

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 bestellter 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, Straßenüberführung BÜ Oberbühlers, Dammgründungen

Projektnummer: PN 22 11 1

Bauvorhaben: OA19 Dietmannsried – Heising, Straßenüberführung
BÜ Oberbühlers, Dammgründungen

Datum: 20.10.2022

Auftraggeber: Landratsamt Oberallgäu
Kreistiefbauverwaltung
Oberallgäuer Platz 2
87527 Sonthofen

Bearbeitung: Dipl.-Ing. O. Schweikert

Inhalt:

1. Vorgang
2. Kreisstraße OA19, Dammgründung und baubegleitende Maßnahmen
3. Gründung der Einfeldbrücke, baubegleitende Maßnahmen
4. Gründung des Wellstahldurchlasses bei Bau-km 0+495

Anlagen:

- 1.1-12 Standsicherheitsberechnungen Querprofil Bau-km 0+490
- 2.1 Fundamentdiagramm für die Flachgründung im Moränenkies



OA19 Dietmannsried – Heising, Straßenüberführung Oberbühlers

Unterlagen:

- Geotechnischer und umwelttechnischen Bericht „Ausbau der Kreisstraße KrOA9 zwischen Dietmannsried – Heising (Kassier) Beseitigung der Bahnübergänge bei Kassier und Oberbühlers“, Projekt Nr. A2111011, 14.05.2022, E-Mail vom 22.09.2022 E-Mail mi Darstellung der Zusatzbohrungen, E-Mail vom 11.10.2022 mit Ergänzung der Bodenkennwerte, fm geotechnik GbR, Mayrhalde 11, 87452 Altusried
- Querprofile 04 und 05, Stand 25.05.2022, Vorentwurf, Wipfler Plan, Gschwenderstraße 8, 87616 Marktoberdorf
- Bautechnische Stellungnahme „OA19 Dietmannsried – Heising, Straßenüberführung BÜ Oberbühlers, Dammgründungen“, PN 22 111 1, 03.06.2022, Schweikert Geotechnik Ingenieurgesellschaft, Max-Müller-Weg 3, 88410 Bad Wurzach

1. Vorgang

Im Zuge der Beseitigung des Bahnübergangs bei Oberbühlers werden die Gradienten der Kreisstraße OA19 und der Gemeindeverbindungsstraße nach Oberbühlers im Bereich der Bahnlinie in Dammlage gelegt. Die Bahnstrecke Kempten – Neu Ulm wird zwischen Bau-km 0+335 und 0+400 mit einer schiefwinkligen Einfeldbrücke mit Flügelwänden überspannt. Im Dammbauwerk ist bei Bau-km 0+495 ein Wellstahldurchlass geplant.

Die Baugrundsichtung im Projektperimeter wird mit den Baugrundaufschlüssen DPH1/21, BK1/21, DPH2/221, BK2/21 (Brückenbauwerk mit Flügelwänden) und R14/21, R15/21, R2/21, R3/21, R4/21 (Dammschüttung) beschrieben. Diese Baugrunderkundung wurde im Sommer 2022 durch die Bohrungen BK1A/22 (Brückenbauwerk) und BK15/22 – BK19/22 (Dammabschnitt) 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 Oberbühlers“, Projekt Nr. A2111011, 14.05.2022 mit den o.g. Ergänzungen der fm geotechnik GbR, Mayrhalde 11, 87452 Altusried, zusammengefasst (Anlagen 1.2 und 2.1).

2. Kreisstraße OA19, Dammgründung und baubegleitende Maßnahmen

2.1 Dammgründung und Dammbaumaterial

Das Dammbauwerk für die OA19 und die Gemeindeverbindungsstraße nach Oberbühlers ist in den kiesigen Auffüllungen (BK1/21, BK1A/22, DPH1/21,



OA19 Dietmannsried – Heising, Straßenüberführung Oberbühlers

DPH2/21, BK2/21, R2/21, R3/21) und im Auesand (BK16/22, BK19/22, R14/21, BK17/22, R15/21, BK18/22, R4/21, BK15/22) zu gründen.

Die kiesigen Auffüllungen und der Auesand werden vom Moränenkies und von den Beckenablagerungen (BK17/22) unterlagert. Die Beckenablagerungen besitzen eine weiche bis steife, steife und steife bis halbfeste Konsistenz (DPH2/21, BK2/21, BK16/22, Bk19/22, BK17/22, BK15/22).

Für die Dammgründung sind der Mutterboden, die schluffigen Auffüllungen und der Auelehm auf Breite des geplanten Dammes auszuheben (Aushubtiefe 0,6 m bis 1,1 m) und gegen einen Bodenersatzkörper aus Kiessand zu ersetzen.

Das einzubauende Dammbaumaterial muss den folgenden bodenmechanischen Kennwerten genügen:

$$GAM/GAM' = 21/11 \text{ kN/m}^3, \text{ PHI}' = 30^\circ, c' \geq 5,0 \text{ kN/m}^2$$

Die Eignung des Dammbaumaterials ist anhand von Laborversuchen (Scherver-suche) nachzuweisen.

2.2 Dammgeometrie, Verkehrslasten

Der geplante Straßendamm wird bis zu 8 m hoch, die Kronenbreite schwankt zwischen 10 m und 12,5 m, die Dammböschungen werden mit der Neigung von 1:2 (26,5°) ausgeführt. Auf der Nordseite des Dammes wird ein 5 m breiter, öffentlicher Feld- und Waldweg in rd. 2,5 m über dem Dammfuß geführt (Böschungsneigung 1:2).

Auf der Dammkrone wird bei den statischen Nachweisen eine Verkehrslast des SLW 60 mit $p = 33,3 \text{ kN/m}^2$ berücksichtigt.

Im Bereich des Feld- und Waldweges wird die Verkehrslast mit $p = 10 \text{ kN/m}^2$ (Anlage 1.1) und mit $p = 16,7 \text{ kN/m}^2$ (SLW 30, Anlagen 1.2-3) angesetzt.

2.3 Dammstandsicherheiten im Profil Bau-km 0+490

Im Bereich des Profils bei Bau-km 0+490 liegen die Baugrundaufschlüsse BK17/22 und R15/21. Entsprechend den Ausführungen im Abschnitt 2.1 ist der Damm auf einem rd. 1,1 m dicken Bodenersatzkörper aus Kiessand im Auesand zu gründen. Der Auesand wird in 4,8 m unter der Geländeoberkante vom Moränenkies (R15/21) bzw. vom Beckenschluff (BK17/22) unterlagert.

Der Auesand führt Grundwasser, der Grundwasserspiegel liegt 1,2 m unter der Geländeoberkante.

Der Bodenersatzkörper und das Dammmaterial werden in den Standsicherheitsberechnungen wie folgt definiert.

Bodenersatzkörper: $GAM/GAM' = 21/11 \text{ kN/m}^3, \text{ PHI}' = 32,5^\circ, c' = 0 \text{ kN/m}^2$
 Dammmaterial: $GAM/GAM' = 21/11 \text{ kN/m}^3, \text{ PHI}' = 30^\circ, c' = 5 \text{ kN/m}^2$.



OA19 Dietmannsried – Heising, Straßenüberführung Oberbühlers

Der Dammquerschnitt ist im Querprofil 05 der Wipfler Plan, Gschwenderstraße 8, 87616 Marktoberdorf, im Maßstab M 1:100 dargestellt.

Die Böschungsbruchberechnungen sind in den Anlagen 1.1-4 (Profil R15/21) und 1.6-10 (Profil BK17/22) enthalten; die vorhandenen Ausnutzungsgrade sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Tabelle 1: Ausnutzungsgrad μ im Profil 0+490

Profil	Nordseite mit Weg (μ)	Südseite (μ)
0+490	0,63 (Anlage 1.1), 0,74 (Anlagen 1.2-3) 0,74 (Anlage 1.7), 0,74 (Anlagen 1.8-9)	0,72 (Anlage 1.4) 0,72 (Anlage 1.10)

Die maßgebenden Gleitflächen beginnen auf der Dammkrone der Kreisstraße OA19, schneiden 5 m bis 10 m in die Dammböschungen ein und treten am Dammfuß (Anlagen 1.4, 1.10) und rd. 3 m bis 8 m hinter dem Dammfuß (Anlagen 1.1, 1.3, 1.7, 1.9) wieder aus.

Der Straßendamm ist im Profil 0+490 als standsicher zu bezeichnen.

2.4 Dammsetzungen

In den Anlagen 1.5-6 (Profil R15/21) und 1.11-12 (Profil BK17/22) werden die Dammsetzungen für einen rd. 20 m langen Dammabschnitt, der im Auesand gründet, untersucht. Die Spannungen aus dem Dammeigengewicht sind in den Anlagen 1.5 und 1.11 „Spannungsverteilung“ dargestellt.

Unter Berücksichtigung der Baugrundsichtung der Baugrundprofile R15/21 und BK17/22 werden in den Anlagen 1.6 und 1.12 die „Setzungen“ berechnet.

Demnach ist mit den folgenden Dammsetzungen zu rechnen:

Tabelle 2: Dammsetzungen

	Profil RKS15/21	Profil BK17/22
Dammfuß, Bereich Weg:	s = 3 cm	4 cm
Dammkrone Nord:	s = 13 cm	27 cm
Dammkrone Süd:	s = 16 cm	33 cm
Dammfuß Süd:	s = 6 cm	15 cm.

Erfahrungsgemäß werden sich 2/3 der o.g. Setzungen beim Dammbau als „Sofortsetzungen“ einstellen. 1/3 der o.g. Setzungsbeträge sind zeitabhängig; durch



OA19 Dietmannsried – Heising, Straßenüberführung Oberbühlers

die Auflast des Dammes wird das Grundwasser im Auesand und in den Beckenablagerungen verdrängt. Dieser Vorgang kann bis zum vollständigen Abklingen der Setzungen (Kriechsetzungen) mehrere Jahre andauern.

