittlung der Hauptkorngrößen,
- Bestimmung der natürlichen Wasserzahl (w_n),
- Ermittlung der Fließ- und Ausrollgrenze sowie der Wasserzahl,
- Einschätzung der Lagerungsdichte,
- alle Bodenproben wurden mittels Handprüfmethoden nach DIN EN ISO 14688-2 untersucht,
- Untersuchung von zwei Mischproben auf Schadstoffe nach Ersatzbaustoffverordnung (EBV (2023)).

Darüber hinaus wurde aus zwei Proben (eine Wasserprobe aus dem Gewässer und eine Wasserprobe aus dem Grundwasser) die Beton- und Stahlaggressivität sowie der Eisengehalt (gesamt und gelöst) bestimmt.

3 Ergebnisse der Baugrunderkundungen und Laboruntersuchungen

3.1 Schichtenverzeichnisse und Bohrprofile

Die Bohrungen B1 und B2 wurden am 05.04.2024 durch die Ingenieurbüro für Geotechnik Prof. Dr. E. Weber GmbH abgeteufelt. Die Ansatzpunkte sind dem Lageplan in Anlage 1 zu entnehmen. Die Bohrprofile liegen als Anlage 2 vor. Daraus wurden die Baugrundprofile der Tabelle 1 abgeleitet.

Tabelle 1: Baugrundprofile der Bohrungen B1 bis B2 für das Brückenbauwerk 700

Lockergestein	Mächtigkeit in m unter Ansatzpunkt (AP)	
	B1	B2
Sand/Oberboden, schwach schluffig, z.T. kiesig, schwach humos bis humose, braun bis dunkelbraun, schwach feucht bis feucht Bodengruppe: OH	0,00 – 0,60	0,00 – 0,40
Feinsand, z.T. stark schluffig, beige bis braun, schwach bis stark feucht Bodengruppe: SU*	0,60 – 3,70	0,40 – 2,40
Feinsand, mittelsandig, lokal schwach schluffig, dunkelbraun, feucht Bodengruppe: SE	-	2,40 – 5,60
Feinsand, schluffig, schwach mittelsandig bis sehr schwach feinkiesig, braun bis schwarz-braun, sehr feucht bis nass Bodengruppe: SU	3,70 – 10,00	-
Feinsand, schluffig bis stark schluffig, schwach grobsandig, dunkelbraun, sehr feucht bis nass Bodengruppen: SU*	-	5,60 – 7,10
Mittelsand, grobsandig bis schwach kiesig, dunkelbraun, nass Bodengruppen: SE	-	7,10 – 10,00
Schichtenwasser-/Grundwasserstand* in m unter AP	4,20	6,50
Endteufe in m unter AP	10,00	10,00

*: Wasserstand zum Erkundungszeitpunkt am 05.04.2024

Einzelheiten und die genaue Tiefenlage der Schichtgrenzen sind den beigefügten Anlagen 2.1 bis 2.2 (Bohrprofile) zu entnehmen.

3.2 Wasser im Boden

Bei den Bohrungen B1 und B2 wurde am Erkundungstag Grund- bzw. Schichtenwasser in einer Tiefe von 4,20 m bzw. 6,50 m unter Ok Gelände angetroffen (vgl. Tabelle 1). Die Gewässersohle liegt bei -1,60 m unter OK Gelände.

Jahreszeitlich bedingt ist mit Wasserschwankungen von ca. +/- 1,00 m zu rechnen. In niederschlagsreichen Jahreszeiten kommuniziert der Wasserstand im angrenzenden Boden mit dem Grabenwasserstand. Dann ist von geländegleichen Wasserständen auszugehen.

3.3 Sondierungen mit der leichten Rammsonde

Zur Prüfung der Lagerungsdichte der anstehenden Lockergesteine wurden am 05.04.2024 durch die Ingenieurbüro für Geotechnik Prof. Dr. E. Weber GmbH, ergänzend zu den Bohrungen, zwei Sondierungen (LRS1 und LRS 2) mit der leichten Rammsonde ausgeführt. Die Sondieransatzpunkte sind dem Lageplan der Anlage 1 zu entnehmen, die Diagramme der Sondierungen sind in Anlage 2 dargestellt. Die Sondiererergebnisse wurden in der Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2: Lagerungsdichten der Sondierungen LRS1 und LRS2

Lagerungsdichte	Mächtigkeiten in m unter AP LRS1	Mächtigkeiten in m unter AP LRS2
locker	0,00 – 0,90	0,00 – 0,90
mitteldicht	0,90 – 2,40	0,90 – 3,20
dicht	2,40 – 10,00	3,20 – 10,00
Endteufe in m unter AP	10,00	10,00

Bei erhöhten Wassergehalten, die einerseits durch jahreszeitlich auftretendes Schichtenwasser oder andererseits durch Niederschläge während der Baugrubenherstellung auftreten können, weichen die erkundeten gemischtkörnigen Bodenschichten (SU*) auf.

3.4 Geotechnische Laborergebnisse

Die entnommenen Lockergesteinsproben wurden entsprechend der Vorgaben von Abschnitt 2.2 untersucht und nach DIN 18122 klassifiziert. Das Ergebnis ist in den nachfolgenden Tabellen zusammengefasst:

Tabelle 3: Laborergebnisse und Klassifizierung nach DIN 18196

Bohrung/ Proben-Nr. (Teufe in m)	$d \leq 0,06$ mm [%]	U	C	w_n^{*1}	k_r -Wert [m/s]	DIN 18196 Kurzzeichen
B1/4 (2,60 – 3,70)	20,3	-	-	0,193	$3,1 \cdot 10^{-4}$	SU*
B2/4 (2,40 – 3,50)	22,8	*2	*2	0,131	*2	SU*
B2/6 (5,60 – 7,10)	35,95	*2	*2	0,235	*2	SU*

*1: Zum Erkundungszeitpunkt (05.04.2024).

*2: Aus Kornverteilungskurve nicht bestimmbar.

Durch diese Laboruntersuchungen konnten die Erkundungsergebnisse präzisiert werden. Sie belegen, dass im untersuchten Bereich unterhalb des Oberbodens enggestufte Sande der Bodengruppe SE sowie schluffige und stark schluffige Sande der Bodengruppe SU/SU* anstehen.

Der ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert für die hier anstehenden enggestuften Sande der Bodengruppe SE weist einen k_f -Wert von $3,1 \cdot 10^{-4}$ m/s auf. Diese Böden sind als durchlässig bis stark durchlässig zu bezeichnen.

Für die angetroffenen schluffigen Sande der Bodengruppen SU, SU-SU* und SU* können im Allgemeinen folgende k_f -Werte angenommen werden:
Bodengruppen SU, SU-SU* und SU*: k_f -Wert zwischen ca. 10^{-5} m/s und ca. 10^{-7} m/s.
Böden der Bodengruppen SU, SU-SU* und SU* sind als durchlässig bis gering durchlässig zu bezeichnen.

3.5 Chemische Untersuchungen nach Ersatzbaustoffverordnung für Boden

Die Untersuchung einer Mischprobe aus der festgestellten Auffüllung wurde beauftragt nach:

Ersatzbaustoffverordnung (EBV (2023), Anlage 1, Tabelle 3, MantelV vom 09.07.2021 für Boden).

