



MAKING EVERY PROJECT A **FASCINATING** JOB

Geotechnisches Gutachten - SKV-AT-237-REP-002

Rev. 2

27. Juni 2024

Projekt: Chiemgau Arena Ruhpolding, Schneeanlage, Erweiterung mit Speicherteich - Geotechnische Bearbeitung Damm inkl. Standsicherheitsnachweise

Kunde: Kommunalunternehmen Gemeindewerke Ruhpolding AdöR

Rev.	Datum	Titel / Inhalt	Bearbeiter	Prüfer
0	13.05.2024	Erstausgabe (Laborwerte noch ausständig)	MV	ES
1	31.05.2024	Ergänzung Ergebnisse Laborversuche	MV	ES
2	27.06.2024	Überarbeitung zufolge Anmerkungen AG	MV	ES

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Veranlassung	5
1.1.	Grundlagen	5
1.2.	Abgrenzung der Gültigkeit	5
2.	Projekt	5
2.1.	Beschreibung	5
3.	Geologie	7
3.1.	Geologischer Rahmen	7
3.2.	Geologische Erkundungen	7
3.3.	Ergebnisse der Erkundung	8
3.3.1.	Baggerschürfe	8
3.3.2.	Rammsondierungen/DPH	10
3.4.	Laborversuche	12
4.	Standsicherheitsnachweise Dammbauwerk	13
4.1.	Grundlagen der Nachweisführung	13
4.2.	Einwirkungen	13
4.2.1.	Wasserstand	13
4.2.2.	Erdbeben	14
4.2.3.	Verkehrslasten	14
4.3.	Lastfälle	14
4.3.1.	Globalen Sicherheitsbeiwerte	14
5.	Berechnung	15
5.1.	Bodenparameter	15
5.2.	Dammgeometrie	15
5.3.	Ergebnisse	15
5.4.	Verformungsverhalten des Erddamms	16
6.	Bautechnische Beurteilung	17

6.1.	Aushub.....	17
6.2.	Aufstandsflächen	17
6.3.	Beurteilung des Dammschüttmaterials	18
6.4.	Beurteilung des Filterkiesmaterials	18
7.	Erdarbeiten.....	18
7.1.	Allgemeines	18
7.2.	Aushub.....	18
7.3.	Vorbereitung der Aufstandsflächen für die weiteren Dammschüttungen	18
7.4.	Dammschütтарbeiten.....	18
8.	Aufgaben der geotechnischen Baubegleitung.....	19
9.	Kontroll- und Sicherheitseinrichtungen während des Betriebs	19
10.	Sicherheitsanalyse	20
11.	Zusammenfassung	21
	Anlage Nr. 1: Protokolle der schweren Rammsondierungen und Baggerschürfe. Ergebnisse von Laborversuche. Profile	22
	Anlage Nr. 2: Ergebnisse der Berechnung mit GGU-Stability.....	47

1. Veranlassung

Skava consulting ZT-GmbH wurde vom Kommunalunternehmen Gemeindewerke Ruhpolding AdöR mit der geotechnischen Bearbeitung und Bemessung der Erweiterung der Schneesanlage der Chiemgau Arena Ruhpolding durch einen Speicherteich beauftragt. Die Planung erfolgt durch das Büro AEP. Die Ergebnisse der Baugrunderkundung sowie Angaben zu den erforderlichen Einbaubedingungen sind in diesem Bericht enthalten. Die geologische Bearbeitung erfolgte durch GWU – Geologie Wasser Umwelt GmbH, Bayerhamerstr. 57, Salzburg als Subunternehmer von Skava consulting ZT-GmbH.

1.1. Grundlagen

- [1] Baugrundgutachten - Umbau und Erweiterung Chiemgau-Arena Ruhpolding. Kling Consult 14.07.2009
- [2] Speicherteich Profilplan Genehmigungsplan – AEP Planung und Beratung GmbH. 11.04.2024
- [3] 2. Änderung des Bebauungsplans mit integrierter Grünordnungsplanung Chiemgau Arena. Arbeitsgruppe für Landnutzungsplanung GmbH. 02.08.2022
- [4] Memo Erkundung Speicherteich Biathlonzentrum Ruhpolding – GWU. 04.04.2024
- [5] DIN 19700-11:2004 DE. Stauanlagen - Teil 11: Talsperren
- [6] DIN EN 1998-1/NA:2011-01 Erdbebenzonenkarte (ehemals DIN 4149). Deutsches GeoForschungszentrum GFZ
- [7] Grundbau-Taschenbuch Teil 1: Geotechnische Grundlagen. K-J Witt. 7. Auflage 2008

1.2. Abgrenzung der Gültigkeit

Die durchgeführten Berechnungen und Bemessungen basieren auf den Projektgrundlagen und Ergebnissen der vorliegenden Baugrunduntersuchung. Sollten in Zukunft neue Erkenntnisse gewonnen werden, sind diese mit den vorhandenen Daten abzugleichen. Gegebenenfalls ist der vorliegende Bericht entsprechend zu aktualisieren.

2. Projekt

2.1. Beschreibung

Die Chiemgau Arena Ruhpolding plant die Erweiterung der Schneesanlage durch einen Speicherteich. Um den zukünftigen Betrieb auch in schneearmen Wintern zu gewährleisten, soll die Beschneiungsanlage mit

dem geplanten Speicherteich, der nachfolgenden Pumpstation sowie den Transport- und Feldleitungen erweitert werden (Abbildung 1).

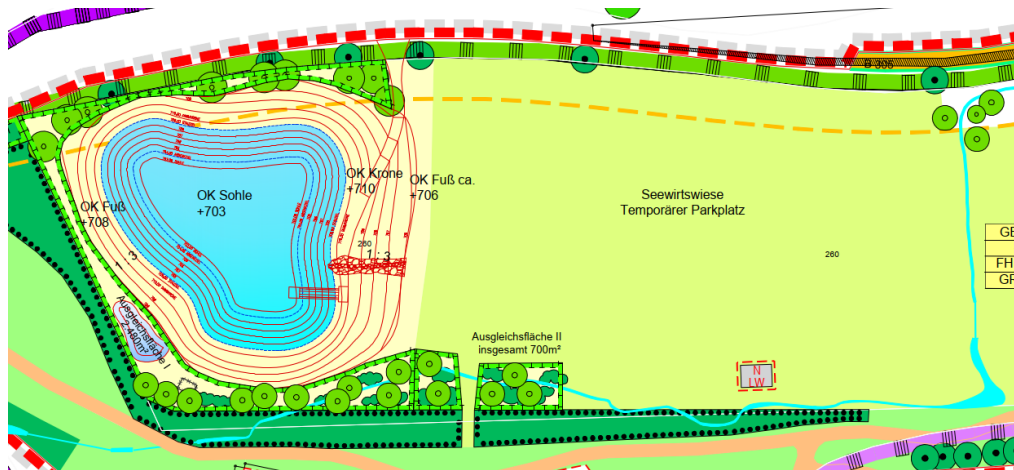


Abbildung 1: Geplante Anlage aus dem gleichen Blickwinkel; Bepflanzungen nur angedeutet, um die Modellierung erkennbar zu machen; AEP 202 [3]

Der Speicherteich soll auf dem aktuellen Parkplatzgelände, das auch als Seewirtswiese bekannt ist, gegenüber dem bestehenden Schneedepot, im Westen der Chiemgau Arena errichtet werden.

Der Speicherteich hat eine Dammkronenhöhe von 710,00 m ü. M. Das geplante nutzbare Fassungsvermögen des Teichs beträgt 16.000 m³ bei einem Stauziel von 709,00 m ü. M. Die Folienoberkante muss auf mindestens 709,80 mHh, d.h. 0,8 m über dem Stauziel liegen. Die Böschungen des Dammkörpers sind luftseitig mit 1:3,0 (18,4°) und wasserseitig mit 1:2,1 (25,5°) vorgesehen.

Für den Speicherteich sind Erdarbeiten und eine Folienabdichtung vorgesehen, die durch Schutzvliese und eine frostbeständige feinteilarme Bekiesung abgedeckt wird. Der Dammkörper erreicht Höhen von bis zu etwa 6,0 m zwischen der Dammkrone und dem tiefsten Punkt des Dammfußes.

3. Geologie

3.1. Geologischer Rahmen

Die erkundete Fläche liegt im Tal der Seetraun zwischen dem Zirnberg-Rücken (obertriassische Schichtenfolge von Wettersteinkalk und Nordalpine Raibler Schichten) im Süden, sowie der Gschöss-Wände (Wettersteinkalk) im Norden. Südlich des geplanten Speicherteiches liegt ein kleiner, vornehmlich aus Hang- und Murschutt gespeister und aufgebauter Schwemmfächer eines nur periodisch wasserführenden Gerinnes. Der sich trichterförmig ostwärts öffnende Talboden rund um das Biathlonzentrum Ruhpolding fällt mit geringer Neigung ostwärts ab und kann seinerseits als alter, jedoch noch aktiver, durch die Seetraun aufgeschütteter Schwemmfächer charakterisiert werden. Sowohl die flache Talbodenmorphologie, als auch der Verzahnungsbereich der Seetraun mit einem Murschuttfächer erklärt auch einen heterogenen, schichtigen Bodenaufbau, der aus weitgestuften Kiesen und Sanden mit zwischengeschalteten, vornehmlich schluffigen Horizonten durchsetzt ist. Letztere kennzeichnen lokale Wasserstillstandslagen mit akkumuliertem Feinmaterial.