Mitnahmesetzungen, die bis zur bestehenden Bahntrasse reichen, können bei der Flachgründung des hohen Dammbauwerks nicht ausgeschlossen werden.

Anm.: Angesichts der großen Dammsetzungen ist zu prüfen, ob die Dammhöhe reduziert werden kann.

2.5 Konstruktive Maßnahmen

2.5.1 Einbau des Bodenersatzkörpers

Der Bodenersatzkörper gründet im Auesand direkt über dem Grundwasser. Der wasserführende Auesand reagiert bei Erschütterungen mit Verflüssigung (Thixotropie).

Es wird daher empfohlen, den Auelehm Zug um Zug auszuheben und den Auesand an der Oberfläche mit einer Schroppenlage (Körnung 60/X, $d = 30$ cm), die mit einer statischen Walze eingebaut wird, zu stabilisieren.

Der Dammkörper wird auf einem Trennvlies über dem Traggerüst aus Schroppen in Lagen von $d = 30$ cm eingebaut und mit einer statischen Walze verdichtet.

Zur Lastverteilung (Aufnahme von Zugkräften) wird empfohlen, ein zugfestes Geogitter im unteren Drittel des Bodenersatzkörpers einzubauen.

2.5.2 Dammsetzungen

Zur Vorwegnahme der Dammsetzungen wird empfohlen, die hohen Dämme ($H \geq 3$ m), als Vorschüttungen aufzubauen und die Dammsetzungen mit Setzungspegeln zu messen.

Die Herstellung des Erddammes ist ebenfalls mit Setzungsmessungen zu begleiten. Erst nach Abklingen der Setzungen in den einzelnen Schüttilagen (Konsolidierung Auesand und Beckenablagerungen) können weitere Dammabschnitte Zug um Zug hergestellt werden.

Nach dem Abklingen der Setzungen im Endzustand kann mit der Herstellung des Straßenoberbaus begonnen werden.

Alternativ dazu kann die Straße auf dem Erddamm mit einer Einfahrdecke befestigt werden. Der Feinbelag wird erst nach dem Abklingen der Setzungen (rd. 1 Jahr) eingebaut.

2.6 Dammgründung auf einer Bodenstabilisierung nach dem CSV-Verfahren

Alternativ zur Flachgründung des Damms auf einem Bodenersatzkörper im Auesand kann der Damm auf einer Bodenstabilisierung nach dem CSV-Verfahren (Combined Soil Stabilization with Vertikal Columns) gegründet werden.

Bei diesem Verfahren werden mit einer Förderschnecke unter Zugabe von Zement Säulen in einem Raster, z.B. $1,00$ m x $1,00$ m, hergestellt. Die Säulen reichen bis zum Moränenkies (BK19/22, R14/21, R15/21BK18/22, R14/21) bzw.



OA19 Dietmannsried – Heising, Straßenüberführung Oberbühlers

binden in die Beckenablagerungen (BK17/22, BK15/22) ein. Es ist demnach mit einer Säulenlänge von $L = 4,0 \text{ m} - 8,0 \text{ m}$ zu rechnen.

Mit den CSV-Säulen werden die Dammsetzungen reduziert und die Tragfähigkeit des Auelehms, des Auesandes und der Beckenablagerungen erhöht.

Das Arbeitsplanum für die Herstellung der CSV-Säulen besteht aus einem Teilbodenersatzkörper mit der Dicke $d = 60 \text{ cm}$. Der Teilbodenersatzkörper (Schotter 16/64) gründet im Auelehm und wird mit einem Trennvlies der Georobustheitsklasse GRK3 vom Untergrund getrennt. Unterhalb dem Arbeitsplanum wird zur Lastverteilung ein hochzugfestes Geogitter eingebaut.

Der Einsatz des CSV-Verfahrens zur Dammgründung erfordert weiter Baugrunduntersuchungen in Form von Rammsondierungen.

3. Gründung der Einfeldbrücke, baubegleitende Maßnahmen

3.1 Tragfähigkeit der Bodenschichten

Im Bereich der Brückenwiderlager und der Flügelwände steht der tragfähige Baugrund in Form von Moränenkies zwischen 3,1 m (BK1/21, BK1A/22, DPH1/21, DPH2/21) und 5,4 m (BK2/21) unter der Geländeoberkante an.

Unter dem Moränenkies folgen die steifen bis halbfesten Beckenablagerungen mit Beckensand in Wechsellagerung. Die Tragfähigkeit der Beckenablagerungen und des Beckensands ist als ausreichend zu bezeichnen.

Die überlagernde Auffüllung ist unterschiedlich zusammengesetzt und nicht einheitlich verdichtet. Die Auffüllungen besitzen keine einheitliche Tragfähigkeit, sie reagieren bei Belastungen durch Bauwerke mit unterschiedlichen Setzungen und großen Setzungsdifferenzen.

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

3.2 Flachgründung im Moränenkies

Die Brückenwiderlager und die Flügelwände können flach und frostsicher im Moränenkies geründet werden. Die Auffüllungen sind mit der Gründung zu durchstoßen und gegen Magerbetonvertiefungen oder einen Bodenersatzkörper aus Kiessand (definiert in Lagen eingebaut) zu ersetzen.

In der Anlage 2.1 ist das Fundamentdiagramm für ein 18 m langes Streifenfundament, das im Moränenkies (Einbindetiefe $t = 1,00 \text{ m}$) gründet, enthalten.



OA19 Dietmannsried – Heising, Straßenüberführung Oberbühlers

Danach ergibt sich im Lastfall BS-T für ein Streifenfundament mit den Grundrissabmessungen von 18,00 m x 3,00 und der Begrenzung der Setzungen auf $s \leq 2,5$ cm ein Bemessungswert des Sohlwiderstandes von $\sigma_{R,d} = 300$ 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.

Die Herstellung der Brücke ist z.B. von den Zugpausen bzw. Streckensperrungen abhängig. Die Bauweise ist mit der Deutschen Bahn abzustimmen; ggfs. wird eine weiterführende Baugrunderkundung erforderlich.

3.3 Baugruben

Die Baugruben für die Herstellung der Widerlagerfundamente werden 3,9 m bis 5,4 m tief.

In den Auffüllungen 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. Bei einer Baugrubenhöhe von $H \geq 3,0$ m ist mittig eine Berme mit $B \geq 1,0$ m herzustellen.

Im Einflussbereich der Bahnlinie ist die Baugrube mit einem verformungsarmen, verankerten Trägerbohlwandverbau zu sichern. Die Verpresskörper der Injektionsanker liegen im Moränenkies; hier können erfahrungsgemäß charakteristische Ankerkräfte in der Größenordnung von $A_k = 340$ kN bis 400 kN aufgenommen werden.

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

3.4 Vorschüttung der Anschlussdämme

Die Anschlussdämme werden in den kiesigen Auffüllungen und in den Moränenablagerungen gegründet.

Die Standsicherheit der Anschlussdämme und die Setzungen werden im Abschnitt 2 untersucht und nachgewiesen.

Es wird empfohlen, die Anschlussdämme in den Widerlagerbereichen vorzuschütten. Mit dieser Dammvorschüttung sollen die Mitnahmesetzungen und die Verdrehungen der flach gegründeten Widerlager minimiert werden. Die Dammsetzungen werden mit Setzungspegeln gemessen.



OA19 Dietmannsried – Heising, Straßenüberführung Oberbühlers

4. Gründung des Wellstahldurchlasses bei Bau-km 0+495

Entsprechend dem Baugrundaufschluss R15/21 steht der mäßig tragfähige Baugrund in Form von Auesand ab 1,1 m unter der Geländeoberkante an. Die geplante Gründungssohle des Wellstahldurchlasses liegt im Bereich der Dammschüttung.

4.1 Flachgründung in der Dammauffüllung

Der Wellstahldurchlass wird im tragfähigen Dammmaterial gegründet.

Für den Einbau des Wellstahldurchlasses gelten die „Bedingungen für die Anwendungen von Wellstahlrohren“ (Bundesministerium für Verkehr, Abteilung Straßenbau, Ausgabe 1997).

Nach den o.g. Vorgaben sind für den Boden unterhalb des Rohrbettungsbereiches „B“ die Bestimmungen der ZTVE-StB 94 für die Dammsohle einzuhalten. Demnach ist bei frostempfindlichem Untergrund ein Verformungsmodul von $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ zu fordern.

Die Gründungssohle im Dammmaterial wird mit einem statisch verdichtet; auf der Gründungssohle wird der Verformungsmodul ($E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$) erreicht.

4.2 Verfüllböden im Rohrbettungsbereich „B“ und „F“

Für den Rohrbettungsbereich „B“ sind nur grobkörnige Bodenarten der Gruppen SW, SI, SE, GW, GI und GE oder gemischtkörnige Bodenarten der Gruppen GU, GT, SU und ST mit einem Größtkorn von 63 mm und einer Ungleichförmigkeitszahl $U \geq 3$ zu verwenden.

Die Verfüllböden sind auf 97 % der einfachen Proctordichte zu verdichten und durch ein Geotextil (Trennvlies Güteklasse 2) von den Auffüllungen zu trennen.

Im Teilbereich „F“ sind die Frostkriterien nach ZTVE-StB94 einzuhalten und nur ungebrochene Materialien einzubauen.

Auf die Dammsetzungen und die erforderlichen Dammvorschüttungen wird im Abschnitt 3 hingewiesen.

