

Landratsamt Oberallgäu
Kreistiefbauverwaltung
Oberallgäuer Platz 2
87527 Sonthofen



SCHWEIKERT

Ingenieurgesellschaft

Max-Müller-Weg 3
D-88410 Bad Wurzach

☎ +49 (0) 7564.936555-0

@ post@schweikert-geotechnik.de
www.schweikert-geotechnik.de

🌐 Von der IHK Bodensee - Oberschwaben
öffentlich bestellbar und vereidigter
Sachverständiger für Erd- und Grundbau
insbesondere Hangsicherungen

Dipl.-Ing. Otto Schweikert
Dipl.-Ing.(FH) Sibylle Schweikert

PN 22 111
20.10.2022

Bautechnische Stellungnahme

OA19 Dietmannsried – Heising, BÜ Kassier

Projektnummer: PN 22 111

Bauvorhaben: OA19 Dietmannsried – Heising, BÜ Kassier

Datum: 20.10.2022

Auftraggeber: Landratsamt Oberallgäu
Kreistiefbauverwaltung
Oberallgäuer Platz 2
87527 Sonthofen

Bearbeitung: Dipl.-Ing. O. Schweikert

Inhalt:

1. Vorgang
2. Gründung der Kreisstraße OA19 und baubegleitende Maßnahmen
3. Gründung der Gemeindeverbindungsstraße Haldenwang, baubegleitende Maßnahmen
4. Gründung der Einfeldbrücke, baubegleitende Maßnahmen

Anlagen:

- 1.1-4 Standsicherheitsberechnungen Querprofil
Bau-km 1+040
- 2.1 Fundamentdiagramm für die Flachgründung in der Grundmoräne
- 3.1-3 Pfahldiagramme für die Pfahlgründung in der Grundmoräne

OA19 Dietmannsried – Heising, BÜ Kassier

Unterlagen:

- Geotechnischer und umwelttechnischen Bericht „Ausbau der Kreisstraße KrOA9 zwischen Dietmannsried – Heising (Kassier) Beseitigung der Bahnübergänge bei Kassier und Oberbühlens“, Projekt Nr. A2111011, 14.05.2022, E-Mail vom 22.09.2022 mit Darstellung der Zusatzbohrungen, E-Mail vom 11.10.2022 mit Ergänzung der Bodenkennwerte, fm geotechnik GbR, Mayrhalde 11, 87452 Altusried
- Querprofile 01, 02 und 03, Stand 19.05.2022, Vorentwurf, Wipfler Plan, Gschwenderstraße 8, 87616 Marktoberdorf
- Bautechnische Stellungnahme „OA19 Dietmannsried – Heising, BÜ Kassier“, PN 22 111, 31.05.2022, Schweikert Geotechnik Ingenieurgemeinschaft, Max-Müller-Weg 3, 88410 Bad Wurzach

1. Vorgang

Im Zuge der Beseitigung des Bahnübergangs bei Kassier werden die Gradienten der Kreisstraße OA19 und der Gemeindeverbindungsstraße nach Haldenwang im Bereich der Bahnlinie tiefer gelegt. Die Bahnstrecke Kempten – Neu Ulm wird zwischen Bau-km 1+025 und 1+045 mit einer Einfeldbrücke über die Gemeindeverbindungsstraße nach Haldenwang überführt.

Die Baugrundsichtung im Projektperimeter wird mit den Baugrundaufschlüssen BK1/22, BK2/22, BK3/22 (GV Haldenwang), BK3/22, BK7/22 (Brückenbauwerk) und BK4/22 – BK10/22 (Kreisstraße OA19 mit Einschnittsböschungen) beschrieben. Diese Baugrunderkundung wurde im Sommer 2022 durch die Bohrung BK7A/22 im Bereich der geplanten Bahnbrücke ergänzt.

Die Ergebnisse dieser Baugrunderkundung (Geologie, Schichtbeschreibung, Bodenkennwerte, Grundwassersituation) sind im o.g. geotechnischen und umwelttechnischen Bericht „Ausbau der Kreisstraße KrOA9 zwischen Dietmannsried – Heising (Kassier) Beseitigung der Bahnübergänge bei Kassier und Oberbühlens“, Projekt Nr. A2111011, 14.05.2022 mit den o.g. Ergänzungen der fm geotechnik GbR, Mayrhalde 11, 87452 Altusried, zusammengefasst.

2. Gründung der Kreisstraße OA19 und baubegleitende Maßnahmen

2.1 Straßengründung

Die Gradienten der Kreisstraße OA19 wird im Bereich des Anschlusses zur GV Haldenwang um rd. 4,5 m tiefer gelegt. Nach den o.g. Baugrundaufschlüssen ist die Kreisstraße OA19 mit dem Geh- und Radweg in der Verwitterungsdecke, in den Beckenablagerungen und in der Grundmoräne zu gründen.

OA19 Dietmannsried – Heising, BÜ Kassier

Die anstehenden Böden sind nach ZTVE/Stb 09 in der Regel den Klassen F2 (frostempfindlich) und F3 (sehr frostempfindlicher Schluff) zuzuordnen. Es ist ein frostsicherer Straßenaufbau mit einer Frostschutzschicht herzustellen.

Der Untergrund muss den Mindestanforderungen bezüglich Verdichtungsgrad (97 % der einfachen Proctordichte: $D_{pr} > 97 \%$ und Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$) genügen. In den anstehenden Böden sind Verdichtungsgrade von 97 % D_{pr} bis 0,5 m unter dem Planum zu fordern und nachzuweisen (z.B. Plattendruckversuche).

Diese Werte sind in der *steifen bis festen Grundmoräne* bei trockener Witterung mit Abwalzen zu erreichen.

Im *Verwitterungslehm*, in den *Beckenablagerungen* und der *weichen Grundmoräne* werden die o.g. Werte nicht erreicht. Es ist eine Verbesserung des Untergrundes durchzuführen.

Hier ist eine Baugrundverbesserung in Form eines Teilbodenersatzkörpers aus Kiessand mit $d = 60 \text{ cm}$ (2 Verdichtungslagen) auf einem Trennvlies (Geotextil Güteklasse 2) einzubauen.

Alternativ zum Teilbodenersatzkörper aus Kiessand kann eine Baugrundverbesserung in Form einer Bodenverfestigung durch Tragschichtenbinder ($d = 50 \text{ cm}$) ausgeführt werden.

Auf dieser Untergrundverbesserung sind die Frostschutzschicht, die Tragschicht und die Fahrbahndecke/Deckschicht einzubauen.

2.2 Einschnittsböschungen

Die Gradiente der Kreisstraße OA19 wird im Projektgebiet um rd. 4,5 m (Bereich Brückenbauwerk) abgesenkt. Mit den Böschungen werden der Verwitterungslehm, der Auelehm, die Beckenablagerungen und die Grundmoräne angeschnitten.

Die *westliche Einschnittsböschung* wird mit der Neigung 1:5 ($11,3^\circ$) ausgeführt. In den anstehenden Böden ist diese Böschung als standsicher zu bezeichnen. Beim Antreffen von Sicherwasser ist die Böschung konstruktiv mit Schotterstützscheiben zu sichern.

Die *östliche Einschnittsböschung* verläuft parallel zur Bahnlinie und ist mit den Neigungen 1:1,5 ($33,7^\circ$) und 1:2 ($26,5^\circ$) geplant.