Probenahme (Kurzprotokoll):

Probenahmestellen: B1 bis B2

Datum: 05.04.2024
Probenehmer: Herr Böhm, Ingenieurbüro für Geotechnik Prof. Dr. E. Weber GmbH
Entnahmegesetz: Rammkernbohrung
Art der Probenahme: Einzelprobe
Probemenge: ca. 1,5 l

Probenahmestellen:

MP 1 (Brücke 700 – Neumanns Brücke, Bodenmischprobe aus B 1/2 (0,60 m – 1,50 m), B 1/3 (1,50 m – 2,60 m), B 2/2 (0,40 m – 1,40 m), B 2/3 (1,40 m – 2,40 m).

Ergebnis:

Die Proben wurden fachgerecht entnommen und sind entsprechend den Vorgaben untersucht worden (siehe Anlage 3, Prüfbericht Nr. 601/06/24, L.U.A. GmbH & Co. KG).

Die Analyseergebnisse der chemischen Untersuchung nach EBV sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 4: Analyse der Mischprobe MP 1

Parameter (Feststoff)		MP 1	BM-0 (Sand)	BM-0 (Lehm/ Schluff)	BM-0 (Ton)	BM-0* (Fest- stoff)	BM- F0* (Fest- stoff)	BM-F1 (Fest- stoff)	BM-F2 (Fest- stoff)	BM-F3 (Fest- stoff)
Arsen	mg/kg	1,88	10	20	20	20	40	40	40	150
Blei	mg/kg	5,2	40	70	100	140	140	140	140	700
Cadmium	mg/kg	< 0,3	0,4	1	1,5	1	2	2	2	10
Chrom (g.)	mg/kg	6,13	30	60	100	120	120	120	120	600
Kupfer	mg/kg	17,7	20	40	60	80	80	80	80	320
Nickel	mg/kg	1,46	15	50	70	100	100	100	100	350
Quecksil- ber	mg/kg	< 0,1	0,2	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	5
Thallium	mg/kg	< 0,1	0,5	1	1	1	2	2	2	7
Zink	mg/kg	25,9	60	150	200	300	300	300	300	1200
TOC	Ma- %	0,483	1	1	1	1	5	5	5	5
PAK 16	mg/kg	0,612	3	3	3	6	6	6	6	30
Benzo(a)- pyren	mg/kg	< 0,001	0,3	0,3	0,3					
PCB	mg/kg	< 0,007	0,05	0,05	0,05	0,1				
EOX	mg/kg	< 1	1	1	1	1				

Bei der untersuchten Bodenmischprobe **MP1** ist nach den Analysewerten von **dem Zuordnungswert BM-0 nach EBV (uneingeschränkter offener Einbau in hydrologisch ungünstigen Systemen)** auszugehen. Hier wurden keine erhöhten Gehalte an Schadstoffen festgestellt.

3.6 Chemische Untersuchungen Wasser

Die Untersuchungen an der Grundwasserprobe und der Wasserprobe aus dem Graben erfolgten nach:

*DIN EN 206-1, Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität,
 DIN 50929-3, Korrosion der Metalle - Korrosionswahrscheinlichkeit metallener Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung, Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern.*

Des Weiteren wurden die folgenden Parameter ermittelt:

Gesamtgehalt an Eisen und Gesamtgehalt an gelöstem Eisen (II und III).

Probenahme:

Probenahmestellen: B2 und Graben

Datum: 05.04.2024

Probenehmer: Herr Böhm, Ingenieurbüro für Geotechnik Prof. Dr. E. Weber GmbH
Probehälter: Braunglasflasche

Probenahmestelle:

WP 1 (FBV Kolkwitz, Brücke 700 - Neumanns Brücke, Grundwasserprobe vom 05.04.2024 aus Bohrung B2 aus 3,50 – 5,60 Tiefe)

WP 2 (FBV Kolkwitz, Brücke 700 - Neumanns Brücke, Wasserprobe Graben vom 05.04.2024)

Ergebnis:

Die detaillierten Analyseergebnisse der chemischen Untersuchungen sind dem Laborbericht der L.U.A. GmbH & Co. KG (siehe Anlage 3, Prüfbericht Nr. 601/06/24 vom 25.06.2024) zu entnehmen.

Die untersuchte Probe **WP1** (Wasserprobe aus dem Grundwasser) wird aus chemischer Sicht als **mäßig betonangreifend** eingestuft. Hinsichtlich der Stahlkorrosivität wird die Probe mit einer **geringen** Wahrscheinlichkeit für Mulden- und Lochkorrosion und einer **sehr geringen** Wahrscheinlichkeit für Flächenkorrosion eingeschätzt.

Die untersuchte Probe **WP2** (Wasserprobe aus dem Gewässer) wird aus chemischer Sicht als **schwach betonangreifend** eingestuft. Hinsichtlich der Stahlkorrosivität wird die Probe mit einer **geringen/sehr geringen** Wahrscheinlichkeit für Mulden- und Lochkorrosion und einer **sehr geringen** Wahrscheinlichkeit für Flächenkorrosion eingeschätzt.

Bezüglich der Ermittlung des Eisengehaltes (gesamt und gelöst) konnten folgende Ergebnisse ermittelt werden:

Tabelle 5: Analyse der Wasserproben WP1 und WP2

Parameter	WP1 [mg/l]	WP2 [mg/l]
Eisen ges.	1,27	0,911
Eisen II	0,361	0,227
Eisen III	0,411	0,391

4 Wertung der geotechnischen Ergebnisse und Hinweise

4.1 Wertung der geotechnischen Ergebnisse für das geplante Bauvorhaben

4.1.1 Boden- und Frostempfindlichkeitsklassen

Die am geplanten Standort erkundeten Böden können den in Tabelle 6a zusammengestellten Boden- und Frostempfindlichkeitsklassen zugeordnet werden, wobei für Erdaushubarbeiten die DIN 18300 von 09/2012 zugrunde gelegt wird. In der Tabelle 6b sind die Homogenbereiche nach DIN 18300 von 09/2019 sowie die Klassifikationen nach DIN 18301 von 09/2019 zusammengestellt. Das Untersuchungsgebiet liegt im Bereich der Frostzone III (Frost Eindringtiefe: 1,30 m) nach RStO 12/DWD.

Tabelle 6a: Boden- und Frostempfindlichkeitsklassen

Bodengruppe [DIN 18196]	Bodenklasse [DIN 18300 09/2012]	Frostempfindlichkeits- klasse [ZTVE-StB 17]
OH (Sand, humos)	1 Oberboden	F 3 sehr frostempfindlich
SE (Sand)	3 leicht lösbare Bodenarten	F 1 nicht frostempfindlich
SU (Sand, schwach schluffig)	3 leicht lösbare Bodenarten	F 1 / F 2 nicht bis mittel frostempfindlich
SU* (Sand, schluffig)	4/2** mittelschwer lösbare Bodenarten	F 3 sehr frostempfindlich

** : Mittelschwer bis schwer lösbar (bei Wasser Tendenz zur Bodenklasse 2, fließende Bodenart).

Tabelle 6b: Homogenbereiche nach DIN 18300 von 09/2019

Bodengruppe [DIN 18196]	Homogenbereich [DIN 18300 von 09/2019]	Klassifikation [DIN 18301 von 09/2019]
OH: Oberboden	1	BO 1
SE, SU: Sand, z. T. schwach schluffig	2	BN 1
SU*: Sand, schluffig bis stark schluffig	3	BB 2 und BB 3

4.1.2 Berechnungskennwerte

Für **überschlägige** Berechnungen können folgende Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands nach DIN 1054 angesetzt werden (siehe Tabelle 7). Durch diese überschlägigen Abschätzungen werden erdstatische Berechnungen für die Brückenwiderlager nicht hinfällig.