3.2. Geologische Erkundungen

Die Erkundung am Standort des geplanten Speicherteiches des Biathlonzentrums Ruhpolding wurde am 27.03.2024 durch das Büro GWU durchgeführt.

Das Erkundungsprogramm umfasste drei Baggerschürfe und vier schwere Rammsondierungen (DPH). Die Lage der Erkundungen ist im Abbildung 2 und in der Tabelle 1 dargestellt. Zusätzlich wurden Proben für Bodenmechanische Laborversuche entnommen. Die Protokolle der DPH sowie der Baggerschürfe sind in Anlage 1 dokumentiert.

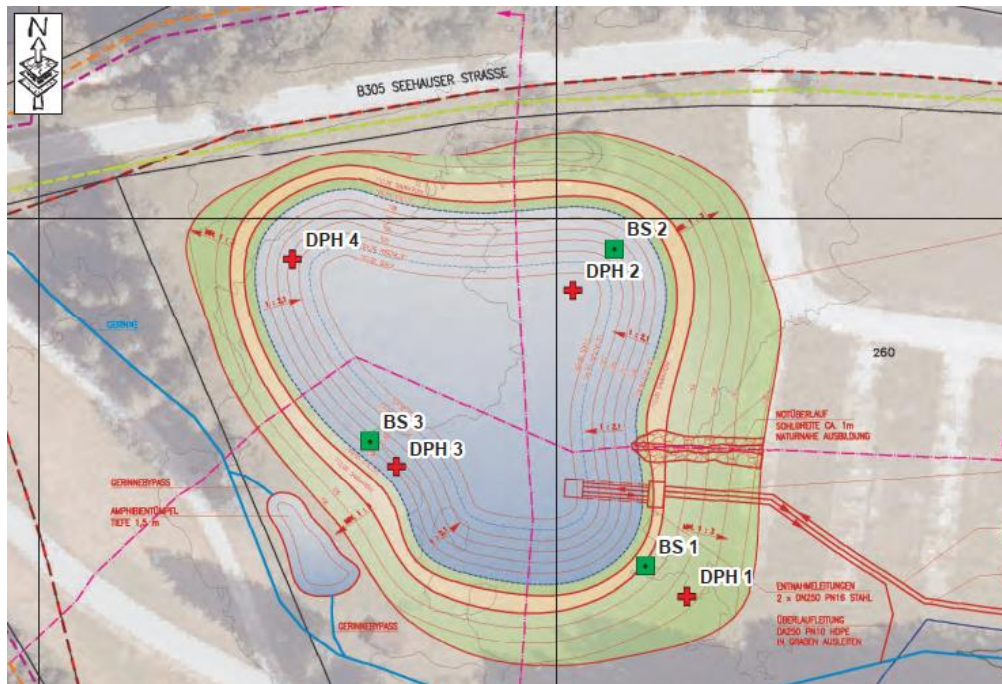


Abbildung 2: Lage der Erkundungen

Tabelle 1: Erkundungen mit Koordinaten (Dt. Hauptdreiecksnetz, Zone 4) und aus dem DGM des Bayernatlas abgelesene Absoluthöhen (mit Fehlertoleranz von $\pm 0,25\text{m}$).(Dt. Hauptdreiecksnetz, Zone 4) und aus dem DGM des Bayernatlas abgelesene Absoluthöhen (mit Fehlertoleranz von $\pm 0,25\text{m}$).

Art	Nummer	X	Y	Z
Baggerschurf	BS 1	4548017	5286433	706,16
Baggerschurf	BS 2	4548028	5286510	706,22
Baggerschurf	BS 3	4547964	5286457	707,12
Rammsondierung	DPH 1	4548014	5286430	706,02
Rammsondierung	DPH 2	4548003	5286486	706,75
Rammsondierung	DPH 3	4547969	5286452	707,12
Rammsondierung	DPH 4	4547939	5286495	708,23

3.3. Ergebnisse der Erkundung

3.3.1. Baggerschürfe

Die Baggerschürfe wurden über den geplanten Standort des Speicherteiches so gewählt, dass alle Bereiche wie Dammkrone, Dammbasis und Speicherbereich erfasst werden konnten.

BS 1

Baggerschurf BS 1 wurde im südöstlichen Bereich des Speicherteiches in etwa auf der geplanten Position der Dammkrone gesetzt. Unter einem etwa 0,20 m mächtigen durchwurzelt Mutterboden, der als stark kiesig und sehr schwach schluffiger, erdbrauner Sand charakterisiert werden kann, wurden bis Teufe 1,90 m stark sandige sowie schwach schluffige und schwach steinige, graubraun gefärbte Kiese mit abgerundeten und gerundeten Komponenten in einem vorwiegend komponentengestützten Gefüge angetroffen. Das Imbrikationsgefüge der Komponenten lässt auf eine fluviatile Genese als Bachsediment mit Einschaltungen von Hang- und/oder Murschutt schließen. Aufgrund der sehr starken Nachbrüchigkeit wurde der Schurf bei Teufe 1,90 m abgebrochen. Grundwasser wurde nicht angetroffen.

BS 2

Baggerschurf BS 2 wurde an der talwärtigen Basis des Dammes im nordöstlichen Bereich des Speicherteiches gesetzt. Unter einem etwa 0,30 m mächtigen durchwurzelt Mutterboden, der als stark kiesig und sehr schwach schluffiger, erdbrauner Sand charakterisiert werden kann, wurden bis Teufe 1,00 m stark sandige, schluffige sowie schwach tonige, nachbrüchige und braungrau gefärbte Kiese mit abgerundeten und gerundeten Komponenten in einem vorwiegend komponentengestützten Gefüge angetroffen. Zwischen Teufe 1,00 m und 1,20 m wurde eine schwach sandige und schwach tonige, ockerbraune Schlufflage ergraben, die als Schwemmlinse bzw. Auensediment eines Überflutungs- oder distalen Mur-Ereignisses gedeutet werden kann. Bis zur erreichten Endteufe des Baggerschurfs von 2,40 m traten stark sandige, schluffige, sehr schwach tonige und bereichsweise auch steinführende Kiese auf, deren Hauptbestandteile vom stratigraphisch Hangenden zum Liegenden feiner wurden. Die Kiese können wie in BS 1 aufgrund der in der Mehrheit gerundeten Komponenten als fluviatile Bachsedimente gedeutet werden. Aufgrund der sehr starken Nachbrüchigkeit wurde der Schurf bei Teufe 2,40 m abgebrochen. Grundwasser wurde nicht angetroffen.

BS 3

Baggerschurf BS 3 wurde im südwestlichen Bereich des Speicherteichs, in etwa an der seeseitig abfallenden Dammsflanke gewählt. Unter einem etwa 0,10 m mächtigen durchwurzelt Mutterboden, der als stark kiesig und sehr schwach schluffiger, erdbrauner Sand charakterisiert werden kann, wurden bis Teufe 0,80 m steinige und sandige sowie schluffige, nachbrüchige und braungrau gefärbte Mittel- bis Grobkiese mit abgerundeten und gerundeten Komponenten in einem vorwiegend komponentengestützten Gefüge angetroffen. Zwischen Teufe 0,80 m und 1,10 m wurde eine schwach sandige und schwach tonige, ockerbraune, plastisch verformbare Schlufflage ergraben, die als Schwemmlinse bzw. Auensediment eines Überflutungs- oder distalen Mur-Ereignisses gedeutet werden kann. Bis zur erreichten Endteufe des

Baggerschurfs von 2,40 m traten stark sandige, sehr schwach schluffige und sehr schwach tonige sowie bereichsweise auch steinführende Fein- bis Mittelkiese auf. Die Kiese können wie in BS 1 und BS 2 zuvor aufgrund der in der Mehrheit gerundeten Komponenten als fluviatile Bachsedimente gedeutet werden. Aufgrund der sehr starken Nachbrüchigkeit wurde der Schurf bei Teufe 2,40 m abgebrochen. Grundwasser wurde nicht angetroffen.



Abbildung 3: Baggerschurf

3.3.2. Rammsondierungen/DPH

Die Rammsondierungen wurden bis auf DPH 2 und DPH 4 im unmittelbaren Nahbereich (ca. 2,00 m Entfernung) zum gleichnummerierten Baggerschurf ausgeführt (Lage siehe Anlage 1). Da die aus den parallel zu den Sondierungen durchgeführten Rammkernsondierungen gewonnenen Erkenntnisse sowohl

auf bindige, als auch auf nichtbindige Böden im Gründungsbereich hinweisen, ist für die bodenmechanische Ansprache der bindigen Bereiche nach die Konsistenz bei einer schweren Rammsondierung (DPH) für Schlagzahlen pro 10 cm (N_{10}) der Parameter der Konsistenz mit

$N_{10} = 1-2$	breiig
$N_{10} = 2-5$	weich
$N_{10} = 5-9$	steif
$N_{10} = 9-17$	halbfest
$N_{10} > 17$	fest

für die nichtbindigen Böden (Sande, Kiese) der Parameter der Lagerungsdichte

$N_{10} < 4$	sehr locker
$N_{10} = 4-9$	locker
$N_{10} = 10-18$	mitteldicht
$N_{10} = 14-25$	dicht
$N_{10} > 25$	sehr dicht

anzuwenden.