In der Anlage 1.1 wird die Standsicherheit der freien Böschung mit der Neigung 1:2 bei Bau-km 1+040 untersucht. In der rd. 4,5 m hohen freien Böschung ist mit Auelehm und mit Beckenablagerungen zu rechnen (BK7/22). Der Ausnutzungsgrad liegt bei $\text{vorh}\mu = 1,10 > 1,0$. Die geplante Böschung ist demnach nicht

OA19 Dietmannsried – Heising, BÜ Kassier

standsicher. Die maßgebende Gleitfläche beginnt rd. 2 m hinter der Böschungskrone, schneidet 3 m bis 3,5 m in die Böschung ein und tritt am Fußpunkt der Böschung wieder aus, vgl. Anlage 1.1.

Es wird vorgeschlagen, den geplanten Einschnitt auf einer Höhe von rd. 2,5 m mit einer frei auskragenden, aufgelösten Bohrpfahlwand mit Spritzbetonausfachung und Kopfbalken zu sichern.

Eine Vorbemessung der Bohrpfahlwand (Bohrpfähle $\varnothing$ 75 cm, $L = 7,0$ m, $a_h = 1,50$ m, Kopfbalken $b/h = 1,10$ m / $0,90$ m, Spritzbetonausfachung $d = 20$ cm mit Dränöffnungen) ist in der Anlage 1.2 im Maßstab 1:100 dargestellt und wird in den Anlagen 1.3-4 statisch nachgewiesen.

Einschnittsböschungen mit der Höhe $H \leq 2,5$ m können frei geböscht werden. Diese Böschungen sind konstruktiv mit Schotterstützscheiben und ggfs. am Fußpunkt mit Flussbausteinen oder Gabionen zu sichern.

Andere Sicherungsmaßnahmen am Böschungsfuß sind möglich (Winkelstützmauer etc.); die Sicherungsmaßnahmen sind statisch nachzuweisen.

Für die weitere Planung sind die Längen und die Lagen der freien Einschnittsböschungen und der Böschungssicherung festzulegen; ggfs. ist die Baugrunduntersuchung im Bereich der Übergänge mit weiteren Baugrundaufschlüssen zu ergänzen.

3. Gründung der Gemeindeverbindungsstraße Haldenwang, baubegleitende Maßnahmen

3.1 Straßengründung

Die Gradienten der Gemeindeverbindungsstraße wird im Bereich des Anschlusses zur Kreisstraße OA19 um bis zu 6 m tiefer gelegt. Nach den Baugrundaufschlüssen BK1/22, BK2/22 und BK3/22 ist die Gemeindeverbindungsstraße in der Verwitterungsdecke und in der Grundmoräne zu gründen.

Die Verwitterungsdecke und die Grundmoräne sind nach ZTVE/Stb 09 in der Regel den Klassen F2 (frostopfindlich) und F3 (sehr frostopfindlicher Schluff) zuzuordnen.

Es ist ein frostsicherer Straßenaufbau mit einer Frostschutzschicht herzustellen.

Der Untergrund muss den Mindestanforderungen bezüglich Verdichtungsgrad (97% der einfachen Proctordichte: $D_{Pr} > 97\%$ und Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$) genügen. In den anstehenden Böden sind Verdichtungsgrade von 97% D_{Pr} bis $0,5$ m unter dem Planum zu fordern und nachzuweisen (z.B. Plattendruckversuche).



OA19 Dietmannsried – Heising, BÜ Kassier

Diese Werte sind in der *steifen bis festen Grundmoräne* bei trockener Witterung mit Abwalzen zu erreichen.

Im *Verwitterungslehm* und der *weichen Grundmoräne* werden die o.g. Werte nicht erreicht. Es ist eine Verbesserung des Untergrundes durchzuführen. Hier ist eine Baugrundverbesserung in Form eines Teilbodenersatzkörpers aus Kiessand mit $d = 50$ cm (2 Verdichtungslagen) auf einem Trennvlies (Geotextil Güteklasse 2) einzubauen.

Alternativ zum Teilbodenersatzkörper aus Kiessand kann eine Baugrundverbesserung in Form einer Bodenverfestigung durch Tragschichtenbinder ($d = 50$ cm) ausgeführt werden.

Auf dieser Untergrundverbesserung sind die Frostschutzschicht, die Tragschicht und die Fahrbahndecke/Deckschicht einzubauen. Das anfallende Hangwasser ist am Böschungsfuß mit einer Dränleitung zu fassen und abzuleiten.

3.2 Einschnittsböschungen

Die Gradienten der Gemeindeverbindungsstraße wird im Projektgebiet um rd. 6 m (Bereich Brückenbauwerk) abgesenkt. Mit den Böschungen werden der Verwitterungslehm und die Grundmoräne angeschnitten.

Über die Anlage der freien Böschungen liegen keine Pläne vor. Generell ist davon auszugehen, dass freie Böschungen mit der Neigung von 1:1,5 bis zur Höhe von $H \leq 4$ m mit den konstruktiven Sicherungsmaßnahmen (Schotterstützscheiben und Fußpunktsicherungen) als standsicher zu bezeichnen sind. Höhere Böschungen sind statisch nachzuweisen und ggfs. mit einer statisch wirksamen Fußpunktsicherung (Bohrpfahlwand mit Kopfbalken o.ä.) zu sichern.

4. Gründung der Einfeldbrücke, baubegleitende Maßnahmen

4.1 Tragfähigkeit der Bodenschichten

Im Bereich der Brückenwiderlager steht der tragfähige Baugrund in Form von Grundmoräne (halbfest) zwischen 3,0 m (BK3/22, 682.0 m üNN), 5,4 m (B7A/22, 679.5 m üNN) und 7,7 m (BK7/22, 677.0 m üNN) Tiefe ab Oberkante Gelände an.

Die überlagernden Böden (Auelehm, Beckenablagerungen, Auffüllungen) sind als wenig bis mäßig tragfähig einzustufen.

Die Brückenwiderlager sind in der tragfähigen Grundmoräne zu gründen.

OA19 Dietmannsried – Heising, BÜ Kassier

Von der geplanten Brücke liegen noch keine Pläne vor; zur Bauwerksgründung und den baubegleitenden Maßnahmen wird in allgemeiner Form Stellung genommen.

4.2 Flachgründung in der Grundmoräne

Die Brückenwiderlager können flach und frostsicher in der Grundmoräne gegründet werden. Die Auffüllungen, der Auelehm, die weiche Grundmoräne und die Beckenablagerungen sind mit der Gründung zu durchstoßen. Die frostsichere Fundamenteinbindetiefe ist mit $t \geq 1,0$ m anzusetzen.

Bei der Flachgründung liegt die Gründungssohle $t \geq 1$ m unter der Gradienten der Kreisstraße OA19 bei rd. 679.0 m üNN.

In der Anlage 2.1 ist das Fundamentdiagramm für ein 10 m langes Streifenfundament, das in der Grundmoräne (Einbindetiefe $t = 1,00$ m) gründet, enthalten.

Danach ergibt sich im Lastfall BS-T für ein Streifenfundament mit den Grundrissabmessungen von 10,00 m x 3,00 und der Begrenzung der Setzungen auf $s \leq 2,0$ cm ein Bemessungswert des Sohlwiderstandes von $\sigma_{R,d} = 400$ kN/m².