Tabelle 7: Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands bei bindigem Baugrund (Boden-
 gruppe SU*)

Einbindetiefe unter Gewässersohle [m]	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands [kN/m ²] bei Streifenfundamenten mit Breiten b bzw. b' von 0,5 bis 2 m für Konsistenz:	
	steif	
1,0	250	
1,5	310	
2,0	350	

Die Werte der Tabelle 7 gelten unter folgenden Voraussetzungen:

- Fundamentbreite $< 5,0$ m,
- Konsistenz mindestens steif,
- Verhältnis $H:V \leq 0,2$,
- allmähliche Lastaufbringung bei steifer Konsistenz; bei schneller Belastung oder weicher Konsistenz Nachweis der zulässigen Bodenpressungen mit Setzungs- und Grundbruchuntersuchungen,
- **Verträglichkeit der Setzungen von 2 bis 4 cm für das Bauwerk,**
- bei Fundamentbreiten zwischen 2 und 5 m Abminderung der Tabellenwerte um 10 % je m zusätzlicher Fundamentbreite.

Sollten aufnehmbare Sohldrücke in Ansatz gebracht werden, sind die Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands in der Tabelle 7 durch den Faktor 1,4 zu dividieren.

Die Festlegung der zulässigen Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes entsprechend der Tabelle 7 erfolgt in Abhängigkeit von der endgültigen Gründungstiefe. Die lastverteilende Wirkung und der erhöhte Steifemodul von Bodenersatzschichten können ggf. berücksichtigt werden. Hierzu sind jedoch Rücksprachen mit der Ingenieurbüro für Geotechnik Prof. Dr. E. Weber GmbH zu führen.

Für erdstatische Berechnungen können die in nachstehender Tabelle angegebenen Rechenwerte angesetzt werden.

Tabelle 8: Bodenmodell und Berechnungskennwerte

Bodengruppe	Wichten		Scherparameter			Steifenzahl ²
	cal γ [kN/m ³]	cal γ' [kN/m ³]	cal ϕ' [grad]	cal c' [kN/m ²]	cal c_u [kN/m ²]	cal E_s [MN/m ²]
OH (Oberboden)	17,0	9,0	25,0	0	0	-
Homogenbereich 1 SE, SU (Sand, z. T. schwach schluffig, locker)	17,0	9,0	30,0	0	0	20 ¹
Homogenbereich 2.1 SE, SU (Sand, z. T. schwach schluffig, mitteldicht)	18,0	10,0	32,0	0	0	40
Homogenbereich 2.2 SE, SU (Sand, z. T. schwach schluffig, dicht)	19,0	11,0	35,0	0	0	80
Homogenbereich 2.3						

SU* (Sand, schluffig bis stark schluffig, weich) Homogenbereich 3.1	20,0	10,0	22,5	0	5	10 ^{*1}
SU* (Sand, schluffig bis stark schluffig, mittel-dicht ^{*3}) Homogenbereich 3.2	20,5	10,5	22,5	5	25	20
SU* (Sand, schluffig bis stark schluffig, halb-fest ^{*3} /dicht) Homogenbereich 3.3	21,5	11,5	22,5	10	60	50

- *1: Sackungen/Setzungen, z. B. durch Kornzusammenbrüchen bei locker gelagerten Sanden sowie durch Schrumpfungen weicher Lockergesteine, werden bei dieser Steifezahl nicht berücksichtigt.
 *2: Druck-Setzungs-Versuche zur Ermittlung der Steifezahl wurden auftragsgemäß nicht ausgeführt.
 *3: Hierbei ist zu beachten, dass niederschlagsbedingte und durch Schichtenwasser hervorgerufene Aufweichungen (auch infolge offenstehender Baugruben) nicht auszuschließen sind.

Die Bettungsmodule k_s für die Ausbildung der Gründungskörper können entweder unmittelbar aus der Steifezahl E_s und der Sohlnormalspannung (vorhandene Bodenpressung) oder in einem gesonderten Arbeitsschritt nach

$$k_s = \frac{\sigma_0}{s}$$

σ_0 Sohlnormalspannung (vorhandene Bodenpressung), kN/m²,
 s Endwert der Bauwerkssetzung (nach DIN 4019)

berechnet werden.

Für überschlägige Berechnungen kann der Bettungsmodul k_s z. B. nach

$$k_s = \frac{2E_s}{b \cdot \ln\left(\frac{b+2t}{b}\right)}$$

b Breite des Gründungskörpers
 t setzungserzeugende Schicht
 E_s Steifezahl (als geometrisches Mittel ansetzen)

ermittelt werden.

4.2 Bautechnische Schlussfolgerungen und Empfehlungen

4.2.1 Hinweise zur Gründung des Brückenbauwerkes 700

Für die Gründung wird durch die Ingenieurbüro für Geotechnik Prof. Dr. E. Weber GmbH folgendes vorgeschlagen:

- Das Untersuchungsgebiet liegt im Bereich der Frostzone II (Frosteindringtiefe: 1,30 m) nach RStO 12/DWD.
- Im Rahmen der Baugrunderkundung wurden im Liegenden der Oberbodenabdeckung überwiegend enggestufte bis schluffige Sande (Kurzzeichen: SE – SU/SU*) ab ca. 0,90m unter OK Gelände mit mitteldichten bis dichten Lagerungsverhältnissen angetroffen. Deshalb können die Brückenwiderlager als Flachgründung im mindestens mitteldicht gelagerten Baugrund unterhalb der Gewässersohle gegründet werden. Das Planum ist fachgerecht zu verdichten. Für das Planum ist ein korrelierter Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100\%$ nachzuweisen. Für die Dauer der Bauarbeiten ist der Graben im Bauabschnitt zu verrohren. Für die Baugrube der Widerlager sind Wasserhaltungen einzuplanen.
- Wir empfehlen ein Gründungspolster von mindestens 0,30 unterhalb der Gründungen der Widerlager einzubauen und fachgerecht zu verdichten.
- Im Rahmen der Planungsarbeiten für das Brückenbauwerk empfehlen wir zur Überprüfung der Gründungsempfehlung und zur Vermeidung unerwarteter Nachträge erdstatische Berechnungen einschließlich der Durchführung von entsprechenden Setzungsberechnungen. Diese Berechnungen können anhand der geotechnischen Berechnungskennwerte und der vorhandenen Sohlpressungen aus dem Bauwerk durchgeführt und im Bedarfsfall durch unser Büro ausgeführt werden. Die Lastangaben (durchschnittliche Sohlpressungen in kN/m^2 sowie Verkehrslasten), tolerierbare Setzungen und Setzungsunterschiede sowie die Geometrien der Gründungselemente wären anzugeben. Im Rahmen dieser erdstatischen Berechnungen kann auch ein setzungsoptimierter Bettungsmodul bestimmt werden.
- Die erforderlichen Standsicherheitsnachweise sollten auf der Grundlage der aktuellen Planungsunterlagen und der vorhandenen, künftigen Sohlpressungen des Brückenbauwerkes zuzüglich Verkehrslasten durchgeführt werden.
- Sollte es im Rahmen der weiteren Planung zu Standortverschiebungen kommen, empfehlen wir Nacherkundungen, da lokale Abweichungen trotz der relativ homogenen Baugrundverhältnisse nicht ausgeschlossen sind.
- Die Baugrubensohlen sind auflockerungsfrei herzustellen und fachgerecht zu verdichten. In den Baugrubensohlen ist ein Verdichtungsgrad nach der Proctordichte von $D_{Pr} \geq 100\%$ nachzuweisen. Der Verdichtungserfolg ist zu dokumentieren. Sollte der erforderliche Verdichtungsgrad nicht erreicht werden, so sind die im Baugrubensohlenbereich anstehenden Böden bis mindestens 0,30 m unterhalb der Baugrubensohle auszusetzen und entsprechende Bodenverbesserungen fachgerecht einzubauen und zu verdichten. Auf die Verdichtungsunwilligkeit enggestufter Sande der Bodengruppe SE

wird hingewiesen. Wir empfehlen eine sorgfältige geotechnische Betreuung der Baugrubenherstellungen.

- Als Bodenverbesserungsmaterial kann geprüftes Betonrecycling (kein Ziegelrecycling) bei entsprechender Eignung (d. h. ohne Fremdbestandteile und mit gängiger Kornabstufung) oder ein geprüftes Mineralgemisch verwendet werden. Das Material ist lagenweise einzubauen ($d \leq 30$ cm) und fachgerecht zu verdichten. Auf der OK der Bodenverbesserung ist ein Verdichtungsgrad nach der Proctordichte von $D_{Pr} \geq 100$ % nachzuweisen. Der Verdichtungserfolg ist zu dokumentieren. Ergänzend empfehlen wir das Anlegen von Probefeldern. Die Zulässigkeit des Einbaus von Betonrecycling ist mit der zuständigen Behörde abzustimmen.
- Die Baugrubensohlen sind vor Durchfeuchtungen zu schützen. Die Wasser- und Frostempfindlichkeit der anstehenden bindigen Böden (Bodengruppen SU-SU* und SU*) ist zu beachten. Die Erdbauarbeiten sollten möglichst in regenarmer Jahreszeit erfolgen, auch um notwendige Wasserhaltungsmaßnahmen auf ein Minimum zu reduzieren und einen Zustrom von Niederschlagswasser zu den Baugruben zu vermeiden. Erfolgt der Bau in niederschlagsreicher Jahreszeit, kann es zu Baubehinderungen kommen.
- Aus geotechnischer Sicht sind sowohl abgeboßte Baugrubenherstellungen als auch Baugrubensicherungen mittels Spundwänden möglich. Die kostengünstigere Variante sollte ausgeführt werden.
- Ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit können Baugruben im Verbreitungsbereich mindestens steifer bindiger Erdstoffe nicht steiler als 60° und im Verbreitungsbereich nichtbindiger Erdstoffe nicht steiler als 45° abgeboßt werden. Allgemein sind hier die Forderungen der DIN 4124 zu beachten. In Bereichen, in denen aus Sicherheits- oder Platzgründen keine Abböschung der Baugruben möglich ist, z. B. nahe der Grundstücksgrenzen oder in der Nähe von bestehenden Gebäuden und Verkehrsflächen, sind die Baugruben fachgerecht zu verbauen. Berechnungen zur Bemessung des Baugrubenverbaus können im Bedarfsfall durch unser Büro ausgeführt werden. Spundwände/Trägerbohlwände müssen, vorbehaltlich der zulässigen Setzungen und Setzungsunterschiede und vorbehaltlich der zu erwartenden Sohlpressungen, in Bodenschichten mit mindestens mitteldichten/steifen Lagerungsverhältnissen eingebunden werden. Bei Durchführung von Rammungen ist aufgrund des anstehenden Bodenmaterials mit mittelschweren Verhältnissen zu rechnen. Bohrhindernisse in Form von Findlingen wurden bei den ausgeführten Baugrunduntersuchungen nicht festgestellt, sind aber aufgrund unserer Erfahrungen nicht völlig auszuschließen.
- Mit Hinweis auf nicht auszuschließende Schichtenwasserbildungen im Hangenden der gemischtkörnigen Böden und Hochwasser im Graben, empfehlen wir beim jetzigen Kenntnisstand, eine entsprechende Wasserhaltung einzuplanen (vgl. Abschnitt 3.2). Nach EAB wird ein Abstand von 0,50 m zwischen Baugrubensohle und Wasserspiegel als notwendig angesehen. Eine notwendige Wasserhaltung ist auf das unbedingt notwendige Maß an Umfang und Zeit zu beschränken. Allgemein ist für eine rasche und schadlose Abfuhr von Tagwasser Sorge zu tragen.

- Die anfallenden gemischtkörnigen Bodenaushubmassen (Bodengruppen SU, SU-SU*) sind für Gründungszwecke und zur Verfüllung von Leitungsgräben nicht geeignet bzw. nur da einbaufähig, wo künftige Setzungen keine Rolle spielen (z. B. Geländeausgleich; Wiederverfüllung von Arbeitsräumen etc.). Grobkörnige Aushubmassen (Böden der Bodengruppe SE) können ggf. wieder eingebaut werden.
- Im Rahmen der Bauarbeiten zur Errichtung des Brückenbauwerkes 700 - Neumanns Brücke sind die erforderlichen Zuwegungen jahreszeitlich und niederschlagsbedingt nur eingeschränkt befahrbar (vgl. erschwerte Befahrbarkeit im Rahmen der Baugrunderkundungen). Aus diesem Grunde sollten die Zuwegungen und die Flächen der Baustelleneinrichtung vor Beginn der Bauarbeiten geschottert werden um deren durchgängige Tragfähigkeit sicher zu stellen.
- Nach endgültiger Festlegung der Zuwegung empfehlen wir an der Zuwegung vor Beginn und nach Abschluss aller Bauarbeiten Schadstoffuntersuchungen ausführen zu lassen um unberechtigte Schadensforderungen vermeiden zu können.

Allgemein gilt:

- Sollten locker gelagerte Böden oder bindige Böden von geringerer als steifer Konsistenz in den Baugrubensohlen anstehen, sind diese vollständig gegen einen Bodenersatz (geprüftes Betonrecycling oder geprüftes Mineralgemisch) auszutauschen. Austauschbodenschichten sind ggf. in einer Lagenstärke $d \leq 0,30$ m einzubauen.
- Humose Bodenschichten (Oberboden) sind vollständig auszubauen, zu bergen und für einen Wiedereinbau fachgerecht zwischenzulagern.
- Bei Bodenaustauschmaßnahmen sind die darunter liegenden Schichten vor Durchfeuchten zu schützen. Austauschbodenschichten sind in einer Lagenstärke $d \leq 0,30$ m einzubauen.