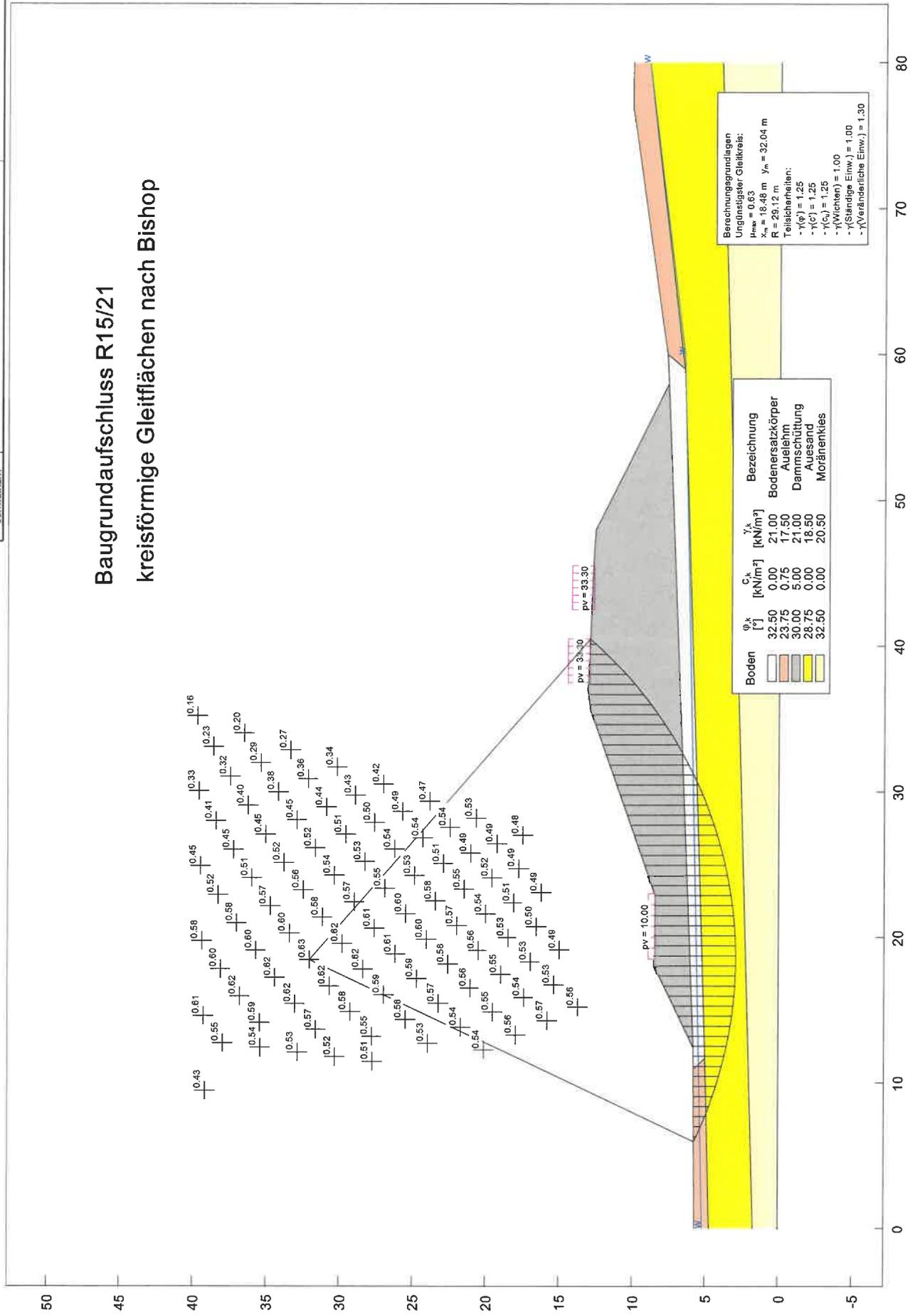
Für Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Dipl.-Ing. O. Schweikert



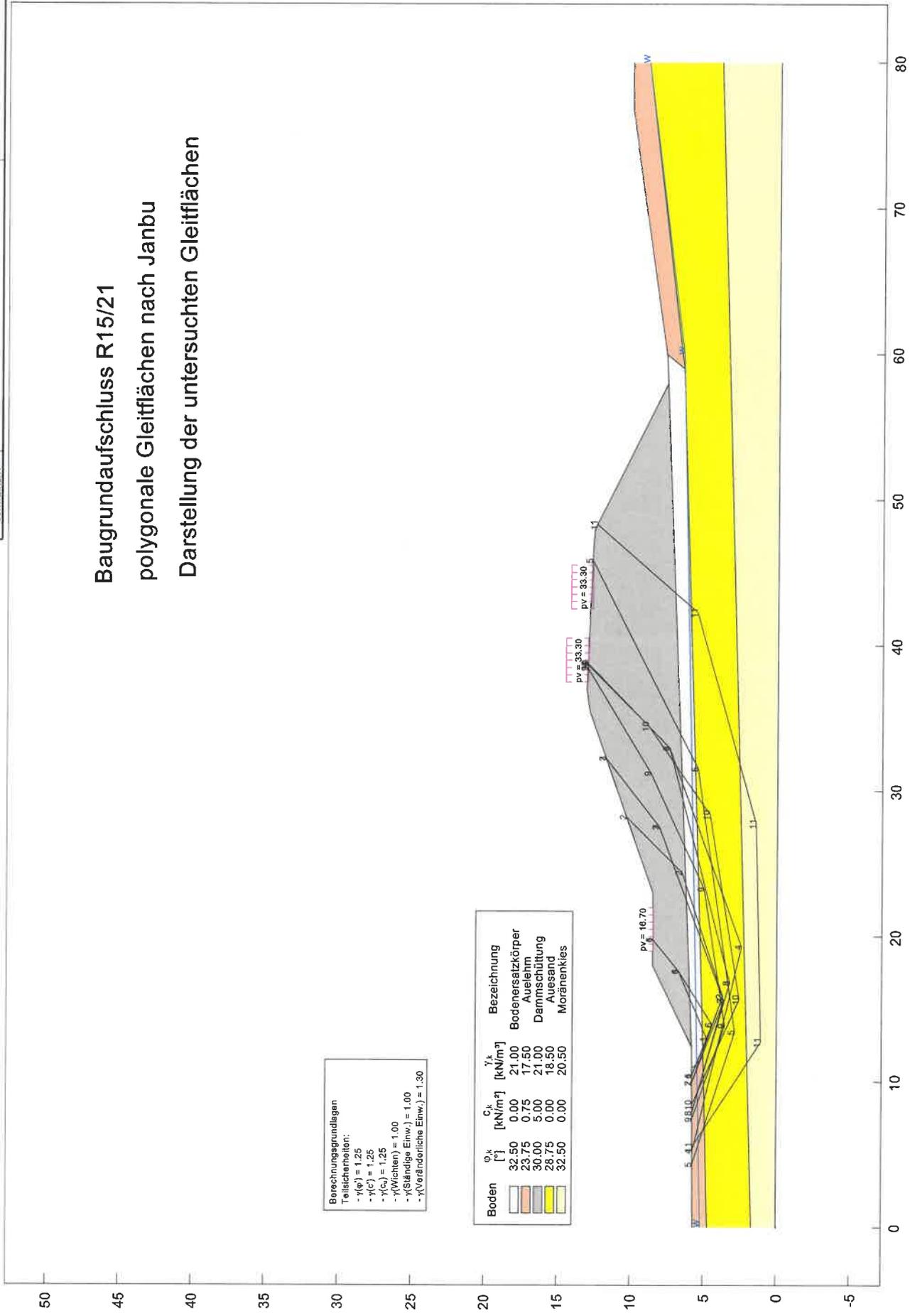


Baugrundaufschluss R15/21 kreisförmige Gleitflächen nach Bishop





Baugrundaufschluss R15/21 polygonale Gleitflächen nach Janbu Darstellung der untersuchten Gleitflächen