Es wird darauf hingewiesen, dass bei einer ausmittigen Belastung der Bemessungswert der Sohldruckspannung $\sigma_{E,d}$ unter Berücksichtigung der reduzierten Sohlfläche A' mit $A' = (a_x - 2e_x) \cdot (b_y - 2e_y)$ und einer rechteckigen Verteilung im Grenzzustand GEO-2 zu bestimmen ist. Die so ermittelten Sohldruckspannungen können bei der Dimensionierung dem Bemessungswert des Sohlwiderstandes gegenübergestellt werden; das Verhältnis der horizontalen zur vertikalen Einwirkung darf den Wert $H / V = 0,2$ nicht übersteigen.

4.3 Gründung der Widerlager auf Bohrpfählen in der halbfesten Grundmoräne

Alternativ zur Flachgründung nach Abschnitt 4.2 können die Brückenwiderlager als sogenannte „hochgesetzte Widerlager“ ausgeführt werden. Die Ausbildung der Brücke mit hochgesetzten Widerlagern ist mit einer Pfahlgründung, die bis in die Grundmoräne reicht, verbunden.

Die Bohrpfähle dienen im Bauzustand als Baugrubensicherung.

Die Pfähle binden im Endzustand mit $t \geq 5,0$ m in die Grundmoräne ein. Als Pfahltyp wird der Ort betonbohrpfahl vorgeschlagen.

OA19 Dietmannsried – Heising, BÜ Kassier

Für die Bemessung der Pfahlgründung sind die folgenden charakteristischen Pfahlwiderstände anzusetzen:

Auffüllungen, Auelehm, Beckenablagerungen:

Mantelreibung: $q_{sk} = 0,000 \text{ MN/m}^2$

Grundmoräne, halbfest:

Mantelreibung: $q_{sk} = 0,100 \text{ MN/m}^2$

Spitzenwiderstand: $q_{b,k02} = 0,900 \text{ MN/m}^2$

$q_{b,k03} = 1,100 \text{ MN/m}^2$

$q_{b,k10} = 1,500 \text{ MN/m}^2$.

In den Anlagen 3.1-3 wird die äußere Tragfähigkeit von Ortbetonbohrpfählen mit den Durchmessern $d_1 = 62 \text{ cm}$, $d_2 = 75 \text{ cm}$ und $d_3 = 88 \text{ cm}$ bei einer Einbindung von $t \geq 5,00 \text{ m}$ in die Grundmoräne ermittelt.

Nachfolgend ist der charakteristische Pfahlwiderstand im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit $R_{E,k}$ für die Pfahldurchmesser $d_1 = 62 \text{ cm}$, $d_2 = 75 \text{ cm}$ und $d_3 = 88 \text{ cm}$ angegeben:

$d_1 = 62 \text{ cm}$: $R_{E,k} = 731 \text{ kN}$, Pfahlsetzung $s = 0,61 \text{ cm}$, Einbindetiefe $t \geq 5,0 \text{ m}$

$d_2 = 75 \text{ cm}$: $R_{E,k} = 943 \text{ kN}$, Pfahlsetzung $s = 0,70 \text{ cm}$, Einbindetiefe $t \geq 5,0 \text{ m}$

$d_3 = 88 \text{ cm}$: $R_{E,k} = 1175 \text{ kN}$, Pfahlsetzung $s = 0,80 \text{ cm}$, Einbindetiefe $t \geq 5,0 \text{ m}$.

4.4 Baugruben

Bei einer „Pfahlgründung in Verbindung mit hochgesetzten Widerlagern“ wird die Baugrube bis zu $6,5 \text{ m}$ tief; die Baugrubensohle liegt demnach im Bereich des gemessenen Schichtwasserspiegels (BK7/22, 678.38 m üNN).

Bei diesem Bauverfahren kann der obere Teil (rd. $3,0 \text{ m}$) der Baugrube frei geböscht werden.

In den Auffüllungen, im Auelehm und in den Beckenablagerungen können diese Baugrubenböschungen, wenn die Platzverhältnisse es erlauben und an der Böschungskrone keine zusätzlichen Auflasten (z.B. Materialdepots) zu verzeichnen sind, unter 45° frei geböscht werden. Falls wasserführende Sandlagen im Bereich der freien Böschungen angeschnitten werden, sind diese Bereiche konstruktiv mit Sickerscheiben aus Einkornbeton zu sichern. Das Schichtwasser ist in der Baugrube mit einer offenen Wasserhaltung zu fassen und abzuleiten.

Der untere Teil der Baugrube wird mit einer aufgelösten, verankerten Bohrspfahlwand mit Spritzbetonausfachung gesichert; auf dieser Bohrspfahlwand gründen im Endzustand die Widerlagerbank und der Brückenüberbau. Im Spritzbeton sind Dränöffnungen vorzusehen; dadurch wird verhindert, dass sich hinter der Spritzbetonschale ein Wasserdruck aufbauen kann.

OA19 Dietmannsried – Heising, BÜ Kassier

Bei der „Flachgründung der Widerlager“ wird die Baugrube rd. 7,5 m tief; im Bereich der Bohrung BK7/22 ist in den Beckenablagerungen mit Schichtwasser zu rechnen. Freie Baugrubenböschungen sind unterhalb des Schichtwasserspiegels ohne Grundwasserabsenkung (Vakuumwasserhaltung) nicht standsicher. Die Standsicherheit der rd. 7 m hohen Baugrubenböschung ist statisch nachzuweisen.

Alternativ zur freien Böschung können die Baugrubenwände mit einem verankerten Trägerbohlwandverbau gesichert werden. Im Bereich der BK7/22 sind die Beckenablagerungen zusätzlich mit einer Vakuumwasserhaltung zu stabilisieren. Die Verpresskörper der Injektionsanker liegen in der Grundmoräne; hier können erfahrungsgemäß charakteristische Ankerkräfte in der Größenordnung von $A_k = 300 \text{ kN}$ bis 350 kN aufgenommen werden.

4.5 Zusammenfassung und Wertung

Das Brückenbauwerk kann entsprechend den Ausführungen im Abschnitt 4.2 flach in der Grundmoräne gegründet werden.

Im Abschnitt 4.3 wird die Pfahlgründung in der Grundmoräne in Verbindung mit hochgesetzten Widerlagern diskutiert.

Aus hiesiger Sicht stellt die Pfahlgründung mit den hochgesetzten Widerlagern eine technisch sichere und wirtschaftliche Gründungsform dar. Bei dieser Pfahlgründung kann der obere Baugrubenabschnitt frei geböscht werden; der untere Abschnitt wird mit einer aufgelösten, verankerten Bohrpfahlwand mit Spritzbetonausfachung gesichert. Die Baugrubensohle liegt über dem gemessenen Schichtwasserspiegel.

Bei einer Flachgründung liegt die Baugrubensohle unter dem Schichtwasserspiegel; es ist mit Zusatzmaßnahmen in Form einer Vakuumwasserhaltung zu rechnen. Die Baugrubensicherung mit einem verankerten Trägerbohlwandverbau ist mit Hinweis auf die erforderliche Grundwasserabsenkung als aufwändig zu bezeichnen.

Die Herstellung der Bahnbrücke ist von den möglichen Zugpausen bzw. Streckensperrungen abhängig. Der Bau einer Hilfsbrücke und / oder einer Verschiebebahn ist möglich; ggfs. ist eine weiterführende Baugrunderkundung auf die Bauweise abzustimmen.