5 Hinweise

Der Gültigkeitsbereich aller getroffenen Aussagen beschränkt sich auf den vorliegenden Standort mit den angegebenen Bearbeitungsgrenzen und die genannte Baumaßnahme. Standortveränderungen, Projektveränderungen und Ergänzungen sind der Ingenieurbüro für Geotechnik Prof. Dr. E. Weber GmbH rechtzeitig mitzuteilen. Werden beim Herstellen der Baugrube Abweichungen von den vorgegebenen Verhältnissen festgestellt, ist der Bearbeiter umgehend zu informieren.

Die Bohrungen sind nur punktuelle Aufschlüsse, mit deren Hilfe ein annäherndes Bild des Baugrundes erstellt werden kann.

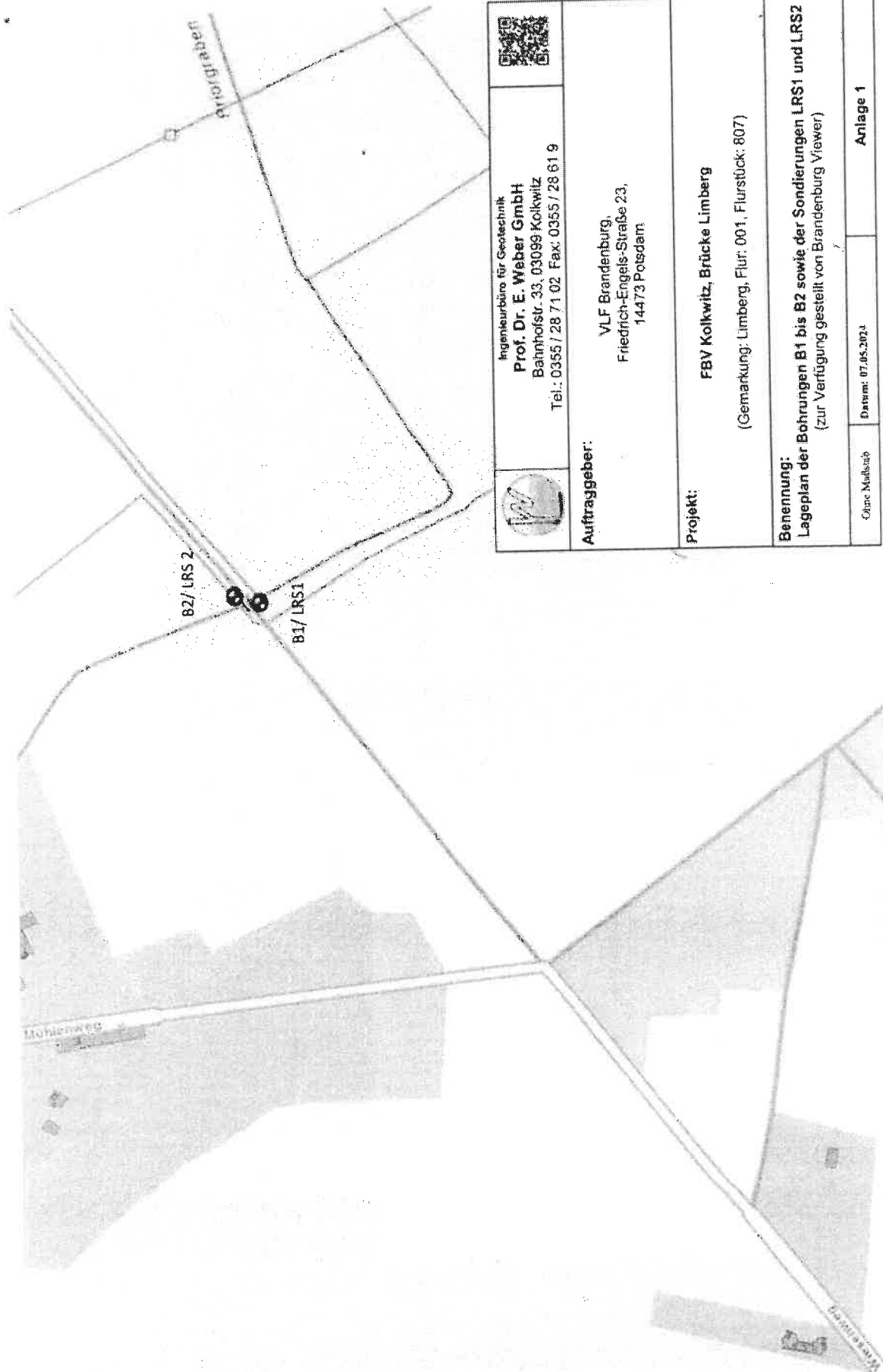
Wurden Sachverhalte nicht bzw. nicht ausreichend dargestellt, ist die Ingenieurbüro für Geotechnik Prof. Dr. E. Weber GmbH zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern. Diese