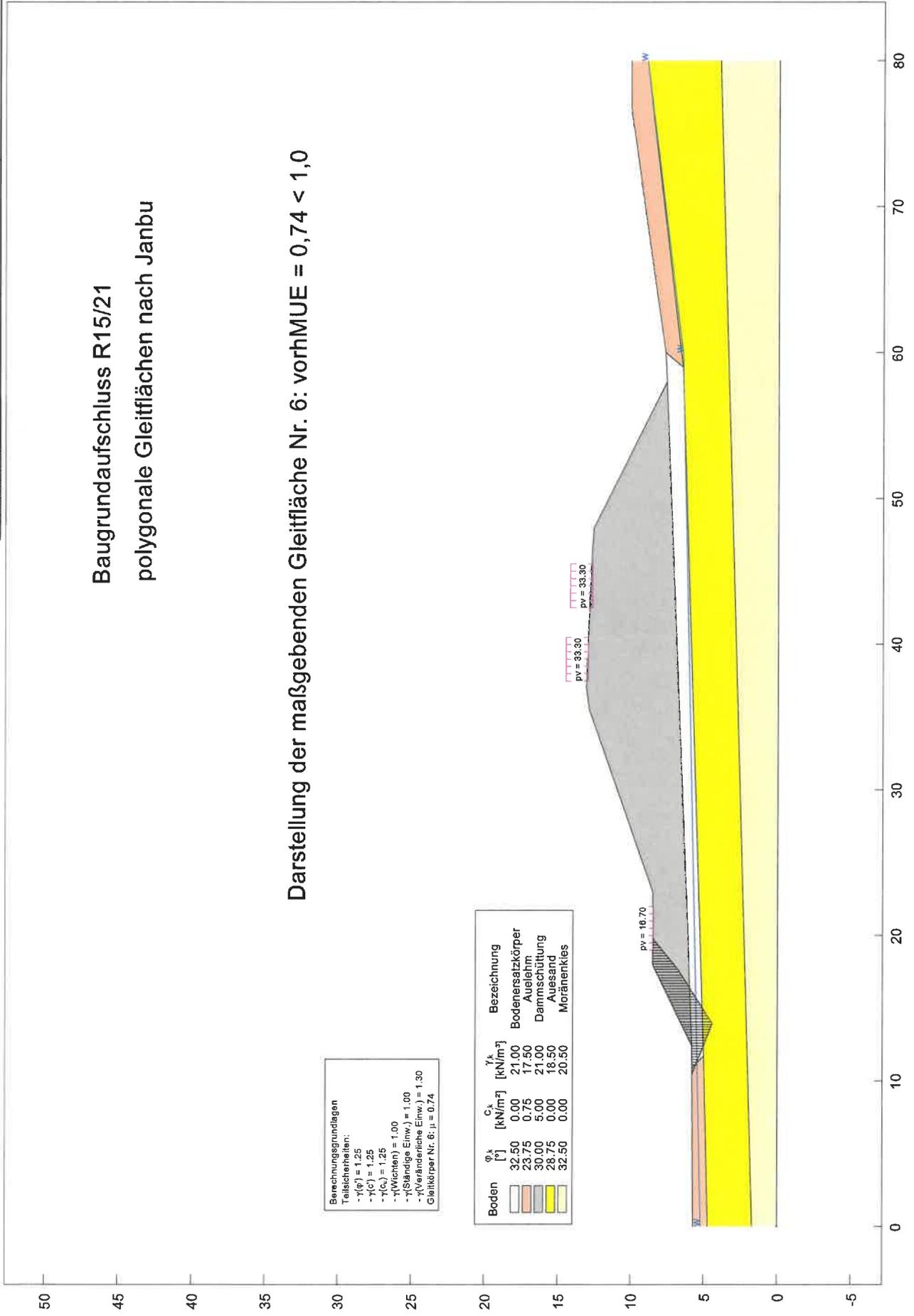


Baugrundaufschluss R15/21 polygonale Gleitflächen nach Janbu

Darstellung der maßgebenden Gleitfläche Nr. 6: $\text{vorhMUE} = 0,74 < 1,0$

Berechnungsgrundlagen
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi^*) = 1,25$
 - $\gamma(c) = 1,25$
 - $\gamma(\sigma_v) = 1,25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1,00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1,00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1,30$
 Gleitkörper Nr. 6: $\mu = 0,74$

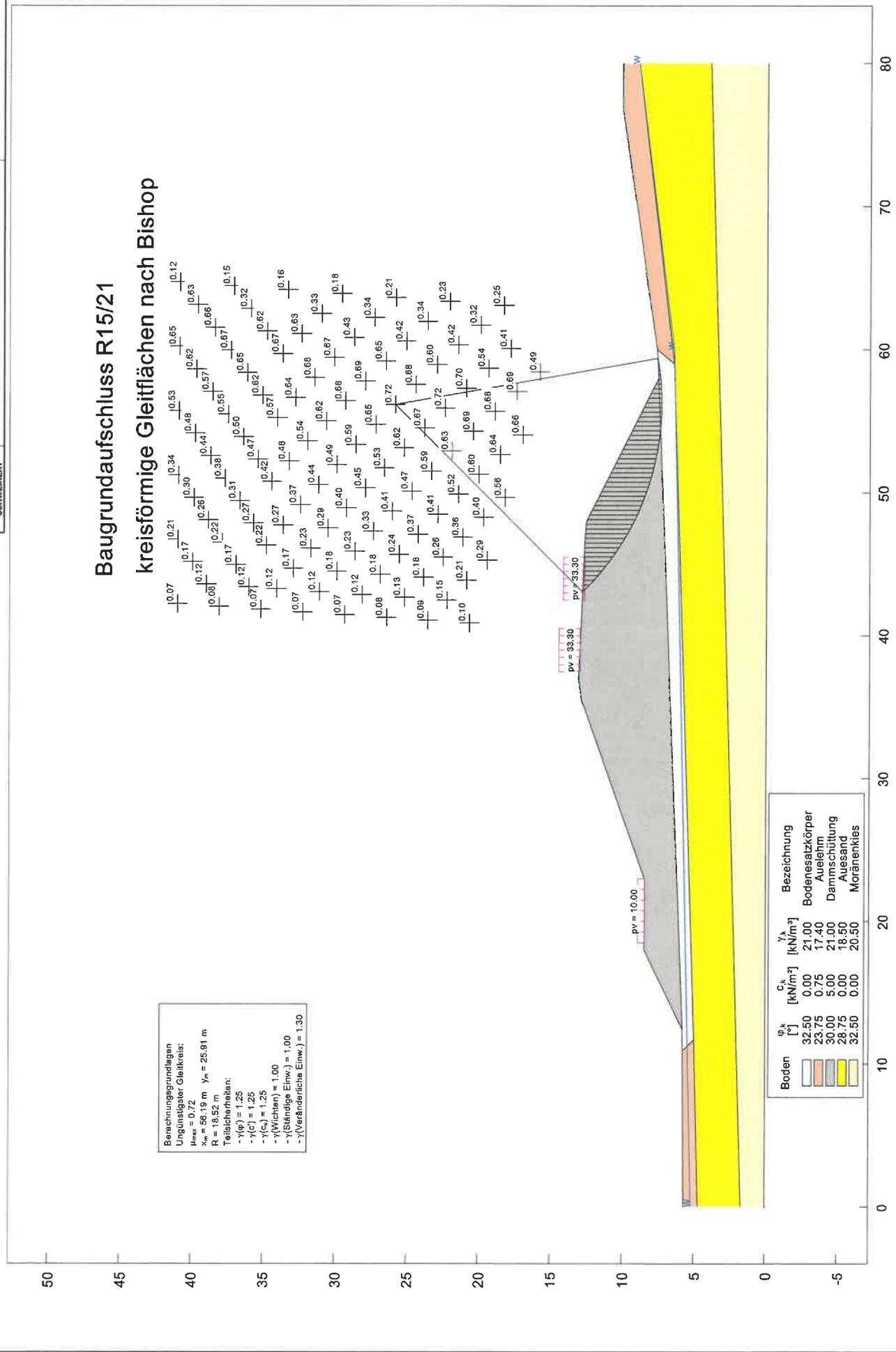
Boden	ϕ^*_k [°]	c^*_k [kN/m ²]	γ'_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	32,50	0,00	21,00	Bodenersatzkörper
	23,75	0,75	17,50	Auelehm
	30,00	5,00	21,00	Dammschüttung
	28,75	0,00	18,50	Aussand
	32,50	0,00	20,50	Moränenkies





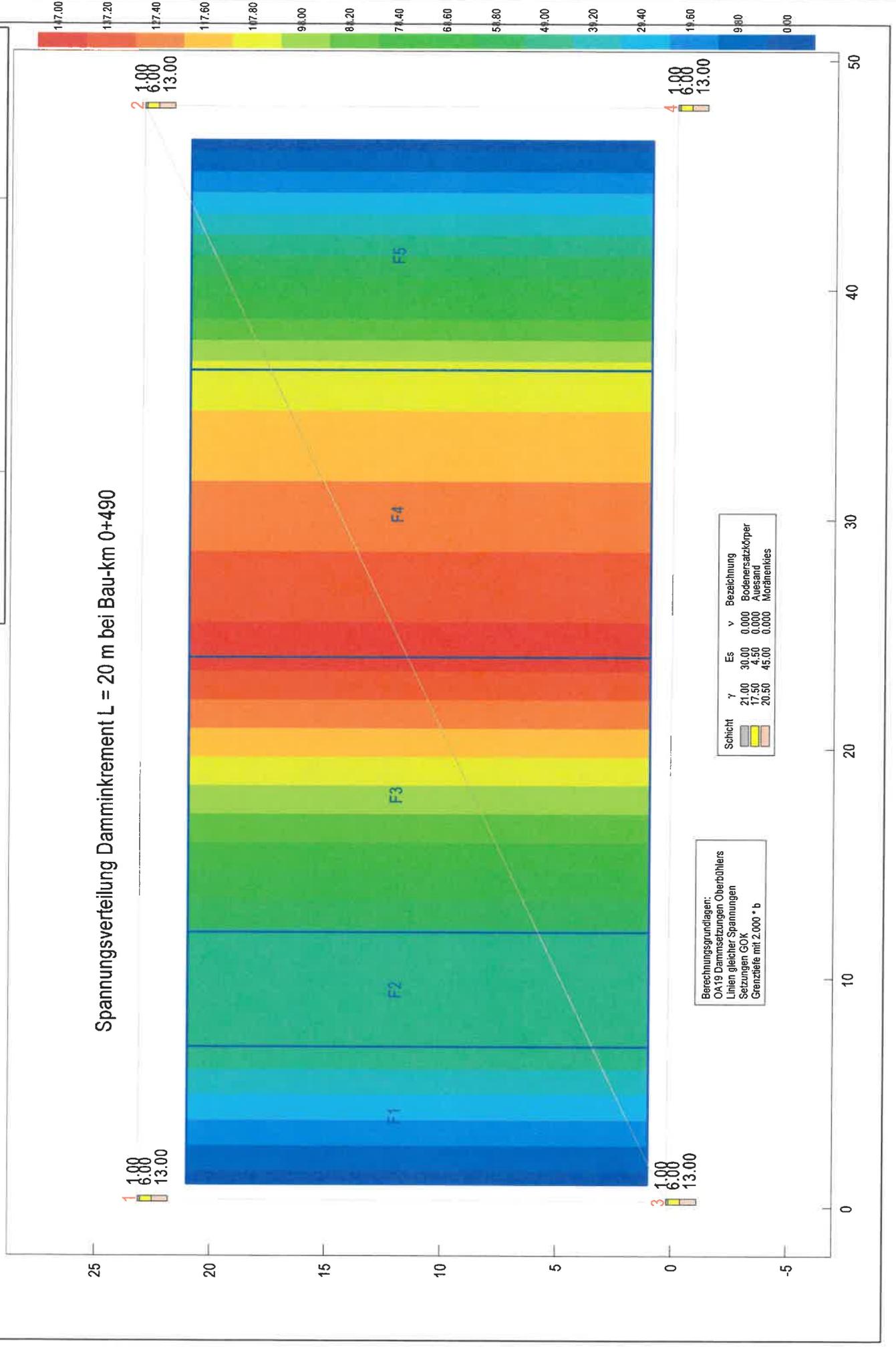
Baugrundaufschluss R15/21 kreisförmige Gleitflächen nach Bishop