Die neben dem Baggerschurf BS 1 situierte schwere Rammsondierung **DPH 1** zeigt unter dem oberflächlich locker gelagerten, durchwurzelt Mutterboden bis etwa 2 m Teufe vorwiegend mitteldicht gelagerte Kiesschichten. Bis Teufe 5,20 m zeigen die Schlagzahlen N_{10} einen locker gelagerten Boden an – die stetig ansteigenden Schlagzahlen N_{10} zeigen bis zur erreichten Sondierteufe von 9,90 m einen mitteldicht, in Spitzenwerten auch dicht gelagerten Boden an.

Die im nordöstlichen Sohlenbereich des geplanten Speicherteichs situierte schwere Rammsondierung **DPH 2** zeigt unter dem oberflächlich locker gelagerten, durchwurzelt Mutterboden bis etwa 1,70 m Teufe vorwiegend locker gelagerte Kiesschichten. Bemerkenswert sind geringe Schlagzahlen N_{10} in der Teufenlage zwischen 1,70 m und 2,00 m, die auf eine lokale Schlufflage wie in BS 2 und BS 3 mit breiig-weicher Konsistenz schließen lassen könnte. Darunter zeigt das Sondierprotokoll Bereiche mit mitteldicht bis – zum Liegenden hin – auch sehr dichten Kieslagen an, die immer wieder von Horizonten mit sehr geringen Schlagzahlen N_{10} unterbrochen werden. Auch diese Zonen, so bei Teufenlagen 2,80 m bis 3,00 m, 4,10 m bis 4,30 m, 4,90 m bis 5,00 m, 5,70 m bis 6,00 m sowie 7,50 m bis 7,60 m könnten Hinweise auf geringmächtige Schluffbänder in Form von lokalen Schwemm- und distalen Mur-Ereignissen sein. Die maximale Sondierteufe dieser Rammsondierung betrug 9,90 m.

Die neben dem Baggerschurf BS 3 situierte schwere Rammsondierung **DPH 3** musste zunächst aufgrund einer größeren Komponente im Untergrund und daraus resultierende Schiefelage des Gestänges leicht versetzt neu angesetzt werden. Sie zeigt unter dem oberflächlich locker gelagerten, durchwurzelt Mutterboden bis etwa 0,80 m Teufe zunächst ebenfalls locker gelagerte Kiesschichten. Der im BS 3 ergrabene Schluffhorizont weist eine weiche Konsistenz auf, die darunter lagernden Kiesschichten eine

lockere bis mitteldichte Lagerung. Auch hier finden sich ähnlich in DPH3 in unterschiedlichen Teufenlagen stark verringerte Schlagzahlen N_{10} , die auf lokale Schluff- oder Feinkornlagen im Untergrund hinweisen könnten: diese bestehen in Teufenlagen von 4,10 m bis 4,30 m, 5,10 m bis 5,20 m, 7,40 m bis 7,60 m sowie 8,40 m bis 8,50 m. Die umschließenden Kiese zeigen eine vorwiegend mitteldichte, bereichsweise auch dichte bis sehr dichte Lagerung an.

Die im nordwestlichen Bereich des geplanten Speicherteichs auf der geplanten Dammkrone situierte schwere Rammsondierung **DPH 4** zeigt unter dem oberflächlich locker gelagerten, durchwurzelter Mutterboden bis etwa 1,60 m Teufe vermutlich vorwiegend locker gelagerte Kiesschichten. Bemerkenswert sind geringe Schlagzahlen N_{10} in der Teufenlage zwischen 1,60 m und 2,20 m, die auf eine lokale Schlufflage wie in BS 2 und BS 3 mit breiig-weicher Konsistenz schließen lassen könnte. Darunter zeigt das Sondierprotokoll Bereiche mit mitteldicht bis – zum Liegenden hin – auch sehr dichten Kieslagen an, die immer wieder von Horizonten mit sehr geringen Schlagzahlen N_{10} unterbrochen werden. Auch diese Zonen, so bei Teufenlagen 5,20 m bis 5,30 m, 6,00 m bis 6,10 m, sowie 8,20 m bis 8,40 m könnten Hinweise auf geringmächtige Schluffbänder in Form von lokalen Schwemm- und distalen Mur-Ereignissen sein. Die maximale Sondierteufe dieser Rammsondierung betrug 9,90 m.

Dem Bayerischen Bodeninformationssystem (BIS, Bohrung 8241BG015028 mit einer Endteufe von 56 m, abgeteuft ca. 600 m östlich der Erkundungsfläche) gemäß ist im nicht erbagerten Teufenbereich von 2,50 m bis 10,00 m noch mit ähnlichen Kiesen zu rechnen, unterbrochen von einer geringmächtigen Schlufflage um 10,00 m Teufe. Die vermutlich bis ins Spätglazial zurückreichende Kies-, später wohl auch Moränenauffüllung des Tales reicht bis in Teufen von 55,00 m – darunter wurde nicht näher definierter Kalkstein erbohrt. Der Ruhewasserspiegel wurde in einer Teufe von 21,00 m angetroffen.

Basierend auf diesen Erkundungen wurde ein sedimentologisches Modell erstellt (siehe Anlage 1).

3.4. Laborversuche

Aus den Sieb- und Schlammmkurven lässt sich das Material aus den angetroffenen Feinkornschichten als Schluff klassifizieren. Das kiesige Material wird als Kies-Schluff-Gemisch klassifiziert.

Basierend auf der Kornverteilung wurde die Durchlässigkeit dieses Materials bestimmt. Für den Schluff ergibt sich ein Durchlässigkeitsbeiwert von 6×10^{-8} m/s, und für das Kies-Schluff-Gemisch liegt er bei 7×10^{-4} m/s (siehe Anlage 1).

Tabelle 2: Bodenkennwerte. Ergebnisse der Laboruntersuchungen

Bodenkennwerte	Schluff	Kies-Schluff-Gemisch
Bodengruppe	U	GU
Reibungswinkel (°)	27,5	44,8
Kohäsion (kPa)	20,8	60,0
Durchlässigkeit (m/s)	6×10^{-8}	7×10^{-4}

4. Standsicherheitsnachweise Dammbauwerk

4.1. Grundlagen der Nachweisführung

In Deutschland erfolgt die Bemessung von Stauanlagen auf der normativen Grundlage der DIN 19700, Teil 10 und 11 in der derzeit gültigen Fassung von 2004 [4].

4.2. Einwirkungen

In der DIN 19700-11 werden die Einwirkungen in drei Gruppen eingeteilt, die sich in der Dauer und Häufigkeit der Einwirkungen unterscheiden. Da in diesem Fall die Erdbebenlast und ihre Wiederkehrrate nicht berücksichtigt werden (Siehe 4.2.2), werden nur die Einwirkungen der Gruppe 1 und 3 in Betracht gezogen. Die Überstauhöhe beträgt lediglich 15cm über Stauziel und kann in diesem Lastfall berücksichtigt werden.

Tabelle 3: Gruppeneinteilung der Einwirkungen

Gruppe 1	Ständige oder häufig wiederkehrende Einwirkungen
Gruppe 2	Seltene oder zeitlich begrenzte Einwirkungen
Gruppe 3	Außergewöhnliche Einwirkungen

4.2.1. Wasserstand

Folgende Wasserstände sind maßgebend:

Stauziel:	709,0 m Mh
Absenzziel:	704,0 m Mh
SHQ-Überstauhöhe	709,153 m Mh (maximal für 180 Minuten Regendauer)

Wasserdrücke, Wasserauflasten, Erdauflasten und Erddrücke ergeben sich entsprechend aus den Wichten.

4.2.2. Erdbeben

Der Projektstandort liegt in der Erdbebenzone 0 und gehört zur Untergrundklasse S (tief-sedimentär). Für die Erdbebenzone 0 ist gem. [6] keine Bodenbeschleunigung anzusetzen.

4.2.3. Verkehrslasten

Als Verkehrslast wird die Ersatzlast $p' = 10 \text{ kN/m}^2$ auf der gesamten Breite der Berme und der Dammkrone angesetzt.

4.3. Lastfälle

Die zu betrachtenden Lastfallkombinationen ergeben sich schließlich durch die Kombination der Einwirkungen aus den Gruppen 1 und 3 (Tabelle 4).

Tabelle 4: Zusammenstellung der Lastfälle

Gruppe	Einwirkung	Lastfallkombinationen LFK			
		1	2	3	4
1	Eigenlast	x	x	x	x
	Verkehrslast	x	x	x	x
	Wasser- & Strömungsdruck bei Stauziel	x			
	Wasser- & Strömungsdruck bei Absenkziel			x	
	Wasser bei Dammfuß		x		
3	Schnelles Absenken bis Absenkziel				x

4.3.1. Globalen Sicherheitsbeiwerte

Für Staudämme sind die in Tabelle 5 dargestellten globalen Sicherheitsbeiwerte einzuhalten.