6 Anlagenverzeichnis

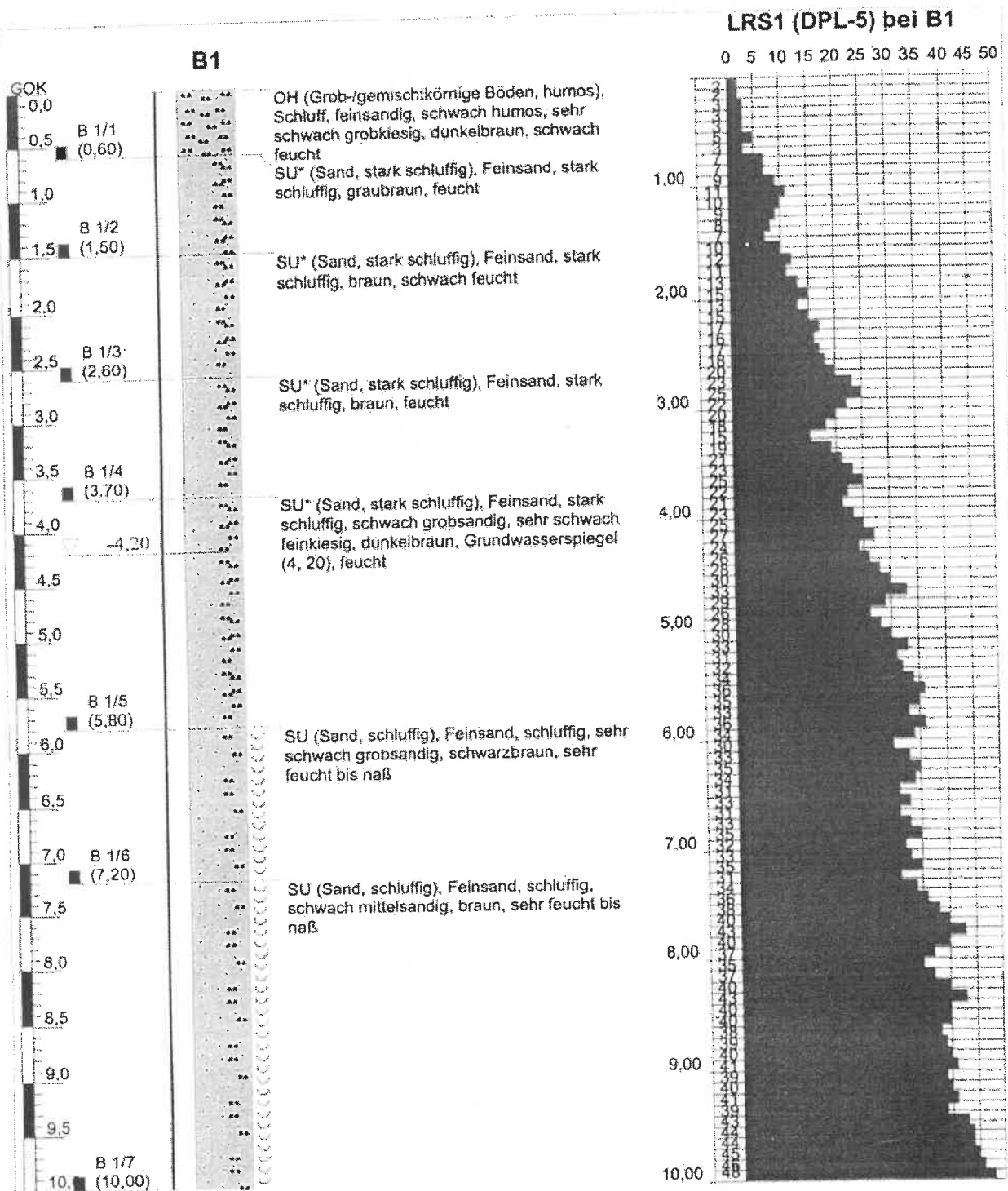
- Anlage 1 Lageplan der Bohr- und Sondieransatzpunkte
Anlage 2 Bohrprofile der Rammkernbohrungen B1 bis B2 und Diagramme der Rammsondierungen LRS1 bis LRS2
Anlage 3 Geochemische Laboruntersuchungen

7 Abkürzungsverzeichnis

GOK / OKG	Geländeoberkante
u. GOK / unter OK Gelände	unter Geländeoberkante
u. AP	unter Ansatzpunkt
Bx	Bohrung
LRSx	Sondierung
ca.	circa
D _{Pr}	Proctordichte
d	Korndurchmesser
w _n	natürlicher Wassergehalt



	Ingenieurbüro für Geotechnik Prof. Dr. E. Weber GmbH Bahnhofstr. 33, 03099 Kolkwitz Tel.: 0355 / 28 71 02 Fax: 0355 / 28 61 9	
Auftraggeber:	VLF Brandenburg, Friedrich-Engels-Straße 23, 14473 Potsdam	
Projekt:	FBV Kolkwitz, Brücke Limberg (Gemarkung: Limberg, Flur: 001, Flurstück: 807)	
Benennung:	Lageplan der Bohrungen B1 bis B2 sowie der Sondierungen LRS1 und LRS2 (zur Verfügung gestellt von Brandenburg Viewer)	
Chore Maßstab	Datum: 07.05.2024	Anlage 1



Projekt: Limberg, Brücke 700 - Neumanns Brücke

Bohrung: B1 und LRS 1

Auftraggeber: vlf Brandenburg

Bohrfirma: IB f. Geotechnik Prof.Dr.E.Weber GmbH 03099 Kolkwitz

Autor: DS

Projektnummer: 02/PW/03/24

Datum: 05.04.2024

Anlage: 2.1



Wurden Sachverhalte nicht bzw. nicht ausreichend dargestellt, ist die Ingenieurbüro für Geotechnik Prof. Dr. E. Weber GmbH zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern. Diese Aussage gilt insbesondere auch für die zu erwartenden bautechnischen Eigenschaften der erkundeten Lockergesteine (nach DIN 18196).

Aufgrund der festgestellten Baugrundverhältnisse wird dem Bauherrn, neben der Eigenüberwachung durch die Baufirma, die sorgfältige Abnahme der Baugrubensohlen und der einzubauenden Bodenverbesserung durch einen Mitarbeiter der Ingenieurbüro für Geotechnik Prof. Dr. E. Weber GmbH empfohlen.

Wir empfehlen die Durchführung erdstatischer Berechnungen/Setzungsberechnungen zur Überprüfung der Gründungsempfehlung und zur Vermeidung unerwarteter Nachträge im Rahmen der Tiefbau- und Erdbauarbeiten (vgl. Seite 11). Anhand dieser Maßnahmen sollten dann die endgültigen Festlegungen zum Aushub der Baugrube, zur Prüfung der Baugrubensohle und zur Ausbildung des Gründungskörpers getroffen werden. Im Rahmen dieser erdstatischen Berechnungen kann auch ein setzungsoptimierter Bettungsmodul bestimmt werden.

Bis drei Monate nach Auslieferung der geotechnischen Stellungnahme wird die Aufbewahrung des dem Baugrund entnommenen Probenmaterials durch die Ingenieurbüro für Geotechnik Prof. Dr. E. Weber GmbH garantiert. Sollen die Proben nach Ablauf dieser Frist weiter aufbewahrt werden, ist die Ingenieurbüro für Geotechnik Prof. Dr. E. Weber GmbH rechtzeitig schriftlich zu informieren.