Nach Vorlage der Entwurfsplanung kann zur Brückengründung und zu den baubegleitenden Maßnahmen detailliert Stellung genommen werden.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.



Dipl.-Ing. O. Schweikert



Von der IHK Bodensee – Oberschwaben öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Erd- und Grundbau insbesondere Hangsicherungen



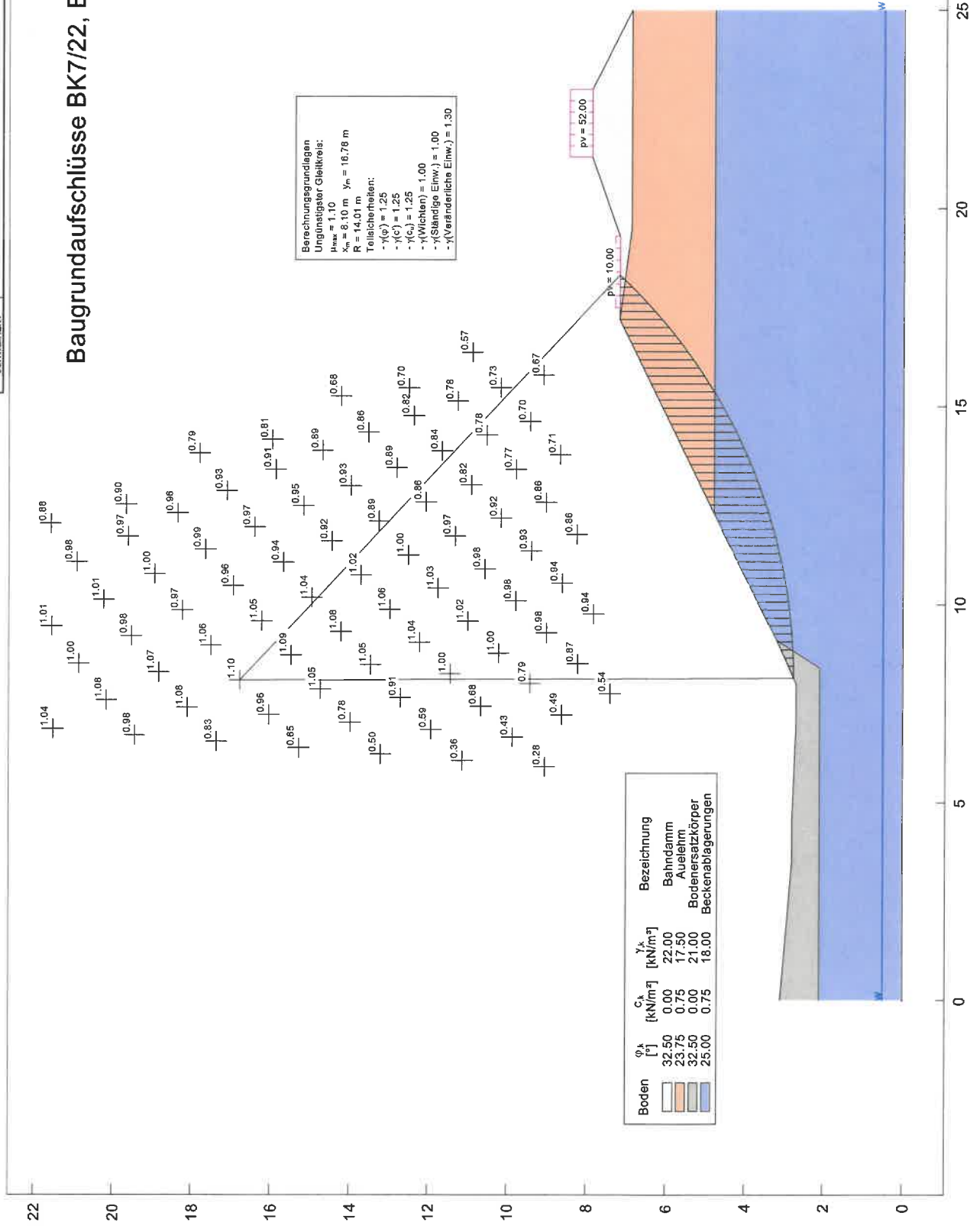
PN 22 111

OA 19, Beseitigung BÜ bei Kassier

Anlage 1.1

Querprofil Bau-km 1+040

Baugrundaufschlüsse BK7/22, BK6/15



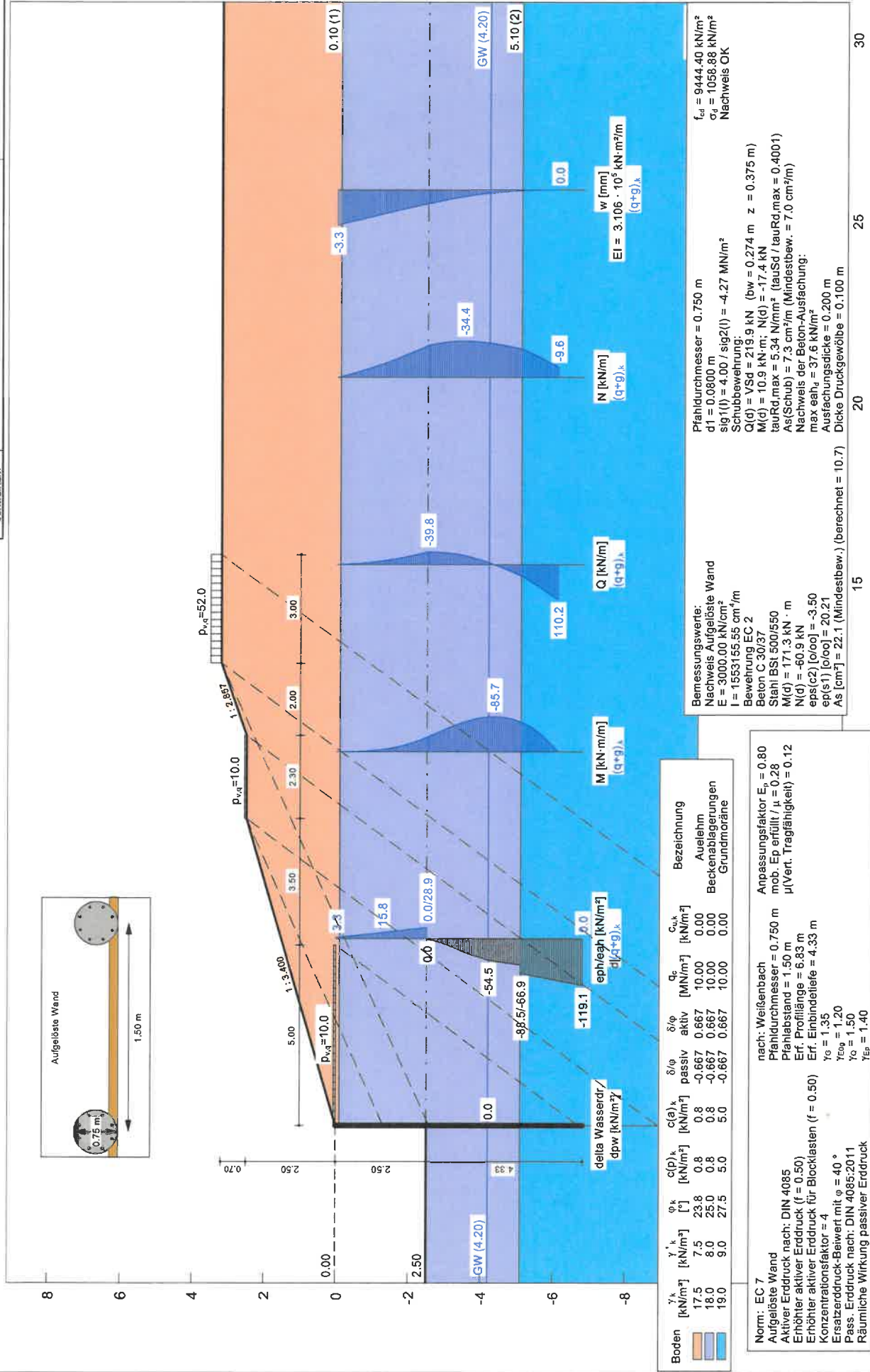


Kreisstraße OA 19 Kassier

PN 22 111

Sicherung Böschungsfuß Bau-km 1+040

Anlage 1.3





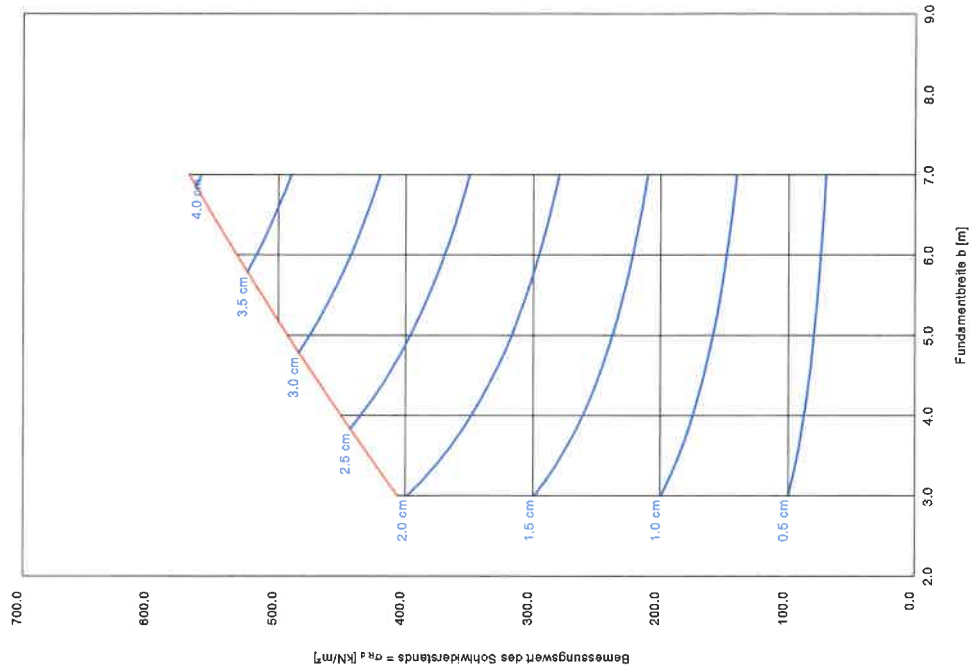
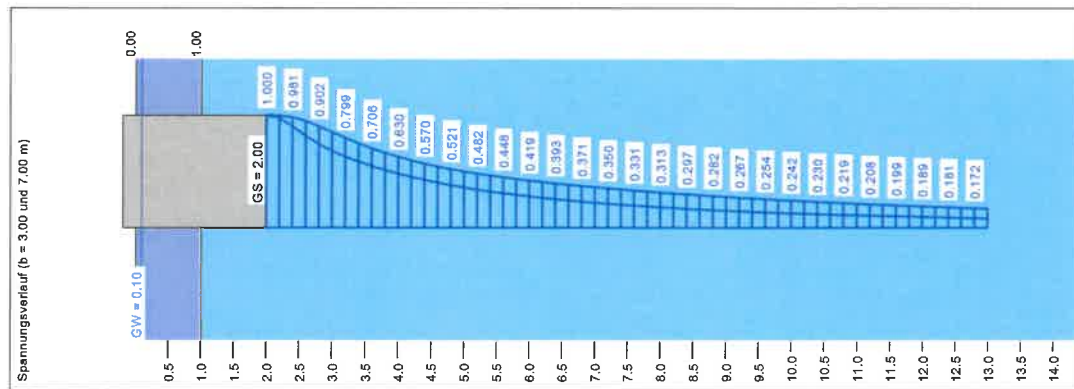
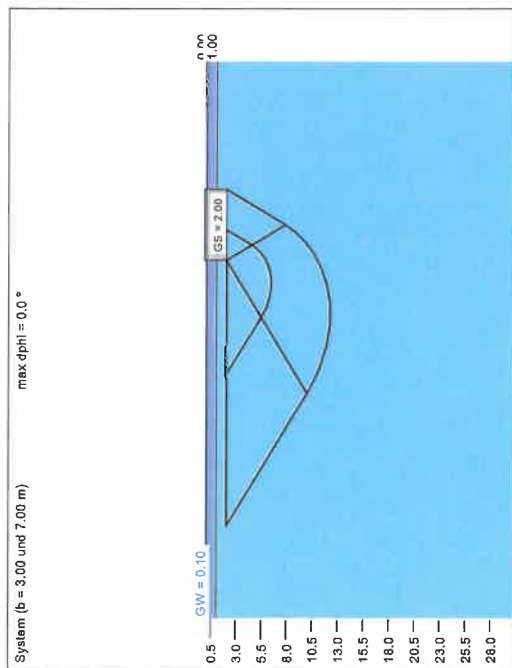


OA19 Brücke Kassier

Flachgründung in der Grundmoräne

Anlage 2.1

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	17.5	7.5	25.0	0.0	4.0	0.00	Beckenablagerungen
	18.5	8.5	27.5	5.0	45.0	0.00	Grundmoräne



a	b	$\sigma_{R,d}$	$R_{n,d}$	$\sigma_{E,k}$	s	cal φ	cal c	γ_2	σ_u	t_u	UKLS
[m]		[kN/m ²]	[kN/m]	[kN/m ²]	[cm]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]
10.00	3.00	406.3	1218.8	285.1	2.04	27.5	5.00	8.50	17.00	13.00	6.38
10.00	3.20	415.4	1329.2	291.5	2.16	27.5	5.00	8.50	17.00	13.00	6.68