Tabelle 5: Globale Sicherheitsbeiwerte

Lastfallkombinationen LFK	Erforderlicher Sicherheitsbeiwert η
LFK1, LFK2, LFK3	1,30
LFK4	1,10

5. Berechnung

5.1. Bodenparameter

Die Standsicherheitsberechnungen wurde mit der Software GGU-Stability durchgeführt. Die Bodenfestigkeitsparameter wurden aus dem Baugrundgutachten [1] entnommen. Diese Werte wurden durch Laborversuche verifiziert (siehe 3.4) Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen zeigen eine höhere Festigkeit als die für die Berechnungen angenommenen Werte (Tabelle 2).

Tabelle 6: Festigkeitsparameter der Materialien

Material	Wichte γ	Reibungswinkel φ	Kohäsion c'
	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]
Dammbaumaterial	20	36	0
Baugrund	19	33	0

5.2. Dammgeometrie

Für die Berechnung wurde der in der Abbildung 4 dargestellte Querschnitt verwendet. Es wird dabei angenommen, dass das Material im Dammkörper eine höhere Festigkeit als der Untergrund aufweist. Diese Bedingung muss mindestens im Bereich der Böschung auf der Wasserseite bis zur Sohle erfüllt sein. Das Material für den Damm wird aus dem Aushub des Speichers gewonnen. Dabei ist darauf zu achten, dass im Bereich der wasserseitigen Böschung grobkörniger Kies mit einem geringeren Feinanteil (Schluff) verwendet wird, bzw. Material mit hohem Feinanteil aus dem Untergrund ausgeschieden wird.



Abbildung 4: Repräsentatives Dammprofil [2]

5.3. Ergebnisse

Bei der Berechnung wird die Stabilität der Böschung analysiert, wobei insbesondere die Neigung und der Wasserdruck auf der Wasserseite maßgebend sind.

Abbildung 5 veranschaulicht ein Beispiel für das Ergebnis der LFK4. Die Ergebnisse sind in Anlage 2 dargestellt. Die resultierenden Sicherheitsfaktoren sind in Tabelle 7 aufgeführt.

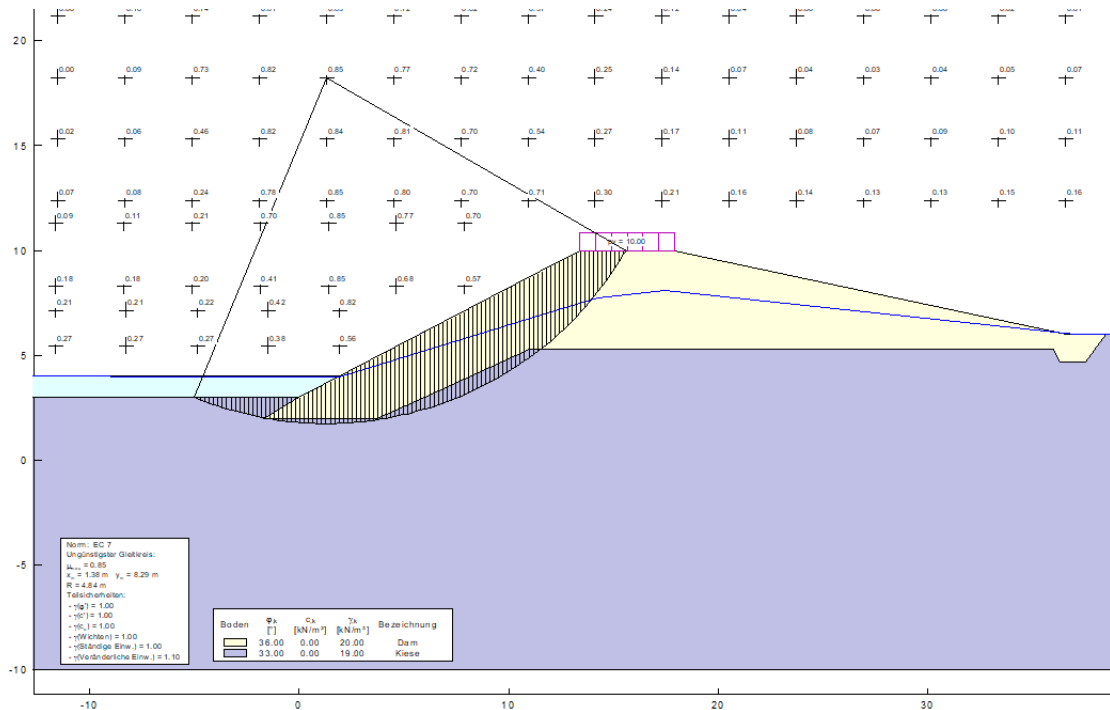


Abbildung 5: Ergebnis Berechnung LFK4

Tabelle 7: Zusammenfassung der globalen Sicherheit je Lastfallkombination

LFK	Erforderlicher Sicherheitsbeiwert η_{erf}	Erreichter Sicherheitsbeiwert η	Nachweis erfüllt?
1	1.3	1.33	Ja
2	1.3	1.38	Ja
3	1.3	1.38	Ja
4	1.1	1.18	Ja

Die relevanten und maßgebenden Standsicherheitsnachweise sind somit alle normgemäß erfüllt.

5.4. Verformungsverhalten des Erddammes

Auf Basis bisheriger Erfahrungswerte sind Eigensetzungen des Dammes mit Größenordnungen von rd. 0,5 – 1 % der maximalen Dammschütthöhe einzubeziehen. Die maximale Dammhöhe des gegenständlichen

Speicherteiches beträgt 7m, somit ist eine Überhöhung von ca. 4 cm bis 7 cm zu berücksichtigen. Entsprechend des fortlaufenden Einbaus der einzelnen Schütt- und Bauphasen werden Primärsetzungen bereits kompensiert. Daher werden die genannten Gesamtsetzungen nicht den tatsächlich messbaren Kronensetzungen entsprechen.

6. Bautechnische Beurteilung

6.1. Aushub

Gemäß vorliegenden Erkundungsergebnissen besteht der Untergrund aus Lockergesteinen aus Kies-Sand Gemischen sowie Lageweise aus Schluff. Als Dammschüttmaterial kann das kiesige Material verwendet werden, das schluffreiche Material ist auszuscheiden.

Die Aushubarbeiten und Dammschütтарbeiten müssen geologisch-geotechnisch begleitet werden, um allfällige Maßnahmen festlegen zu können.

6.2. Aufstandsflächen

Für das Planum der Aufstandsflächen des Dammes müssen gering tragfähige Bodenschichten (Schlufflinsen) ausgehoben und entfernt werden. Sollten diese ungeeigneten Bodenhorizonte tieferreichender sein, kann lokaler Bodenaustausch mit tragfähigem Material notwendig sein. Das an der Aufstandsfläche anstehende Lockergestein muss eine Scherfestigkeit aufweisen, welche den Vorgaben für das Dammschüttmaterials entspricht.

Die Dammaufstandsflächen müssen auf jeden Fall durch die geologisch-geotechnische Baubegleitung geprüft und freigegeben werden.

In der gesamten Dammaufstandsfläche sind bei Geländeneigungen von $> 1:10$ Abtreppungen herzustellen, um eine ausreichende Verzahnung zwischen Dammschüttung und Untergrund herzustellen.

Die Sohle der Rohrkünette muss möglichst durchgehend auf annähernd gleichen Untergrundverhältnissen erfolgen, um Differenzsetzungen zu vermeiden. Die seitens Hersteller anzugebenden Einbauvorschriften für die Gussrohre sind jedenfalls umzusetzen!

6.3. Beurteilung des Dammschüttmaterials

Auf Basis der durchgeführten Erkundungen und Laboruntersuchungen ist das Aushubmaterial in entsprechender Einbindetiefe voraussichtlich gut als Dammschüttmaterial geeignet. Das schluffige Material ist dabei auszuscheiden und nun für untergeordnete Schüttbereiche ausserhalb des statisch wirkenden Dammes einzusetzen.

6.4. Beurteilung des Filterkiesmaterials

Ein Teil des Lockergesteins ist für die Gewinnung von Filter- und Drainagekies einzusetzen. Dies ist durch Siebung auf die erforderliche Kornverteilungslinie zu gewinnen. Die Eignung des Aushubmaterials als Filtermaterial muss im Zuge der Abtragsarbeiten durch die geologisch-geotechnische Baubegleitung überprüft werden.

7. Erdarbeiten

7.1. Allgemeines

Generell haben die Bauarbeiten gemäß den Regeln des Erdbaus gemäß RVS 08.03.01 zu erfolgen.

7.2. Aushub

Die Erdarbeiten sind so zu koordinieren, dass das gewonnene und für die Dammschüttung aufbereitete Material schnellstmöglich wieder eingebaut wird. Das Überschussmaterial muss in geeigneten Aufschüttungsflächen endgelagert werden.