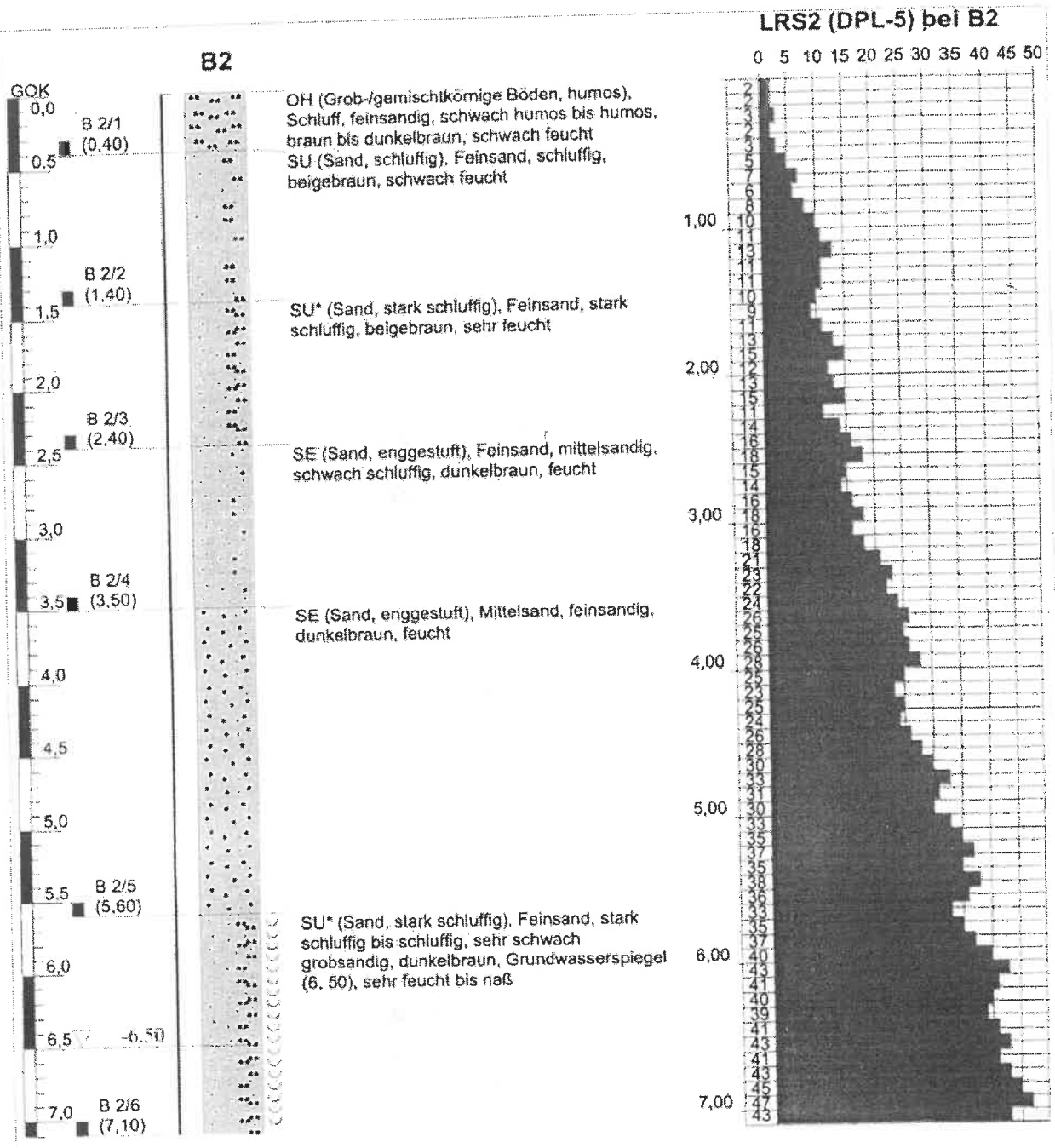
Weiterhin wird empfohlen, allen (relevanten) am Bau beteiligten Firmen eine Kopie dieser geotechnischen Stellungnahme zu übergeben.

Diese geotechnische Stellungnahme gilt nur in seiner Gesamtheit.

Kolkwitz, 04.07.2024

Prof. Dr.-Ing. habil. W. Weber
Beratender Ingenieur
Geschäftsführer





Höhenmaßstab: 1:40

Projekt: FBV Kolkwitz

Bohrung: B2 und LRS 2

Auftraggeber: VLF Brandenburg

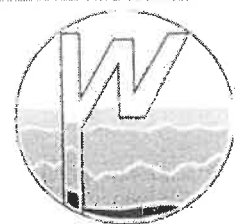
Bohrfirma: IB f. Geotechnik Prof.Dr.E.Weber GmbH 03099 Kolkwitz

Autor: DS

Projektnummer:xx/xx/04/24

Datum: 05.04.2024

Anlage: 2.2



GOK

7,5

8,0

8,5

9,0

9,5

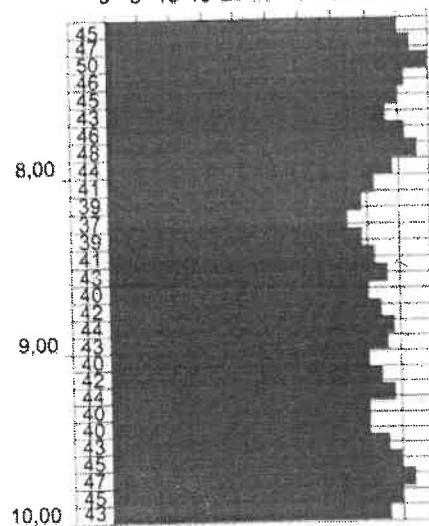
B 2/7
10,0 (10,00)

B2

SE (Sand, enggestuft), Mittelsand, grobsandig,
sehr schwach feinkiesig, dunkelgrau-braun, sehr
feucht bis feucht

LRS2 (DPL-5) bei B2

0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50



Höhenmaßstab: 1:40

Projekt: FBV Kolkwitz

Bohrung: B2 und LRS 2

Auftraggeber: VLF Brandenburg

Bohrfirma: IB f. Geotechnik Prof. Dr. E. Weber GmbH 03099 Kolkwitz

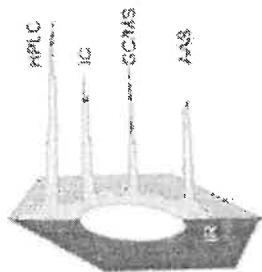
Autor: DS

Projektnummer: xx/xx/04/24

Datum: 05.04.2024

Anlage: 2.2





L.U.A. Labor für Umweltanalytik

GmbH & Co. KG

Geschäftsführer: Dr. rer. nat. Dipl.-Chem. R. Matrmawi

L.U.A. GmbH & Co. KG, Karl-Liebknecht-Straße 102, 03046 Cottbus

AG: Ing.-Büro für Geotechnik
Prof. Dr. E. Weber
Bahnhofstrasse 33
03099 Kolkwitz

Prüfbericht
Nr. 601-1/06/24
25.06.2024

Bauvorhaben:
Probematerial:
Probenehmer:
Pr.-Nr.:

FBV Kolkwitz - Brücke 700 - Neumanns Brücke
Boden
Auftraggeber
MP 1

Laboranalysen:
gemäß EBV, Anlage 1, Tabelle 3, Spalte Sand

		Prüfergebnisse			
		im Feststoff		im Eluat	
Nr.	Parameter	Wert	Einheit	Wert	Einheit
1	Sulfat	----	----	25,0	mg/l
2	PAK 16	0,612	mg/kg TS		
3	PCB6 und PCB 118	<0,007	mg/kg TS		
4	Arsen	1,88	mg/kg TS		
5	Blei	5,20	mg/kg TS		
6	Cadmium	<0,3	mg/kg TS		
7	Chrom (ges.)	6,13	mg/kg TS		
8	Kupfer	17,7	mg/kg TS		
9	Nickel	1,46	mg/kg TS		
10	Quecksilber	<0,1	mg/kg TS		
11	Zink	25,9	mg/kg TS		
12	Thallium	<0,1	mg/kg TS		
13	EOX	<1	mg/kg TS		
14	TOC	0,276	M %		
15	Benzo(a)pyren	<0,001	mg/kg TS		

Eluat (2 l / 1 kg, DIN 19529), Ersatzstoffverordnung

Das Prüfverfahren der oben genannten Parameter entnehmen Sie aus der Anlage.