Berechnungsgrundlagen
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $r_{max} = 0,72$
 $x_m = 56,19 \text{ m}$ $y_m = 25,81 \text{ m}$
 $R = 18,52 \text{ m}$
 Teilchenheiten:
 $- \gamma(\psi) = 1,25$
 $- \gamma(c_s) = 1,25$
 $- \gamma(\text{Wichten}) = 1,00$
 $- \gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1,00$
 $- \gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1,30$



0.07	0.21	0.34	0.53	0.65	0.12
0.17	0.30	0.48	0.62	0.66	0.63
0.12	0.26	0.44	0.57	0.66	0.66
0.08	0.22	0.38	0.55	0.67	0.15
0.17	0.31	0.50	0.65	0.67	0.32
0.12	0.27	0.47	0.62	0.67	0.82
0.12	0.27	0.48	0.64	0.67	0.16
0.07	0.17	0.37	0.54	0.66	0.83
0.12	0.23	0.44	0.62	0.67	0.33
0.07	0.18	0.29	0.49	0.68	0.18
0.12	0.23	0.40	0.59	0.68	0.43
0.07	0.18	0.45	0.65	0.69	0.34
0.12	0.24	0.41	0.65	0.69	0.65
0.08	0.18	0.37	0.62	0.72	0.42
0.13	0.24	0.47	0.67	0.68	0.34
0.08	0.18	0.41	0.59	0.67	0.60
0.15	0.26	0.41	0.63	0.72	0.42
0.10	0.21	0.36	0.52	0.70	0.42
0.23	0.40	0.60	0.69	0.54	0.32
0.29	0.40	0.64	0.68	0.41	0.25
0.56	0.64	0.66	0.69	0.41	0.25
0.66	0.69	0.66	0.69	0.41	0.25
0.49					

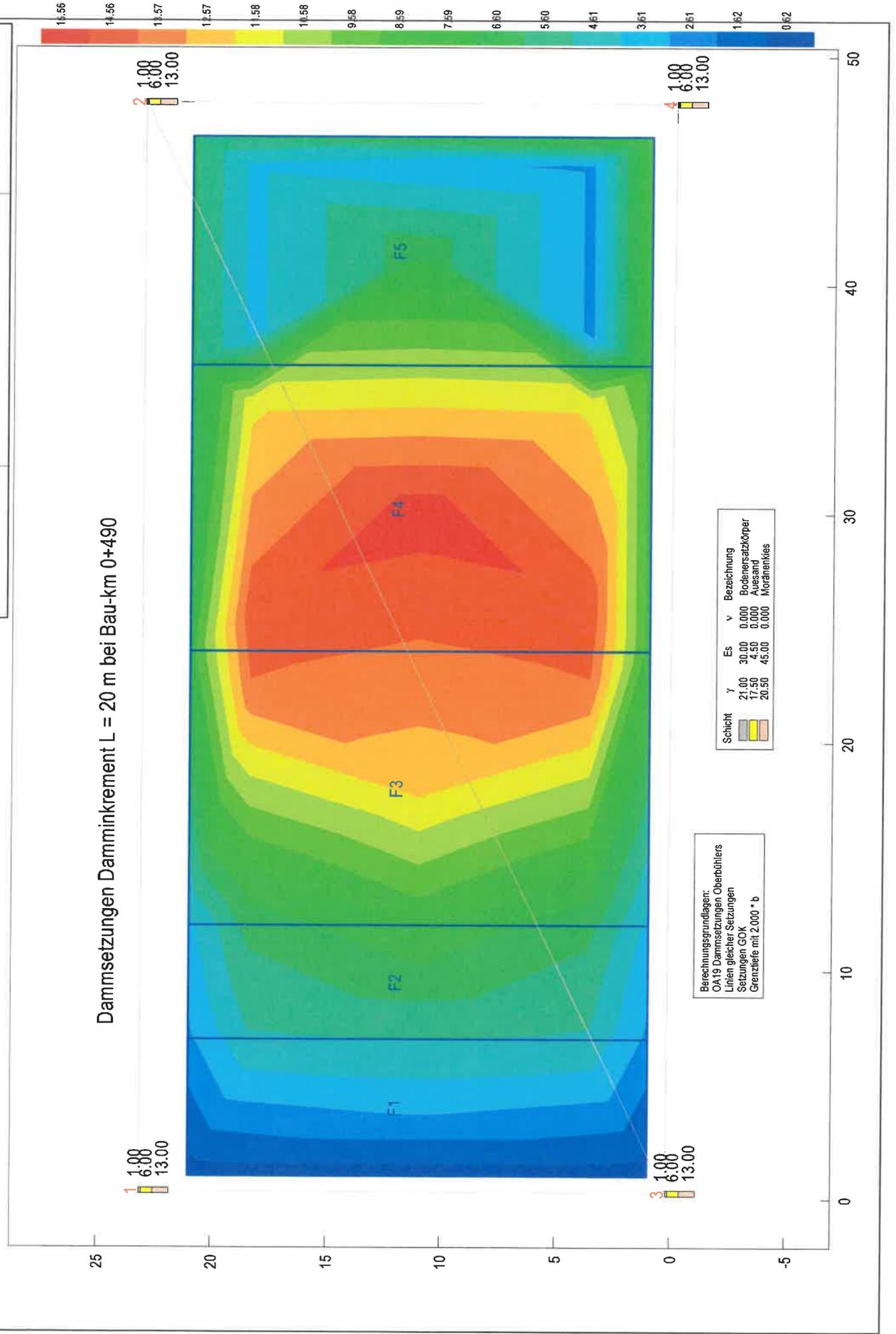
Spannungsverteilung Dammkrement L = 20 m bei Bau-km 0+490



Berechnungsgrundlagen:
OA19 Dammsetzungen Oberbühlers
Linien gleicher Spannungen
Setzungen GOK
Grenztiefe mit $2.000 \cdot b$

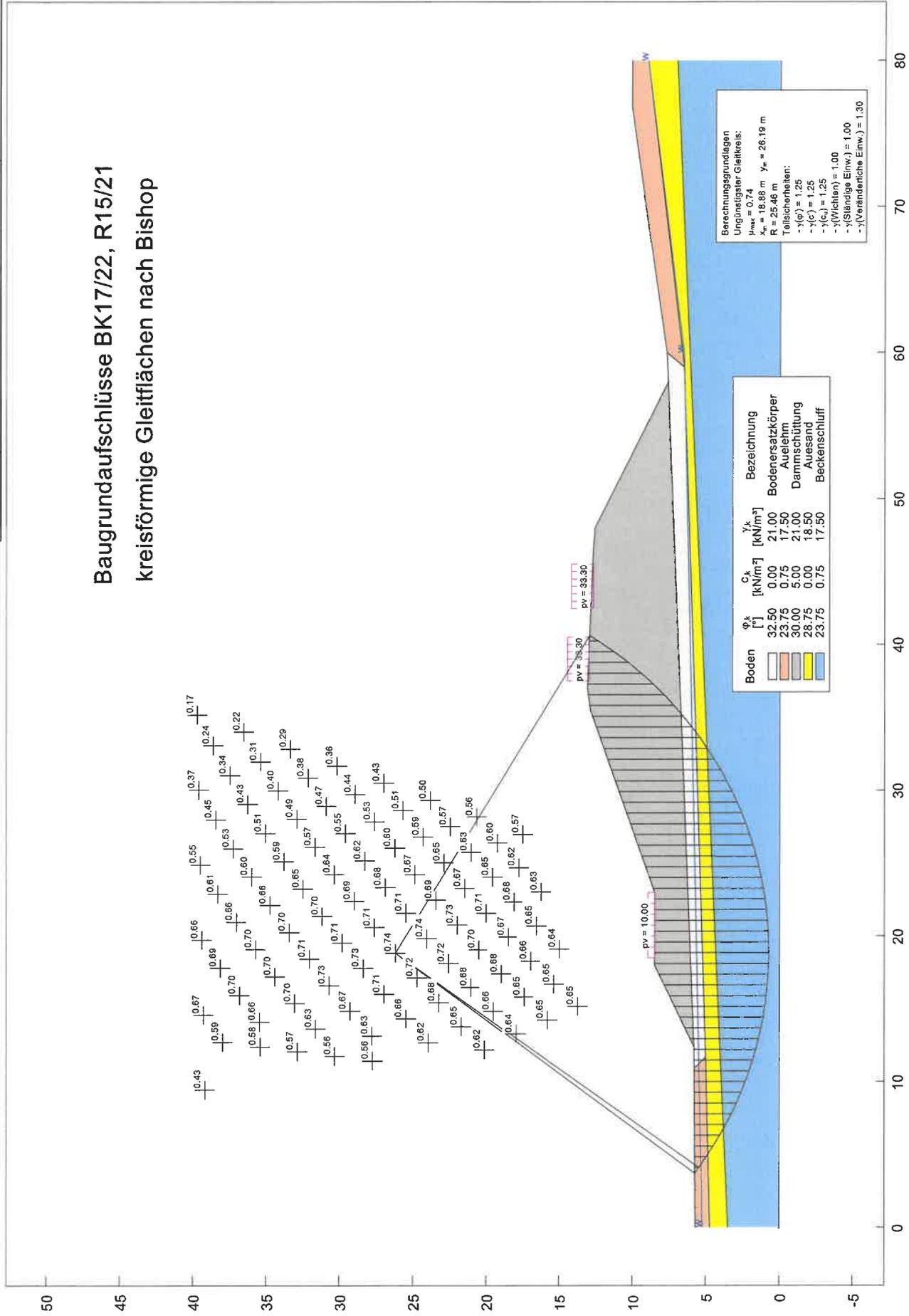
Schicht	γ	Es	v	Bezeichnung
1	21.00	30.00	0.000	Bodensatzkörper
2	17.50	4.50	0.000	Auesand
3	20.50	45.00	0.000	Moränenkies