7.3. Vorbereitung der Aufstandsflächen für die weiteren Dammschüttungen

Der Mutterboden sowie die obersten Dammschüttschichten sind abzutragen. Zur Verbesserung des Verbundes zwischen Untergrund und Dammschüttung sind Verzahnungen/Abtreppungen herzustellen.

7.4. Dammschütтарbeiten

Die Schüttungen erfolgen in Lagen von max. 50 cm Höhe mit einem Größtkorn von max. 20cm und einer Verdichtung mit mind. 95% der Proctordichte. Der Kornanteil $<0,063$ mm sollte maximal $<15\%$ bei Erfüllung der Verdichtungsanforderungen liegen. Die Verdichtung mit schwerem Verdichtungsgerät soll folgende Mindestkriterien erfüllen:

- $E_{V1} \geq 25 \text{ MN/m}^2$ und $E_{V2} / E_{V1} \leq 2,5$.

Der Einbau des Schüttmaterials darf nur bei geeigneter Witterung erfolgen. Das Abdichtungs- und Drainagesystem ist so zu erstellen, dass die Abdichtung des Dammkörpers an seiner wasserseitigen Oberfläche durch eine Kunststoffabdichtung mit darunter liegender Flächendrainage erfolgt. Durch den Flächenfilter ist es einerseits möglich, anfallendes Sickerwasser druckfrei zu den Drainagerohren weiterzuleiten, andererseits ist es möglich, im Falle einer Abdichtungsleckage das auftretende Wasser rasch mit ausreichender Kapazität abzuführen. Im obersten Bereich der wasserseitigen Böschungen werden als Wellenschlagsicherung Pflanzensoden und Wassen eingebaut.

Zur Befestigung der Dichtungsfolie unter der Dammkrone bzw. Berme dient der sog. Einbindegraben von rd. 0,75 m Tiefe, in den die Folie mit entsprechend großen Rundungen eingeschlagen wird. Dieser Einbindegraben wird mit Aushubmaterial hinterfüllt und dient damit als "Einspannung" gegen die Folie auf den Böschungen.

8. Aufgaben der geotechnischen Baubegleitung

Sämtliche Bautätigkeiten zum Speicherteich in Ruhpolding sind durch eine qualifizierte geotechnische Baubegleitung zu überwachen. Dabei sind folgende Kerntätigkeiten zu erfüllen:

- Abnahme der Dammaufstandsfläche
- Kontrolle des Abtrages und der Dammschüttung (laufende Verdichtungskontrolle, Kontrolle des Dammschüttmaterials)
- Abnahme bzw. Beurteilung des Filterkiesmaterials
- Sicherstellen der Abnahme der Folie durch ein unabhängiges Institut
- Auswertung der Verformungsmessungen

9. Kontroll- und Sicherheitseinrichtungen während des Betriebs

Tabelle 8: Kontroll- und Sicherheitseinrichtungen während der Betriebsphase

Verformungsmessungen Damm und Gelände	Oberflächenmesspunkte
Wasserstandsmessungen	kontinuierlich mittels Fernanzeige und automatischer Meldeeinrichtung
Kontrolle der Sicherheitseinrichtungen und Verschlussorgane	jährlich

Zustand der HDPE Dichtungsfolie	die Überwachungsvorgaben sind im technischen Bericht der AEP GmbH angeführt
Oberflächliche Sichtkontrolle des Speichers, der Entlastungs- und Meldeeinrichtungen	regelmäßige Begehungen und Sichtung sowie nach meteorologischen Extremereignissen

10. Sicherheitsanalyse

In nachfolgender Tabelle 9 sind die maßgebenden Risiken und Gegenmaßnahmen festgehalten:

Tabelle 9: mögliche Risiken mit dargelegten Gegenmaßnahmen

Risiken	Gegenmaßnahmen
<p>Innerbetriebliche Risiken</p> <ul style="list-style-type: none"> • mangelhafte Bauausführung • Folienbruch • Ausfall Wasserspiegelmessung • Ausfall der Meld- bzw. Warneinrichtungen <p>Außerbetriebliche Risiken</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mutwillige Zerstörung von Bauteilen • Setzungen im Untergrund • Schneeerwehungen • Verlegung Hochwasserentlastungsrinne 	<ul style="list-style-type: none"> • Bauüberwachung, Abnahme der Damm- und Speicherflächen vom Geologen. • Automatisierte Warneinrichtungen bei Folienbruch; Filterschicht kann bei Bruch erhebliche Wassermengen abführen. • Regelmäßige visuelle Kontrollen. • Maximale Grundwasserablassleistung mit 233l/s innerhalb 71,55 h möglich. • Setzungen werden anhand der geodätischen Messpunkte laufend überwacht; Folie kann kleinere Setzungen kompensieren.

Folgende vorkehrende Sicherheitseinrichtungen werden eingerichtet:

- Flächendrainage unter Folie
- Grundablass
- Hochwasserentlastungsrinne
- Wasserspiegelmessung

11. Zusammenfassung

In diesem Bericht sind der Entwurf und die erforderlichen Tragsicherheitsnachweise des Damms für den Speicher der Schneeanlage der Chiemgau Arena Ruhpolding dokumentiert.

Der Damm besteht aus einer Lockergesteinsschüttung und ist wasserseitige mit einer Oberflächendichtung aus Schutzvlies und Bekiesung abgedichtet. Das Material für den Damm wird aus dem Aushub des Speichers gewonnen.

Die Nachweise der Standsicherheit wurden an dem maßgebenden Dammquerschnitt geführt, womit alle maßgebenden geometrischen Konstellationen abgedeckt werden.

Beim Bau des Damms ist darauf zu achten, dass im Bereich der wasserseitigen Böschung grobkörniger Kies mit einem niedrigeren Feinanteil (Schluff) verwendet wird um eine ausreichend hohe Scherfestigkeit des Materials und damit ausreichende Standsicherheit der Böschung zu erreichen.

Die Sicherheitsnachweise zur Standsicherheit des Damms wurden normgerecht erbracht. Die für die Berechnungen angenommenen Festigkeitsparameter des Bodens wurden durch Laborversuche bestätigt.

Anlage Nr. 1: Protokolle der schweren Rammsondierungen und Baggerschürfe. Ergebnisse von Laborversuche. Profile

4547900

4548000

4548100

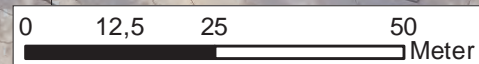


5286500

5286500

5286400

5286400



4547900

4548000

4548100

B305 SEEHAUSER STRASSE

GERINNE

GERINNEBYPASS

AMPHIBIENTÜMPEL
TIEFE 1,5 m

DPH 4

BS 2

DPH 2

BS 3

DPH 3

BS 1

DPH 1

SPEICHERTEICH

NUTZINHALT: 16 000 m³
 ABTRAG: 9 800 m³
 AUFTRAG: 9 800 m³
 ÜBERSCHUSS: 0 m³
 BREITE DAMMKRONE 2 BIS 4 m
 STAUZIEL 709,00 m Mh
 ABSENKZIEL 704,00 m Mh
 SOHLE 703,00 m Mh

MÖNCHSBAUWK

BREITE 3 m, LÄNGE 5 m
 MIT TAUCHPUMPWERK MIT
 2 x JE 60 l/s, 2 bar, 25 kW
 UND BETRIEBSÜBERLAUF

NOTÜBERLAUF
 SOHLBREITE CA. 1m
 NATURNAHE AUSBILDUNG

FÜLLEITUNG
 SPEICHERTEICH
 DN200 PN25 GUSS

TRANSPORTLEITUNG ZU PS100
 DN250 PN40 GUSS

ENTNAHMELEITUNGEN
 2 x DN250 PN16 STAHL


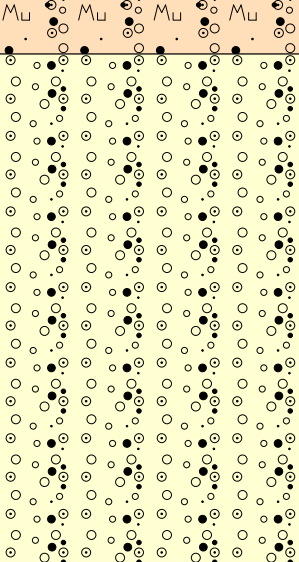
ÜBERLAUFLEITUNG
 DN250 PN10 HDPE
 IN GRABEN AUSLEITEN




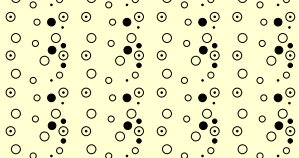
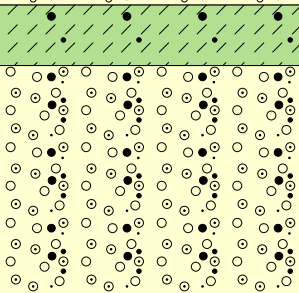
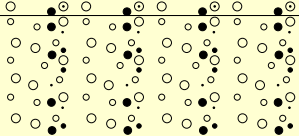

LAGERHALLE
 FÜR ABDECKMATERIALIEN (WINTER)
 BESCHNEIUNGSTECHNIK (SOMMER)