Die Analysenergebnisse beziehen sich auf die gelieferte Probe.
Die Analysen erfolgten im Rahmen der Eigenüberwachung

Laborleiter: Dr. R. Matrmawi

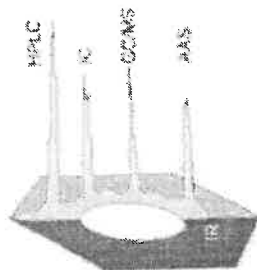
Unterschrift und Stempel

L.U.A. GmbH & Co. KG
Karl-Liebknecht-Straße 102, 03046 Cottbus

Telefon: (0355) 47 40 25
Telefax: (0355) 47 40 72

HRA 1625, Amtsgericht Cottbus
Steuer-Nr.: 056/169/06919

-62-



L.U.A. Labor für Umweltanalytik

GmbH & Co. KG

Geschäftsführer: Dr. rer. nat. Dipl.-Chem. R. Matrmawi

L.U.A. GmbH & Co. KG, Karl-Liebknecht-Straße 102, 03046 Cottbus

AG: Ing.-Büro für Geotechnik
Prof. Dr. E. Weber
Bahnhofstrasse 33
03099 Kolkwitz

Prüfbericht
Nr. 601-2/06/24
25.06.2024

Bauvorhaben: FBV Kolkwitz - Brücke 700 - Neumanns Brücke
Prüfmateri al: Wasser
Probennehmer: AG
Probenbez.: WP 1

Bestimmung der Betonaggressivität nach DIN EN 206-1, Tab. 2

Parameter	Ergebnisse	Einheit
1) Ammonium (NH_4^+)	0,82	mg/l
2) Calcium (Ca^{2+})	120,0	mg/l
3) Chlorid (Cl^-)	7,2	mg/l
4) Magnesium (Mg^{2+})	9,61	mg/l
5) pH-Wert	5,3	ohne
6) Sulfat (SO_4^{2-})	20,2	mg/l
7) CO_2 (kalklösend)	16,1	mg/l

Einschätzung des Angriffsgrades

Die untersuchte Probe wird aus chemischer Sicht
als XA2 (mäßig) betonangreifend eingestuft.

B) Bestimmung der Gußwerkstoff- und Stahlaggressivität nach DIN 50929-T3 und
aus chemischer Sicht

Merkmal und Dimension	Ergebnisse	Bewertungsziffer für	
		unlegierte Eisen	verzinkten Stahl
3.) $\text{e}(\text{Cl}^-) + 2\text{e}(\text{SO}_4^{2-})$ in mol/m ³	0,62	0	0
4.) Säurekapazität bis pH 4,3 in mol/m ³	0,62	1	-1
5.) $\text{e}(\text{Ca}^{2+})$ in mol/m ³	3,00	+1	+3
6.) pH-Wert	5,3	-3	-6
	Summe	-1	-4

Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit von unlegierten und
niedriglegierten Stählen in Wässern aus chemischer Sicht

	Wo-Werte (siehe 1, 2 und 7)	Korrosionswahrscheinlichkeit für	
		Mulden- und Lochkorrosion	Flächen- korrosion
unlegierte Eisen	-1	gering	sehr gering
verzinkten Stahl	-4	gering	sehr gering

Zusatzparameter

Nr.	Parameter	Verfahren	Ergebnisse	
			Wert	Einheit
1	Eisen ges.	DIN 38406-E1	1,27	mg/l
2	Eisen II	DIN 38406-E1	0,361	mg/l
2	Eisen III	DIN 38406-E1	0,411	mg/l

Die Analysenergebnisse beziehen sich auf die gelieferte Probe.

Das Probenmaterial wurde für die Laboranalysen restlos aufgebraucht.

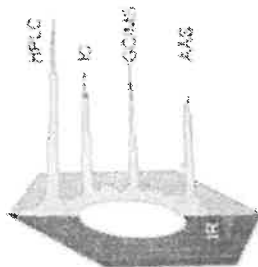
Laborleiter: Dr. R. Matrmawi

Unterschrift und Stempel

L.U.A. GmbH & Co. KG
Karl-Liebknecht-Straße 102, 03046 Cottbus

Telefon: (0355) 47 40 26
Telefax: (0355) 47 40 72

HBA 1629, Amtsgericht Cottbus
Steuer-Nr. 056/169/06919



L.U.A. Labor für Umweltanalytik

GmbH & Co. KG

Geschäftsführer: Dr. rer. nat. Dipl.-Chem. R. Matrmawi

L.U.A. GmbH & Co. KG, Karl-Liebknecht-Straße 102, 03046 Cottbus

AG: Ing.-Büro für Geotechnik
Prof. Dr. E. Weber
Bahnhofstrasse 33
03099 Kolkwitz

Prüfbericht
Nr. 601-3/06/24
25.06.2024

Bauvorhaben: FBV Kolkwitz - Brücke 700 - Neumanns Brücke
Prüfmateri al: Wasser
Probenehmer: AG
Probenbez.: WP 2

Bestimmung der Betonaggressivität nach DIN EN 206-1, Tab. 2

Parameter	Ergebnisse	Einheit
1) Ammonium (NH_4^+)	0,07	mg/l
2) Calcium (Ca^{2+})	12,8	mg/l
3) Chlorid (Cl^-)	10,8	mg/l
4) Magnesium (Mg^{2+})	4,86	mg/l
5) pH-Wert	7,5	ohne
6) Sulfat (SO_4^{2-})	250	mg/l
7) CO_2 (kalklösend)	6,15	mg/l

Einschätzung des Angriffsgrades

Die untersuchte Probe wird aus chemischer Sicht
als XA1 (schwach) betonangreifend eingestuft.

B) Bestimmung der Gußwerkstoff- und Stahlaggressivität nach DIN 50929-T3 und
aus chemischer Sicht

Merkmal und Dimension	Ergebnisse	Bewertungsziffer für	
		unlegierte Eisen	verzinkten Stahl
3.) Cl^- + 2x SO_4^{2-} in mol/m ³	5,51	-4	-1
4.) Säurekapazität bis pH 4,3 in mol/m ³	1,90	2	+1
5.) Cl^- + Ca^{2+} in mol/m ³	0,320	-1	0
6.) pH-Wert	7,5	0	+1
	Summe	-3	1

Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit von unlegierten und
niedriglegierten Stählen in Wässern aus chemischer Sicht

	Wo-Werte (siehe 1, 2 und 7)	Korrosionswahrscheinlichkeit für	
		Mulden- und Lochkorrosion	Flächen- korrosion
unlegierte Eisen	-3	gering	sehr gering
verzinkten Stahl	1	sehr gering	sehr gering

Zusatzparameter

Ergebnisse				
Nr	Parameter	Vorgehen	Wert	Einheit
1	Eisen ges.	DIN 38406-E1	0,911	mg/l
2	Eisen II	DIN 38406-E1	0,227	mg/l
2	Eisen III	DIN 38406-E1	0,391	mg/l

Die Analysenergebnisse beziehen sich auf die gelieferte Probe

Das Probenmaterial wurde für die Laboranalysen restlos aufgebraucht

Laborleiter: Dr. R. Matrmawi

Unterschrift und Stempel

L.U.A. GmbH & Co. KG
Karl-Liebknecht-Straße 102, 03046 Cottbus

Telefon: (0355) 47 40 25
Telefax: (0355) 47 40 72

HRA 1625, Amtsgericht Cottbus
Steuer-Nr.: 056/169/06915