10.00	3.40	424.4	1442.9	297.8	2.28	27.5	5.00	8.50	17.00	13.00	6.95
10.00	3.60	433.3	1558.8	304.1	2.37	27.5	5.00	8.50	17.00	13.00	7.24
10.00	3.80	442.1	1680.0	312.0	2.48	27.5	5.00	8.50	17.00	13.00	7.53
10.00	4.00	450.8	1803.2	316.4	2.59	27.5	5.00	8.50	17.00	13.00	7.82
10.00	4.20	459.4	1929.5	322.4	2.70	27.5	5.00	8.50	17.00	13.00	8.11
10.00	4.40	467.9	2058.9	328.4	2.80	27.5	5.00	8.50	17.00	13.00	8.40
10.00	4.60	476.3	2191.2	334.3	2.91	27.5	5.00	8.50	17.00	13.00	8.69
10.00	4.80	484.7	2326.4	340.1	3.01	27.5	5.00	8.50	17.00	13.00	8.98
10.00	5.00	492.9	2464.4	345.9	3.11	27.5	5.00	8.50	17.00	13.00	9.27
10.00	5.20	501.0	2605.2	351.6	3.21	27.5	5.00	8.50	17.00	13.00	9.57
10.00	5.40	509.0	2748.7	357.2	3.31	27.5	5.00	8.50	17.00	13.00	9.86
10.00	5.60	516.9	2894.9	362.8	3.41	27.5	5.00	8.50	17.00	13.00	10.15
10.00	5.80	524.8	3043.7	368.3	3.51	27.5	5.00	8.50	17.00	13.00	10.44
10.00	6.00	532.5	3195.0	373.3	3.60	27.5	5.00	8.50	17.00	13.00	10.73
10.00	6.20	540.1	3348.8	378.0	3.70	27.5	5.00	8.50	17.00	13.00	11.02
10.00	6.40	547.7	3505.0	384.3	3.79	27.5	5.00	8.50	17.00	13.00	11.31
10.00	6.60	555.1	3663.6	399.5	3.89	27.5	5.00	8.50	17.00	13.00	11.60
10.00	6.80	562.4	3824.5	399.7	3.98	27.5	5.00	8.50	17.00	13.00	11.89
10.00	7.00	569.7	3987.7	398.8	4.07	27.5	5.00	8.50	17.00	13.00	12.18