Art	Nummer	X	Y	Z
Baggerschurf	BS 1	4548017	5286433	706,16
Baggerschurf	BS 2	4548011	5286494	706,42
Baggerschurf	BS 3	4547964	5286457	707,11
Rammsondierung	DPH 1	4548025	5286427	706,02
Rammsondierung	DPH 2	4548003	5286486	706,75
Rammsondierung	DPH 3	4547969	5286452	707,12
Rammsondierung	DPH 4	4547949	5286492	707,73

PLANG
 FELDLIE
 DIGITAL
 ORTHO
 FLURKA
 VERME
 DIGITAL

Auftr
 Proj

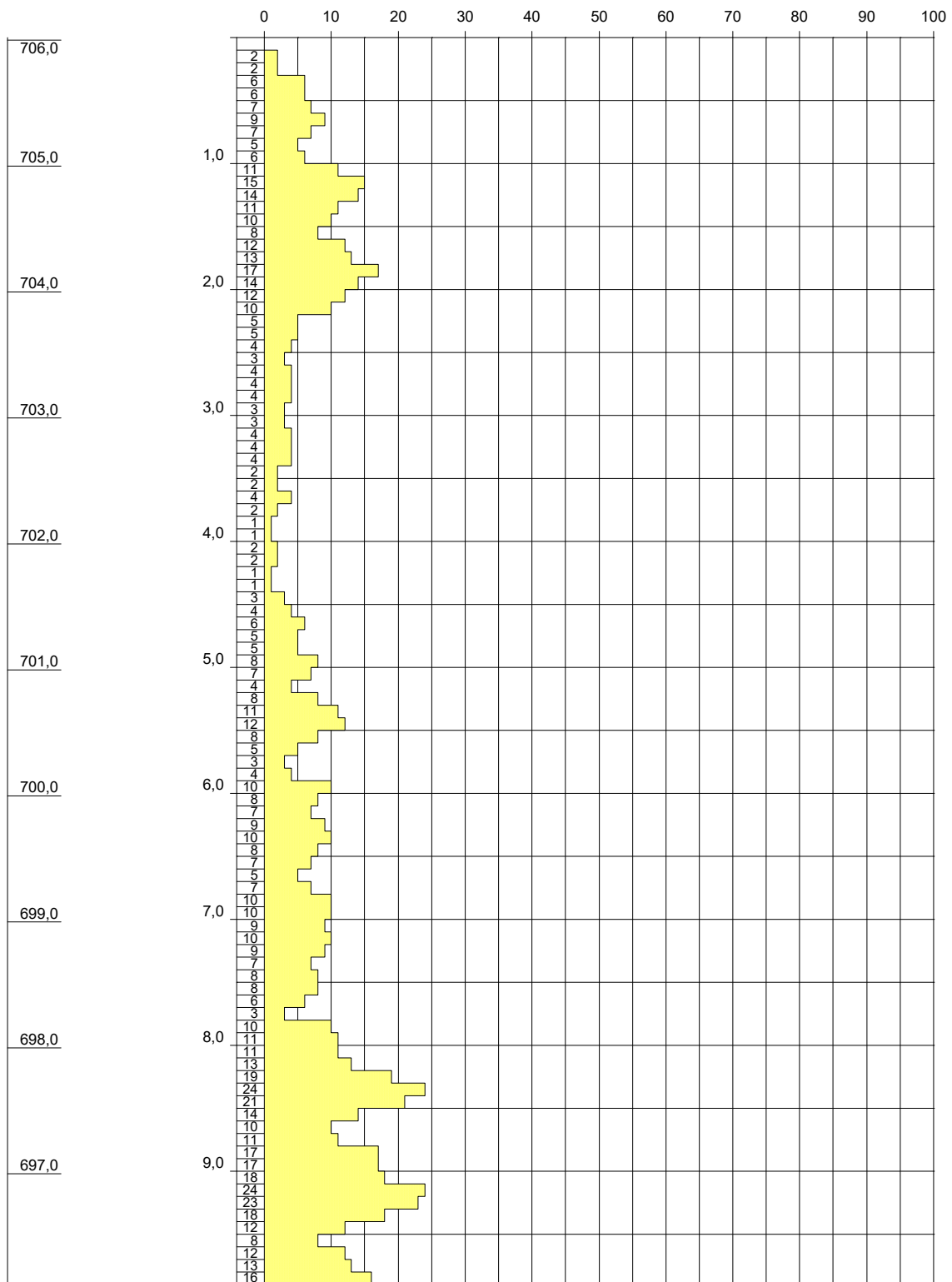
Bohrunternehmung: Mayer-Trans, Hauptstraße 5, D-83324 Ruhpolding			Auftraggeber: SKAVA Consulting GmbH, Bayerhamerstraße 57, A-5020 Salzburg			Bauvorhaben: Speicherteich Biathlonzentrum Ruhpolding		GZ: GZ 4371	Aufschluss: BS1	 <small>A-5020 Salzburg, Bayerhamerstr. 57 Tel.: +43 (0)662 876360 - office@gwu.at</small>	
Aufschlussart: Baggerschurf			aufgenommen von / am: THo / 27.03.0024			Beginn: 27.03.2024		Neigung:		Maßstab: 1:25	
			EDV - Bearbeitung: THo			Ende: 27.03.2024		Richtung:		Koord.: x: 4548017 y: 5286433	
	1	2	3	4		5	6			7	
	Tiefe ab GOK	Höhe absolut	GW- beob- acht.	Zeichn. Darst.		Gest. -zust. L K v z	Benennung u. Beschreibung der Gesteinsarten und des Gefüges			Anmerkungen	
		706,16 m ü. A.		Gesteinsart							
0	0,2	706,0					Mutterboden, Sand, stark kiesig, sehr schwach schluffig, umbrfarben, durchwurzelt.				
1	1,9	704,3					Kies, stark sandig, schwach steinig, schwach schluffig, graubraun, Komponenten angerundet bis gerundet, stark nachbrüchig.				

Bohrunternehmung: Mayer-Trans, Hauptstraße 5, D-83324 Ruhpolding			Auftraggeber: SKAVA Consulting GmbH, Bayerhamerstraße 57, A-5020 Salzburg			Bauvorhaben: Speicherteich Biathlonzentrum Ruhpolding		GZ: GZ 4371	Aufschluss: BS2	 GWU Geologie - Wasser - Umwelt <small>A-5020 Salzburg, Bayerhamerstr. 57 Tel.: +43 (0)662 876360 - office@gwu.at</small>
Aufschlussart: Baggerschurf			aufgenommen von / am: THo / 27.03.0024			Beginn: 27.03.2024		Neigung:		Maßstab: 1:25
			EDV - Bearbeitung: THo			Ende: 27.03.2024		Richtung:		Koord.: x: 4548208 y: 5286510
	1	2	3	4		5		6		7
	Tiefe ab GOK	Höhe absolut	GW- beob- acht.	Zeichn. Darst.		Gest. -zust. L K v z	Benennung u. Beschreibung der Gesteinsarten und des Gefüges		Anmerkungen	
		706,22 m ü. A.		Gesteinsart						
0							Mutterboden, Sand, stark kiesig, sehr schwach schluffig, umbrafarben, durchwurzelt,		gestörte Bodenprobe 1,5-2,0m BS 2	
		0,3	706,0				Kies, stark sandig, schluffig, sehr schwach tonig, graubraun, Komponenten angerundet bis gerundet, nachbrüchig,			
		1,0	705,2				Schluff, schwach sandig, schwach tonig, ockerfarbenbraun, Hochflusediment,			
		1,2	705,0				Mittelkies bis Grobkies, stark sandig, schluffig, sehr schwach tonig, graubraun, Komponenten gerundet, stark nachbrüchig,			
		2,0	704,2				Feinkies bis Mittelkies, sehr stark sandig, schluffig, sehr schwach steinig, graubraun, Komponenten gerundet, sehr stark nachbrüchig,			
2		2,4	703,8							

Bohrunternehmung: Mayer-Trans, Hauptstraße 5, D-83324 Ruhpolding		Auftraggeber: SKAVA Consulting GmbH, Bayerhamerstraße 57, A-5020 Salzburg			Bauvorhaben: Speicherteich Biathlonzentrum Ruhpolding		GZ: GZ 4371	Aufschluss: BS3	GWU Geologie - Wasser - Umwelt <small>A-5020 Salzburg, Bayerhamerstr. 57 Tel.: +43 (0)662 876360 - office@gwu.at</small>
Aufschlussart: Baggerschurf		aufgenommen von / am: THo / 27.03.0024			Beginn: 27.03.2024		Neigung:		Maßstab: 1:25
		EDV - Bearbeitung: THo			Ende: 27.03.2024		Richtung:		Koord.: x: 4547964 y: 5286457
	1	2	3	4		5	6		7
	Tiefe ab GOK	Höhe absolut	GW- beob- acht.	Zeichn. Darst.		Gest. -zust. L K v z	Benennung u. Beschreibung der Gesteinsarten und des Gefüges		Anmerkungen
		707,12 m ü. A.		Gesteinsart					
0	0,1	707,0					Mutterboden, Sand, stark kiesig, sehr schwach schluffig, umbrabraun, durchwurzelt, Mittelkies bis Grobkies, steinig, sandig, schluffig, graubraun, Komponenten angerundet bis gerundet, nachbrüchig,		
	0,8	706,3					Schluff, schwach sandig, schwach tonig, ockerfarbenbraun, Hochflutsediment, plastisch verformbar,		
1	1,1	706,0					Feinkies bis Mittelkies, stark sandig, schwach steinig, sehr schwach schluffig, graubraun, Komponenten gerundet, stark nachbrüchig,		
2	2,4	704,7							gestörte Bodenprobe 1,5-2,0m BS3


Geländehöhe: 706,02 m ü. A.