Dammsetzungen Dammkrement L = 20 m bei Bau-km 0+490



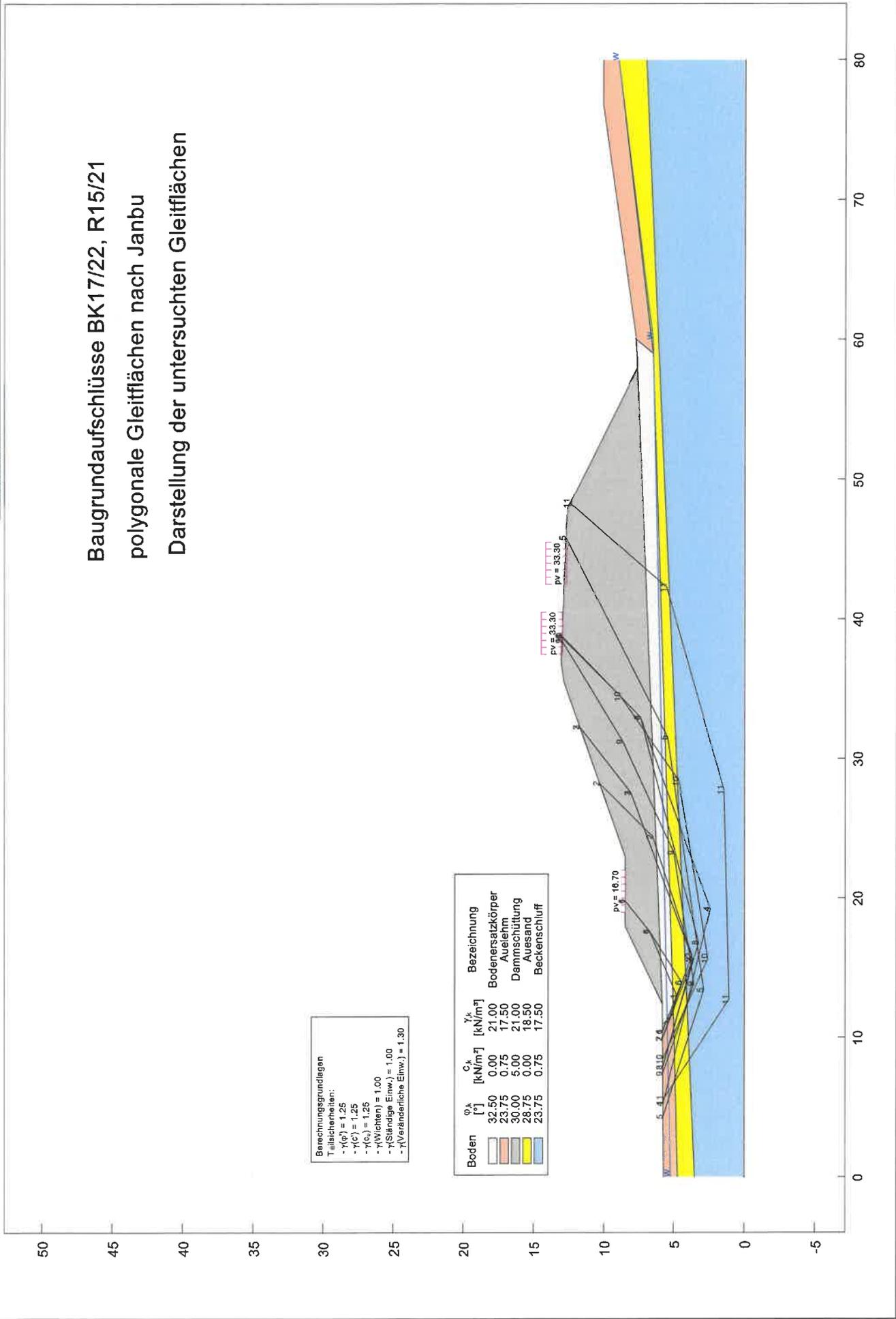


Baugrundaufschlüsse BK17/22, R15/21 kreisförmige Gleitflächen nach Bishop





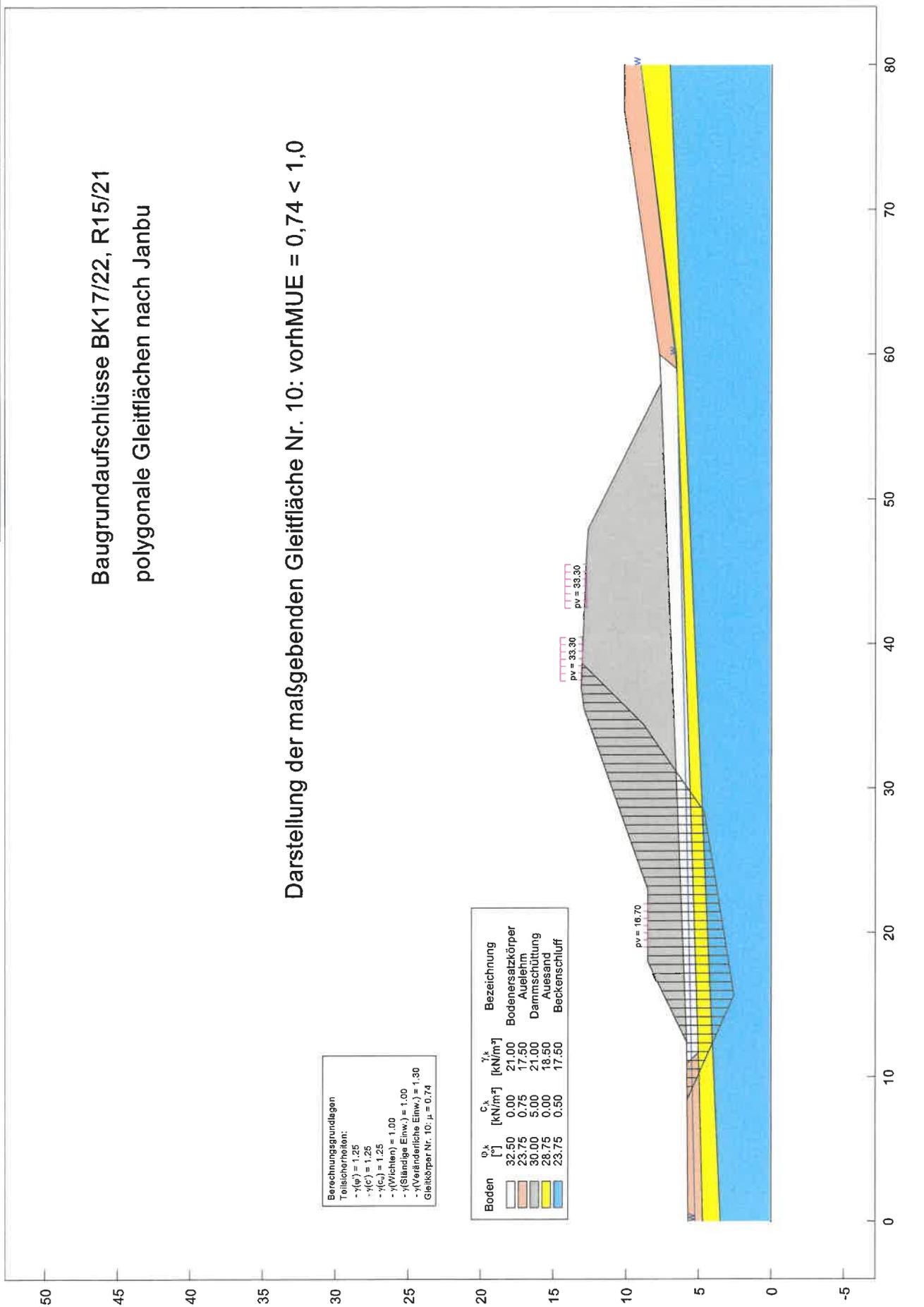
Baugrundaufschlüsse BK17/22, R15/21 polygonale Gleitflächen nach Janbu Darstellung der untersuchten Gleitflächen