$$\sigma_{\text{TEk}} = \sigma_{\text{Mk}} / (\gamma_{\text{rv}} \cdot \gamma_{\text{GQ}}) = \sigma_{\text{Mk}} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{\text{Mk}} / 1.99 \quad (\text{für Setzungen})$$

$$\text{Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q)} [-] = 0.50$$

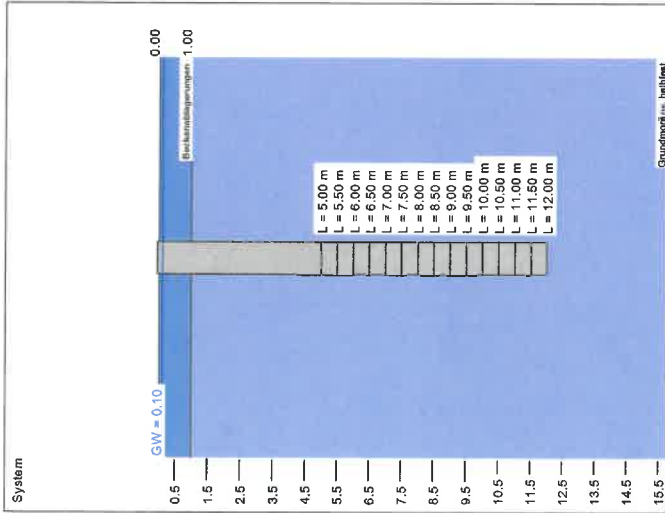


OA19 Brücke Kassier

Pfahlgründung in der Grundmoräne

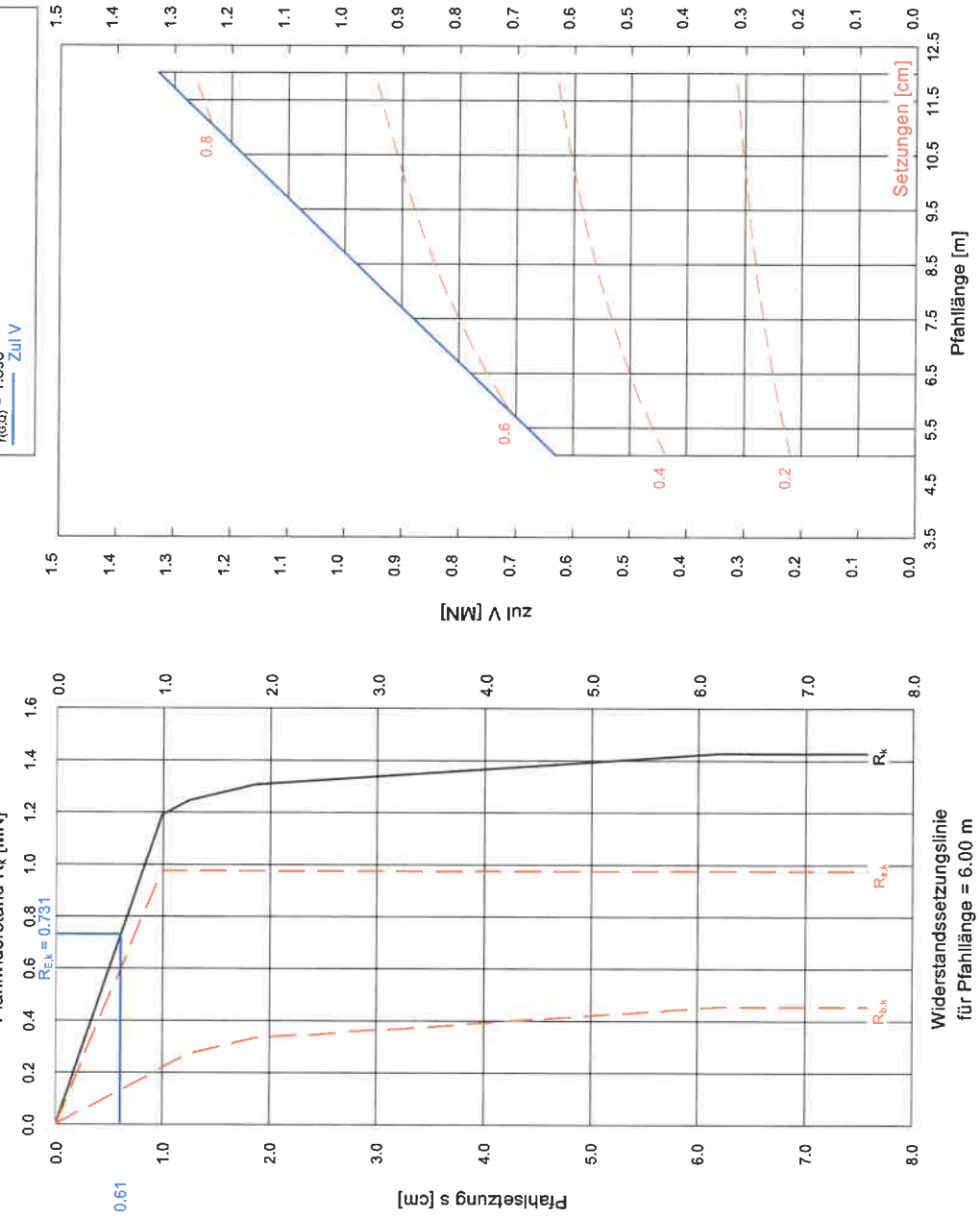
PN 22 111

Anlage 3.1



Boden	$q_{k,0.02}$ [MN/m ²]	$q_{k,0.05}$ [MN/m ²]	$q_{k,0.10}$ [MN/m ²]	$q_{k,k}$ [MN/m ²]	Bezeichnung
Beckenablagerungen	0.000	0.000	0.000	0.000	Beckenablagerungen
Grundmoräne, halbfest	0.900	1.100	1.500	0.100	Grundmoräne, halbfest

Berechnungsgrundlagen
OA19 Brücke Kassier
Bohrpfahl (DIN 4014)
Pfahldurchmesser = 0.620 m
Grundwasser = 0.10 m
 $\gamma_p = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.300
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.300 \cdot \gamma_G + (1 - 0.300) \cdot \gamma_Q$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.395$