DPH1



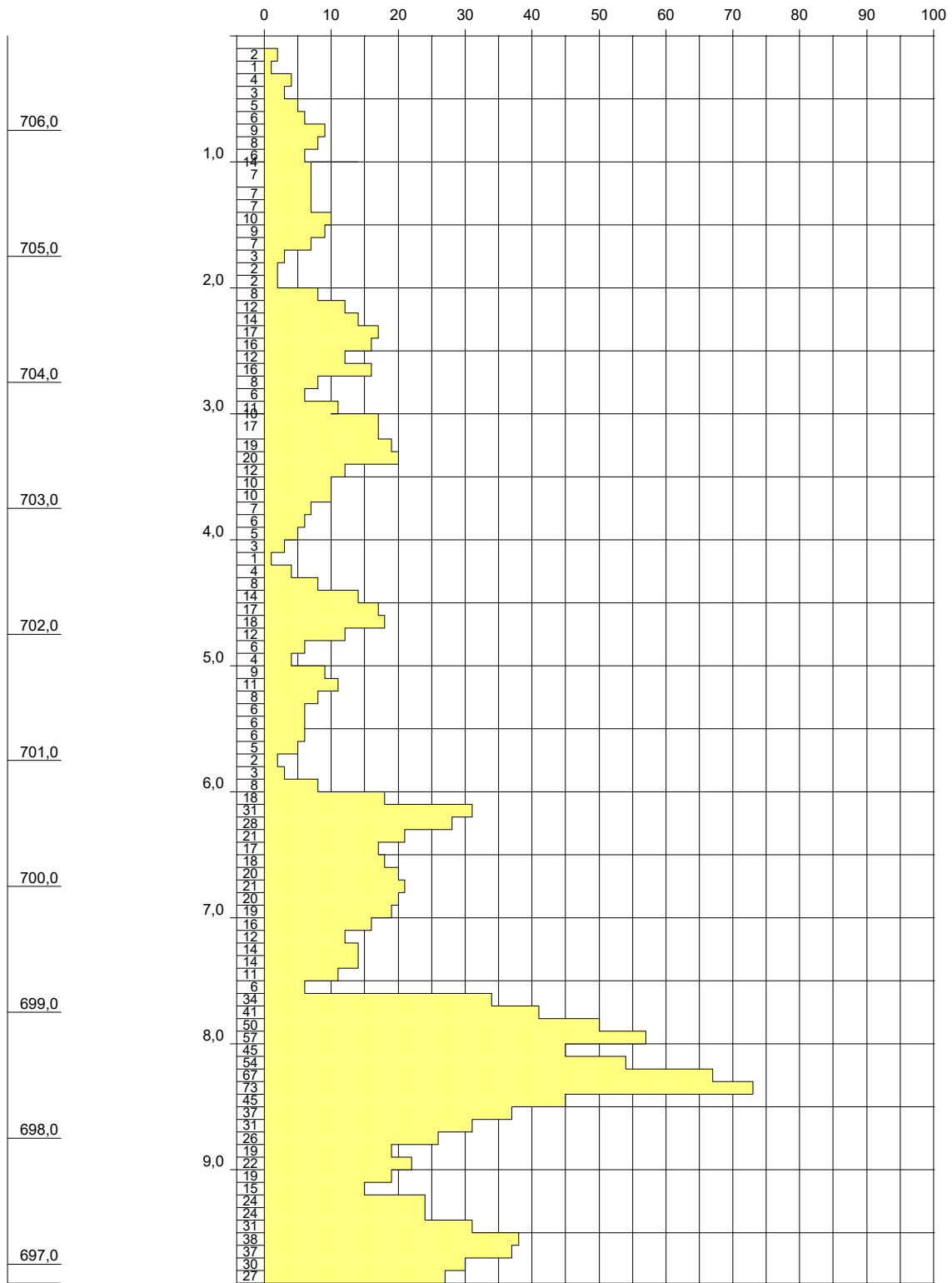
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: Speicherteich Biathlonzentrum Ruhpolding		 <p style="font-size: small;">A-5020 Salzburg, Bayerhamerstr. 57 Tel.: +43 (0)662 876360 - office@gwu.at</p>
Bohrung: DPH1		
Auftraggeber: SKAVA Consulting GmbH	Rechtswert: 4548014	
Bohrfirma: GWU Geologie-Wasser-Umwelt GmbH	Hochwert: 5286430	
Bearbeiter: PHa	Ansatzhöhe: 706,02m	
Datum: 27.03.2024	Endtiefe: 9,90 m	


Geländehöhe: 706,75 m ü. A.

DPH2



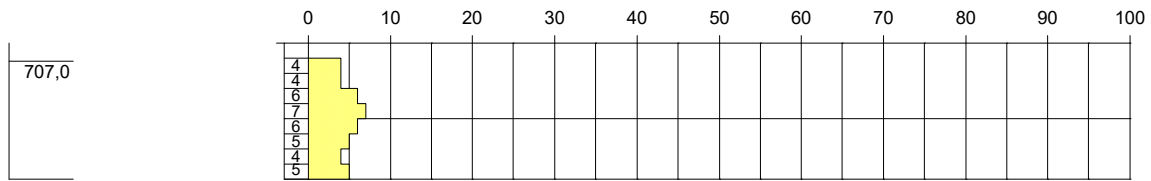
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: Speicherteich Biathlonzentrum Ruhpolding		 <p>A-5020 Salzburg, Bayerhamerstr. 57 Tel.: +43 (0)662 876360 - office@gwu.at</p>
Bohrung: DPH2		
Auftraggeber: SKAVA Consulting GmbH	Rechtswert: 4548003	
Bohrfirma: GWU Geologie-Wasser-Umwelt GmbH	Hochwert: 5286486	
Bearbeiter: THo	Ansatzhöhe: 706,75m	
Datum: 27.03.2024	Endtiefe: 9,90 m	


Geländehöhe: 707,12 m ü. A.

DPH3_a



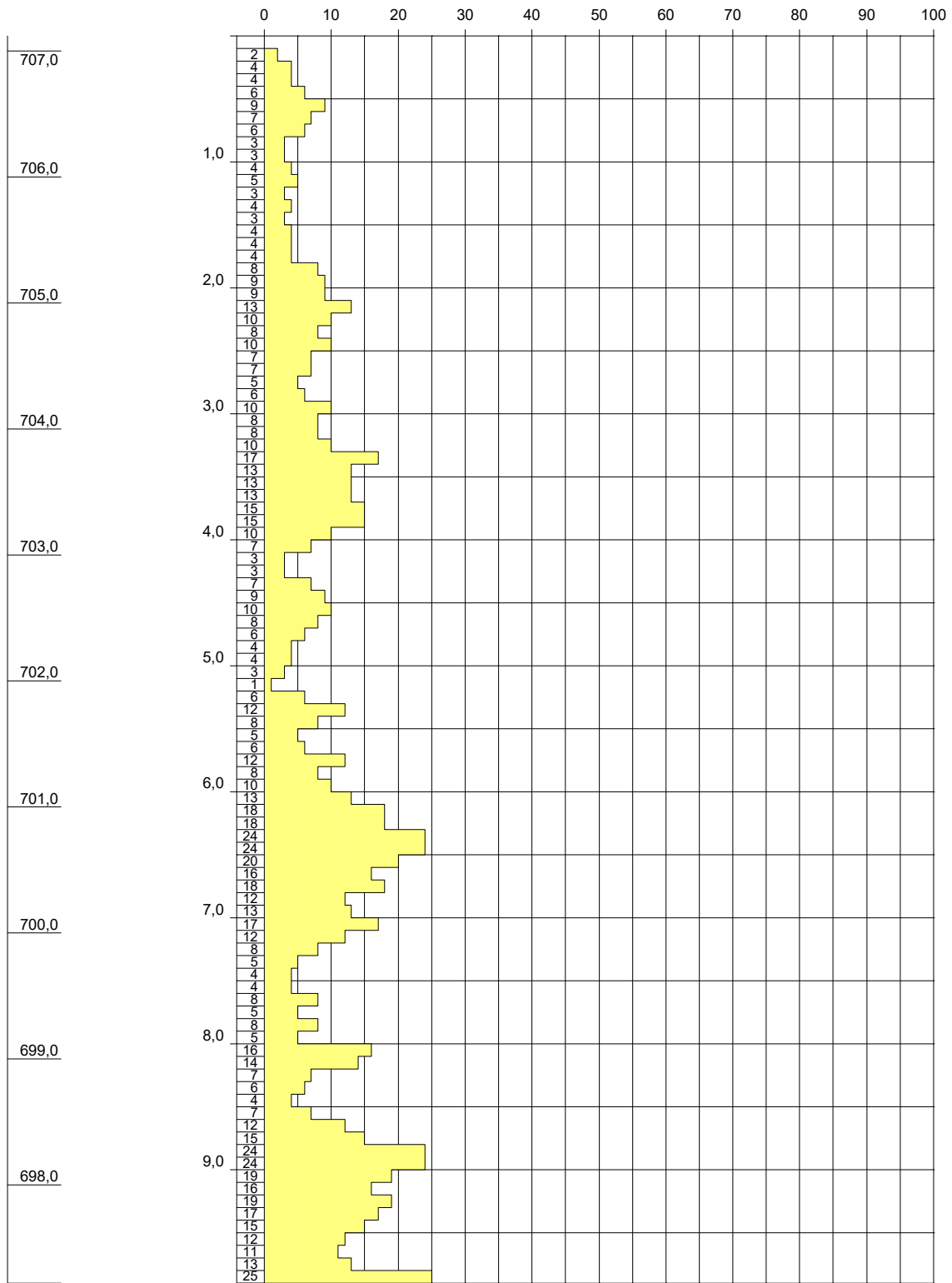
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: Speicherteich Biathlonzentrum Ruhpolding		 <p>A-5020 Salzburg, Bayerhamerstr. 57 Tel.: +43 (0)662 876360 - office@gwu.at</p>
Bohrung: DPH3_a		
Auftraggeber: SKAVA Consulting GmbH	Rechtswert: 4547969	
Bohrfirma: GWU Geologie-Wasser-Umwelt GmbH	Hochwert: 5286452	
Bearbeiter: PHa	Ansatzhöhe: 707,12m	
Datum: 27.03.2024	Endtiefe: 0,90 m	