Baugrundaufschlüsse BK17/22, R15/21 polygonale Gleitflächen nach Janbu

Darstellung der maßgebenden Gleitfläche Nr. 10: $\text{vorhMUE} = 0,74 < 1,0$

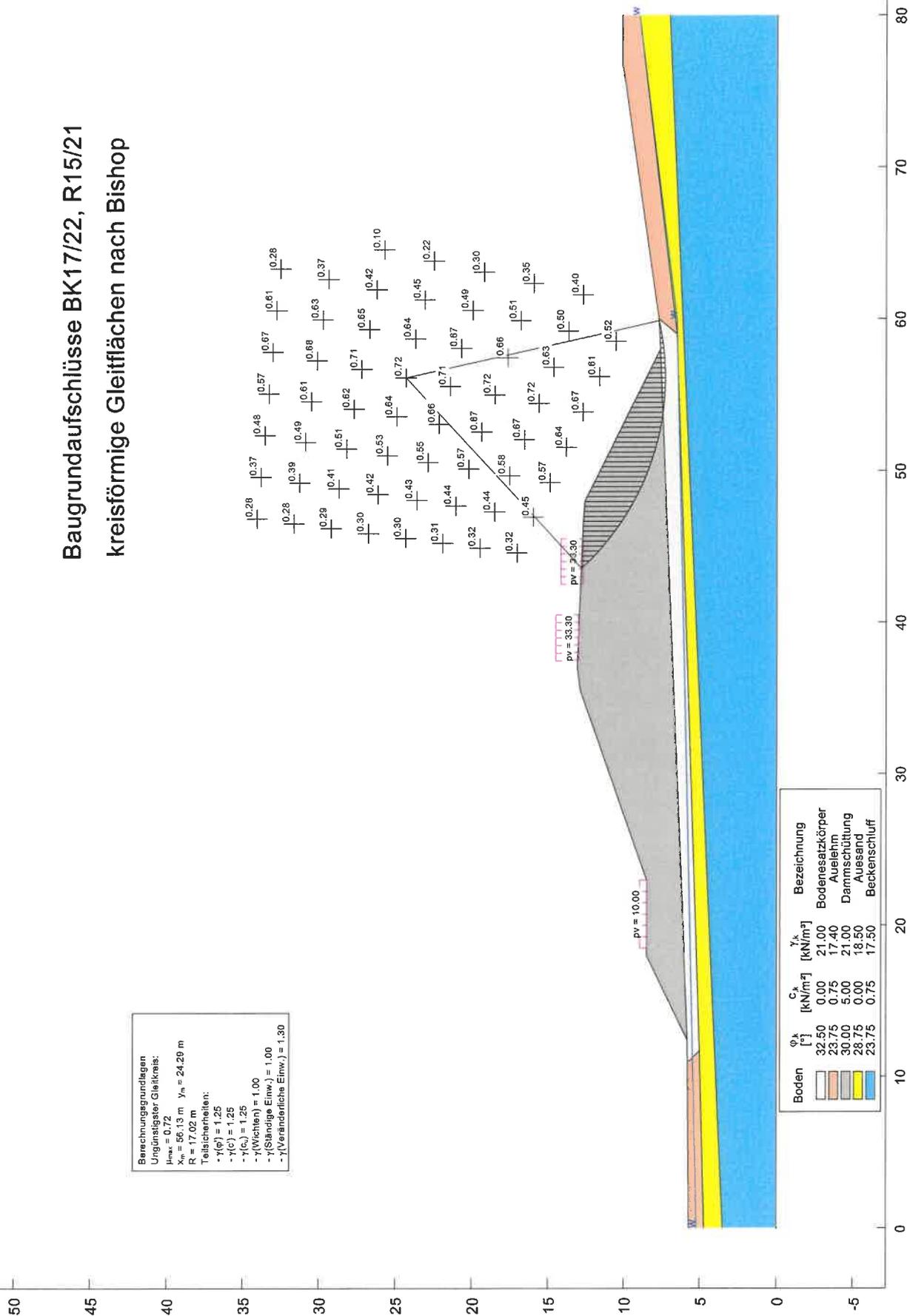


Berechnungsgrundlagen
Teilsicherheiten:
 $-\gamma(\phi) = 1,25$
 $-\gamma(c) = 1,25$
 $-\gamma(\gamma) = 1,25$
 $-\gamma(N(\text{Richten})) = 1,00$
 $-\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1,00$
 $-\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1,30$
 Gleitkörper Nr. 10: $\mu = 0,74$



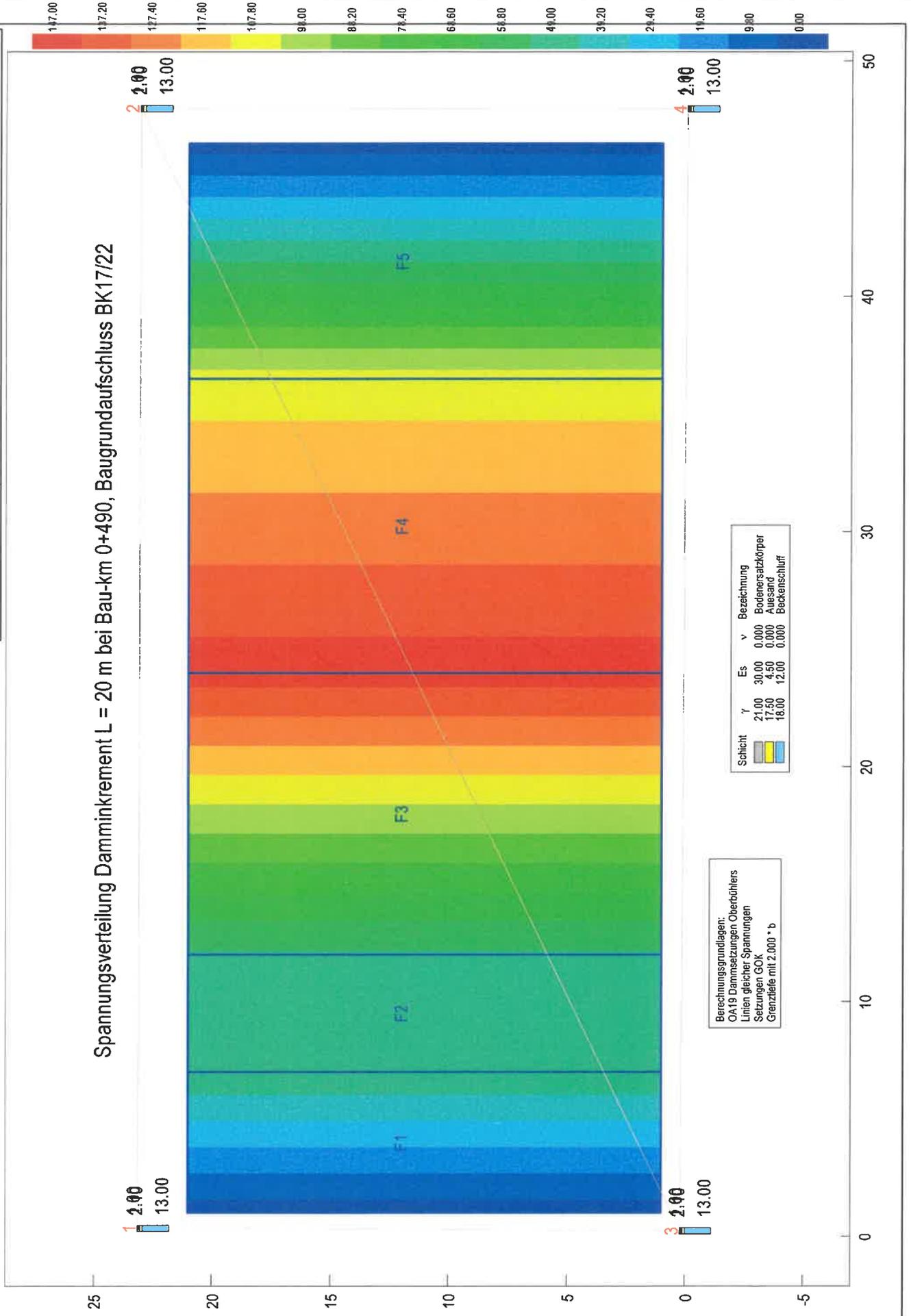
Baugrundaufschlüsse BK17/22, R15/21 kreisförmige Gleitflächen nach Bishop

Berechnungsgrundlagen
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $x_m = 56,13 \text{ m}$ $y_m = 24,20 \text{ m}$
 $\lambda_{\text{min}} = 0,72$
 $R = 17,02 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi) = 1,25$
 - $\gamma(c_u) = 1,25$
 - $\gamma(\text{Wichlen}) = 1,00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1,00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1,30$

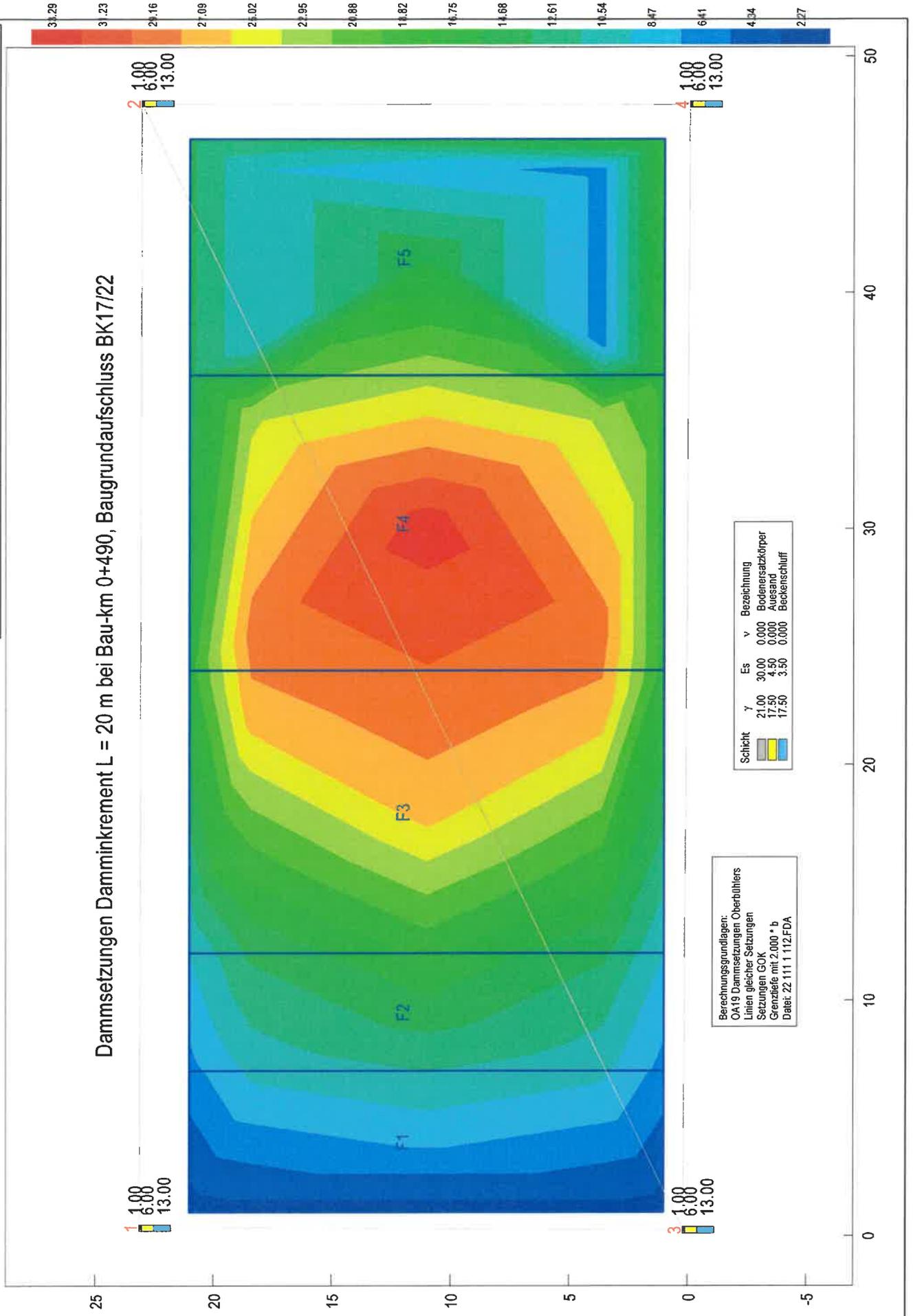


Boden	ϕ_u [°]	c_u [kN/m²]	γ_{B} [kN/m³]	Bezeichnung
	32.50	0.00	21.00	Bodensatzkörper
	23.75	0.75	17.40	Auelehm
	30.00	5.00	21.00	Dammschüttung
	28.75	0.00	18.50	Auesand
	23.75	0.75	17.50	Beckenschluff