D	Länge	R_k	$R_{d,k}$	zul V	s
[m]	[m]	[MN]	[MN]	[MN]	[cm]
0.620	5.00	1.232	0.880	0.631	0.58
0.620	5.50	1.329	0.950	0.681	0.59
0.620	6.00	1.427	1.019	0.731	0.61
0.620	6.50	1.524	1.089	0.780	0.62
0.620	7.00	1.622	1.158	0.830	0.64
0.620	7.50	1.719	1.228	0.880	0.66
0.620	8.00	1.816	1.297	0.930	0.68
0.620	8.50	1.914	1.367	0.980	0.70
0.620	9.00	2.011	1.436	1.030	0.72
0.620	9.50	2.108	1.506	1.080	0.74
0.620	10.00	2.206	1.576	1.129	0.76
0.620	10.50	2.303	1.645	1.179	0.78
0.620	11.00	2.401	1.715	1.229	0.80
0.620	11.50	2.498	1.784	1.279	0.82
0.620	12.00	2.595	1.854	1.329	0.84

$$\text{zul V} = R_{d,k} = R_k / (\gamma_p \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.395) = R_k / 1.95 \quad [\gamma_{(G,Q)} = 1.395]$$

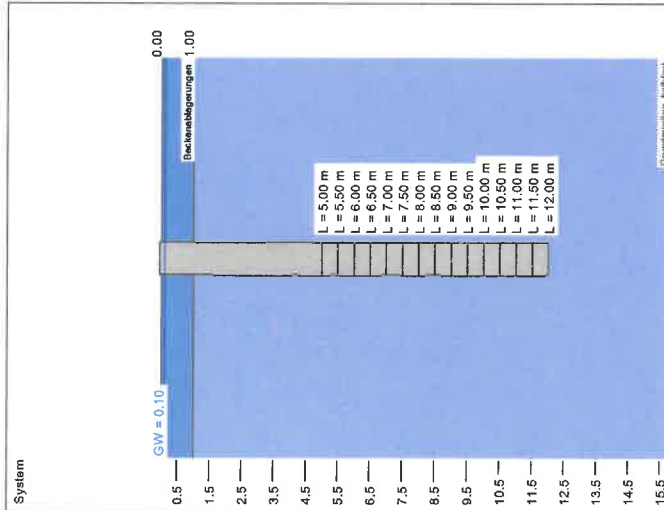


OA19 Brücke Kassier

Pfahlgründung in der Grundmoräne

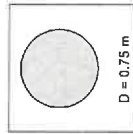
PN 22 111

Anlage 3.2

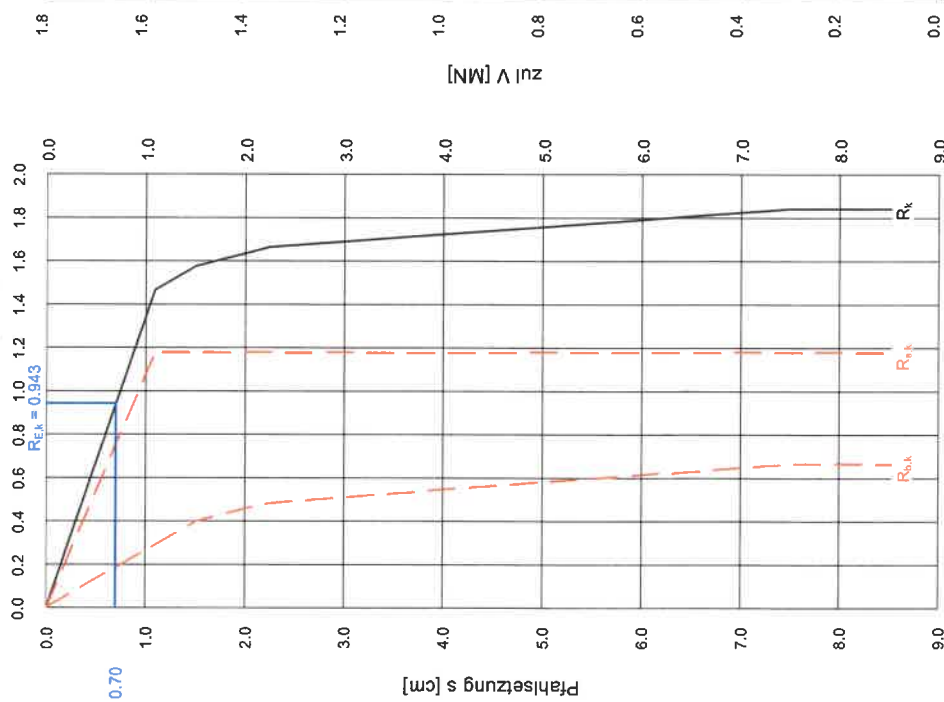


Boden	$q_{b,0.02}$ [MN/m ²]	$q_{b,0.03}$ [MN/m ²]	$q_{b,0.10}$ [MN/m ²]	$q_{b,k}$ [MN/m ²]	Bezeichnung
Grundmoräne, halbfest	0.900	1.100	1.500	0.000	Beckenabmessungen

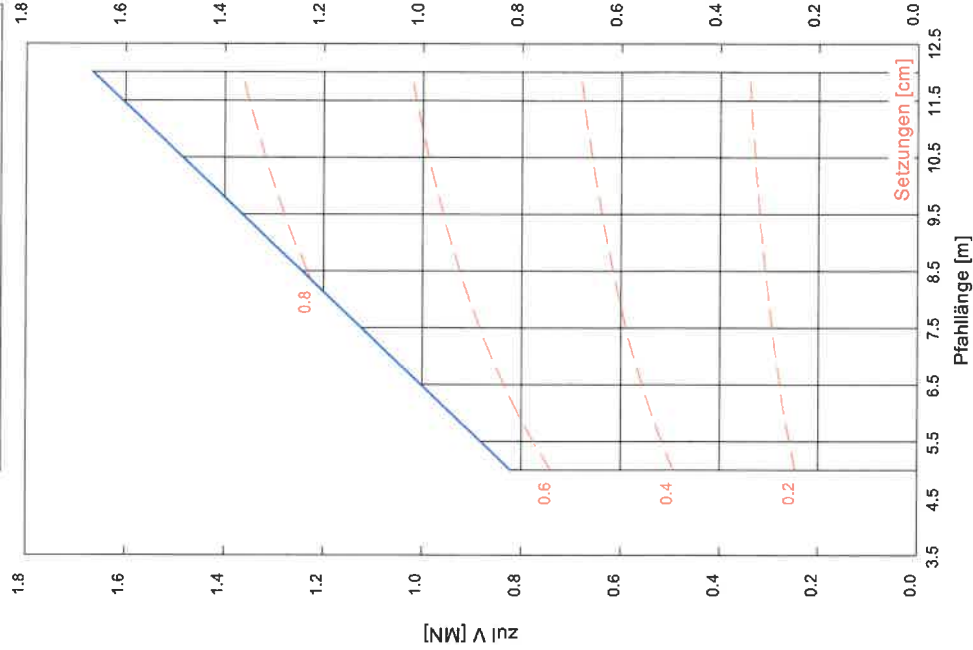
Berechnungsgrundlagen
OA19 Brücke Kassier
Bohrpfahl (DIN 4014)
Pfahldurchmesser = 0.750 m
Grundwasser = 0.10 m
 $\gamma_p = 1.40$
 $\gamma_a = 1.35$
 $\gamma_a = 1.30$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.300
 $\gamma_{(a,0)} = 0.300 \cdot \gamma_a + (1 - 0.300) \cdot \gamma_a$
 $\gamma_{(a,0)} = 1.395$
Zul V