Spannungsverteilung Damminkrement L = 20 m bei Bau-km 0+490, Baugrundaufschluss BK17/22



Dammsetzungen Dammkrement L = 20 m bei Bau-km 0+490, Baugrundaufschluss BK17/22

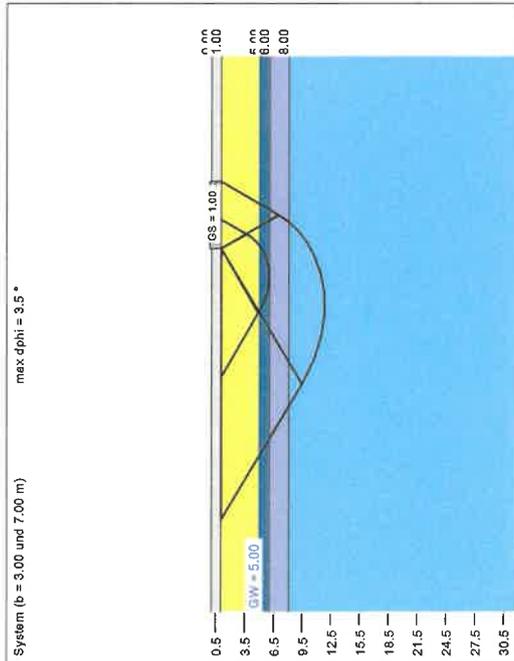


Berechnungsgrundlagen:
OA19 Dammsetzungen Oberbühlers
Linien gleicher Setzungen
Setzungen GOK
Grenzlinie mit $2.000 \cdot b$
Datum: 22.11.11 12.FDA

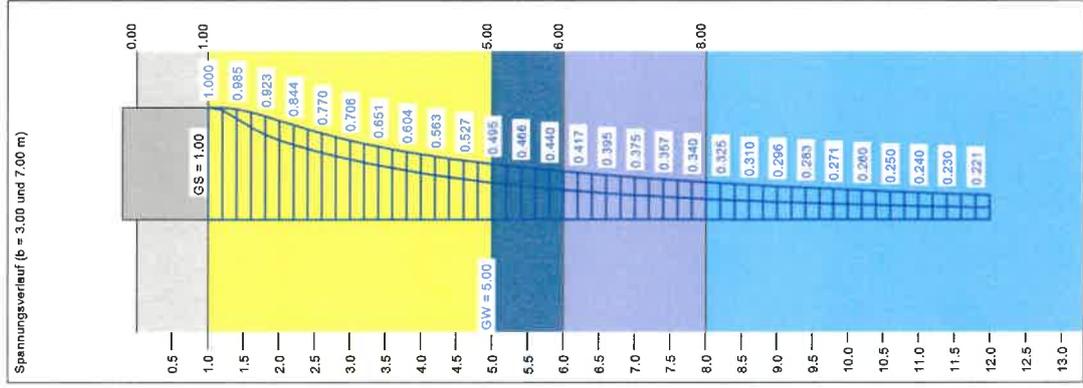
Schicht	γ	Es	v	Bezeichnung
1	21.00	30.00	0.000	Bodenersatzkörper
2	17.50	4.50	0.000	Auesand
3	17.50	3.50	0.000	Beckenschluff



Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
19.0	9.0	27.5	0.0	4.0	0.00	0.00	Auffüllungen
20.5	10.5	32.5	0.0	45.0	0.00	0.00	Moränenkies
18.5	8.5	27.5	0.0	9.0	0.00	0.00	Beckensand, locker
18.5	8.5	27.5	4.0	25.0	0.00	0.00	Beckenschluff, steif
18.5	8.5	27.5	0.0	30.0	0.00	0.00	Beckensand, -schluff



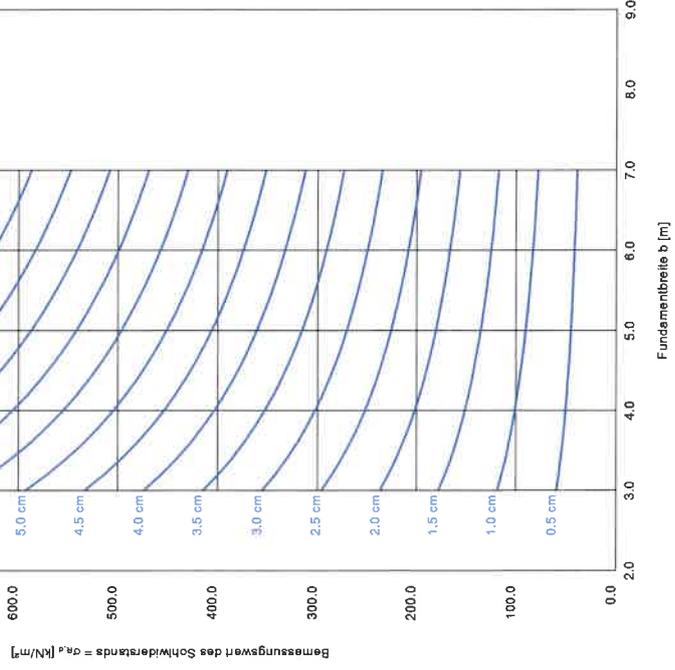
System (b = 3.00 und 7.00 m) max depth = 3.5 *



Spannungsverlauf (b = 3.00 und 7.00 m)

Berechnungsgrundlagen:
 OA19 Brücke Oberbühlers
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 18.00 m)
 $\gamma_{(c,d)} = 1.40$
 $\gamma_c = 1.35$
 $\gamma_d = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(c,d)} = 0.500 \cdot \gamma_c + (1 - 0.500) \cdot \gamma_d$
 $\gamma_{(c,d)} = 1.425$
 Gründungssohle = 1.00 m
 Grundwasser = 5.00 m
 Grenztiefe mit festem Wert von 11.00 m u. GS
 ———— Solldruck
 ———— Setzungen



Bemessungswert des Schwerestands = $q_{d,k}$ [kN/m²]

a [m]	b [m]	$q_{R,d}$ [kN/m ²]	$q_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cell ϕ [°]	cell c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ'_0 [kN/m ²]	t_s [m]	UKLS [m]	
18.00	3.00	754.1	2262.4	6.36	30.8	0.00	16.57	18.00	12.00	5.90	
18.00	3.20	767.7	2456.7	538.8	6.73	30.6	0.59	19.21	18.00	12.00	6.17
18.00	3.40	775.7	2637.4	544.3	7.04	30.4	0.84	18.85	19.00	12.00	6.46
18.00	3.60	782.3	2816.4	549.0	7.33	30.3	1.17	18.50	19.00	12.00	6.76
18.00	3.80	789.2	2995.1	553.1	7.60	30.1	1.35	18.17	19.00	12.00	7.05
18.00	4.00	795.9	3175.5	557.1	7.87	30.0	1.50	17.85	19.00	12.00	7.34
18.00	4.20	799.7	3358.7	561.2	8.13	29.9	1.62	17.55	19.00	12.00	7.63
18.00	4.40	805.4	3543.6	565.2	8.39	29.8	1.73	17.26	19.00	12.00	7.92
18.00	4.60	797.8	3699.0	569.7	8.49	29.7	1.27	16.99	19.00	12.00	8.22
18.00	4.80	797.1	3828.0	559.4	8.66	29.6	1.09	16.74	19.00	12.00	8.51
18.00	5.00	797.9	3989.1	559.9	8.84	29.6	0.96	16.50	19.00	12.00	8.80
18.00	5.20	800.3	4161.3	561.6	9.03	29.5	0.89	16.27	19.00	12.00	9.09
18.00	5.40	802.9	4335.9	563.5	9.22	29.4	0.83	16.05	19.00	12.00	9.38
18.00	5.60	806.1	4514.3	565.7	9.40	29.3	0.78	15.84	19.00	12.00	9.67
18.00	5.80	806.5	4695.2	568.1	9.59	29.3	0.74	15.65	19.00	12.00	9.97
18.00	6.00	813.2	4879.3	570.7	9.77	29.2	0.70	15.46	19.00	12.00	10.26
18.00	6.20	817.1	5066.1	573.4	9.95	29.2	0.68	15.29	19.00	12.00	10.55
18.00	6.40	821.2	5255.4	576.2	10.13	29.1	0.65	15.12	19.00	12.00	10.84
18.00	6.60	825.3	5446.8	579.1	10.31	29.1	0.63	14.96	19.00	12.00	11.13
18.00	6.80	828.5	5640.4	582.1	10.49	29.0	0.61	14.80	19.00	12.00	11.42
18.00	7.00	833.7	5836.1	585.1	10.66	29.0	0.59	14.66	19.00	12.00	11.72

$q_{E,k} = \sigma_{max} / (\gamma_{(c,d)} \cdot \gamma_{(c,d)}) = \sigma_{max} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{max} / 1.99$ (für Setzungen)
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) = 0.50