Pfahlwiderstand R_k [MN]



Widerstandssetzungslinie
für Pfahlänge = 6.00 m



D [m]	Länge [m]	R_k [MN]	R_d [MN]	$R_{E,k}$ [MN]	zul V [MN]	s [cm]
0.750	5.00	1.605	1.147	0.822	0.822	0.87
0.750	5.50	1.723	1.231	0.882	0.882	0.68
0.750	6.00	1.841	1.315	0.943	0.943	0.70
0.750	6.50	1.959	1.399	1.003	1.003	0.72
0.750	7.00	2.076	1.483	1.063	1.063	0.74
0.750	7.50	2.194	1.567	1.124	1.124	0.76
0.750	8.00	2.312	1.651	1.184	1.184	0.78
0.750	8.50	2.430	1.736	1.244	1.244	0.81
0.750	9.00	2.548	1.820	1.304	1.304	0.83
0.750	9.50	2.665	1.904	1.365	1.365	0.85
0.750	10.00	2.783	1.988	1.425	1.425	0.88
0.750	10.50	2.901	2.072	1.485	1.485	0.90
0.750	11.00	3.019	2.156	1.546	1.546	0.93
0.750	11.50	3.137	2.240	1.606	1.606	0.95
0.750	12.00	3.254	2.325	1.666	1.666	0.98

$$\text{zul V} = R_{E,k} = R_k / (\gamma_p \cdot \gamma_{(a,0)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.395) = R_k / 1.95 \quad [\gamma_{(a,0)} = 1.395]$$

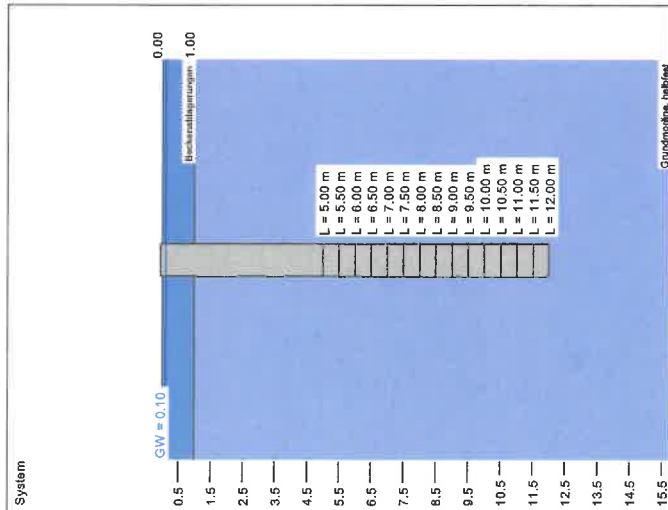


OA19 Brücke Kassier

Pfahlgründung in der Grundmoräne

PN 22 111

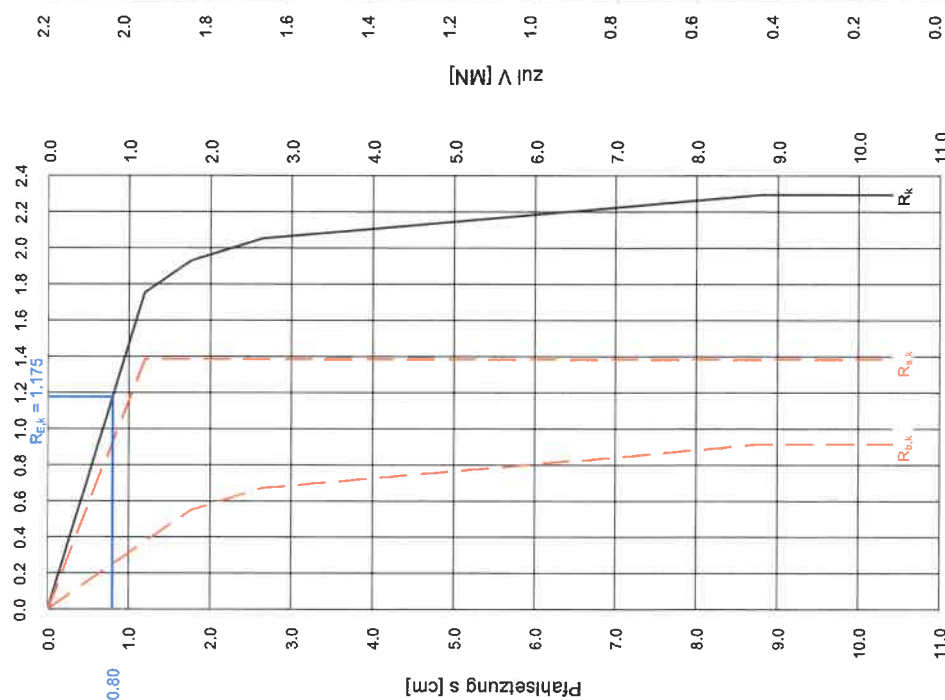
Anlage 3.3



Boden	$q_{b,ed2}$ [MN/m ²]	$q_{b,ed3}$ [MN/m ²]	$q_{b,ed10}$ [MN/m ²]	$q_{e,k}$ [MN/m ²]	Bezeichnung
Beckenablagungen	0.000	0.000	0.000	0.000	Beckenablagungen
Grundmoräne, halbfest	0.900	1.100	1.500	0.100	Grundmoräne, halbfest

Berechnungsgrundlagen
OA19 Brücke Kassier
Bohrpilot (DIN 4014)
Pfähldurchmesser = 0.880 m
Grundwasser = 0.10 m
 $\gamma_p = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.300
 $\gamma_{(e,0)} = 0.300 \cdot \gamma_G + (1 - 0.300) \cdot \gamma_Q$
 $\gamma_{(e,0)} = 1.395$

Pfahlwiderstand R_k [MN]



Widerstandssetzungsline
für Pfahllänge = 6.00 m

D	Länge [m]	R_k [MN]	$R_{e,k}$ [MN]	zul V [MN]	s [cm]
0.880	5.00	2.018	1.442	1.033	0.76
0.880	5.50	2.156	1.540	1.104	0.78
0.880	6.00	2.295	1.639	1.175	0.80
0.880	6.50	2.433	1.738	1.246	0.82
0.880	7.00	2.571	1.836	1.316	0.84
0.880	7.50	2.709	1.935	1.387	0.87
0.880	8.00	2.848	2.034	1.458	0.89
0.880	8.50	2.986	2.133	1.529	0.92
0.880	9.00	3.124	2.231	1.600	0.95
0.880	9.50	3.262	2.330	1.670	0.97
0.880	10.00	3.400	2.429	1.741	1.00
0.880	10.50	3.539	2.528	1.812	1.03
0.880	11.00	3.677	2.626	1.883	1.06
0.880	11.50	3.815	2.725	1.953	1.09
0.880	12.00	3.953	2.824	2.024	1.11

zul V = $R_{e,k} = R_k \cdot (\gamma_p \cdot \gamma_{(e,0)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.395) = R_k / 1.953$ [$\gamma_{(e,0)} = 1.395$]