Geländehöhe: 707,12 m ü. A.

DPH3_b



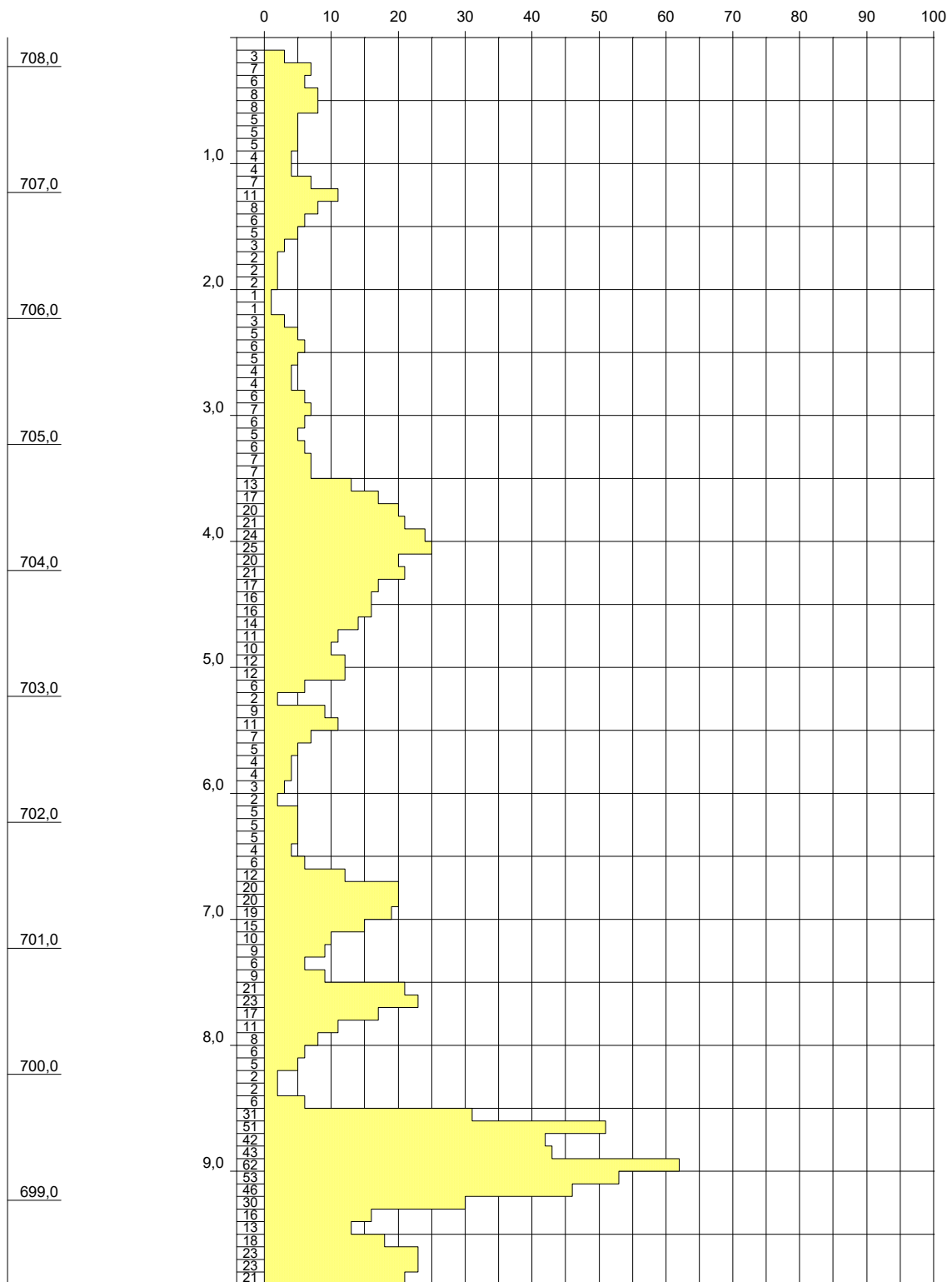
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: Speicherteich Biathlonzentrum Ruhpolding		 <p style="font-size: small;">A-5020 Salzburg, Bayerhamerstr. 57 Tel.: +43 (0)662 876360 - office@gwu.at</p>
Bohrung: DPH3_b		
Auftraggeber: SKAVA Consulting GmbH	Rechtswert: 4547969	
Bohrfirma: GWU Geologie-Wasser-Umwelt GmbH	Hochwert: 5286452	
Bearbeiter: PHa	Ansatzhöhe: 707,12m	
Datum: 27.03.2024	Endtiefe: 9,90 m	


Geländehöhe: 708,23 m ü. A.

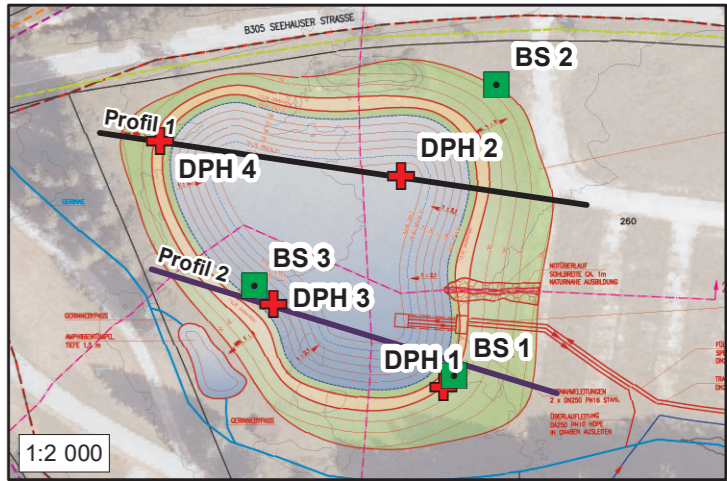
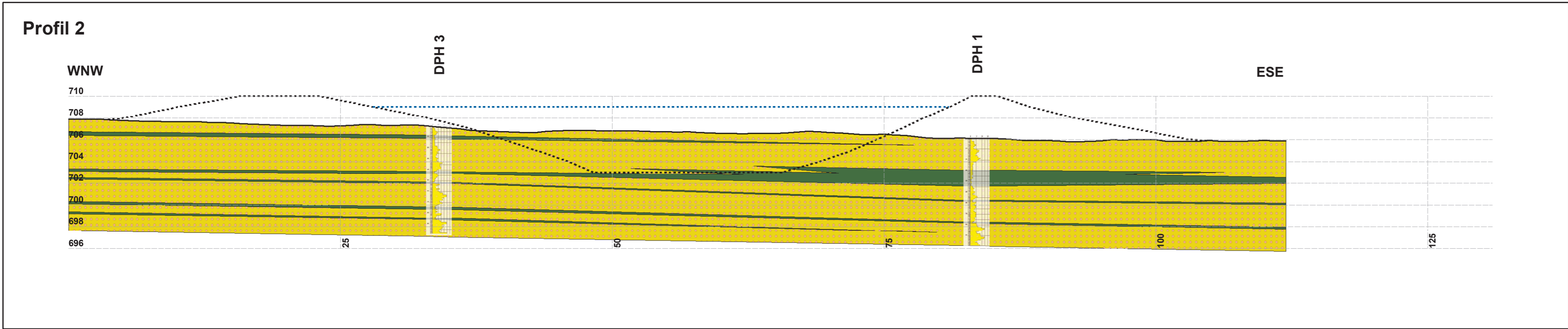
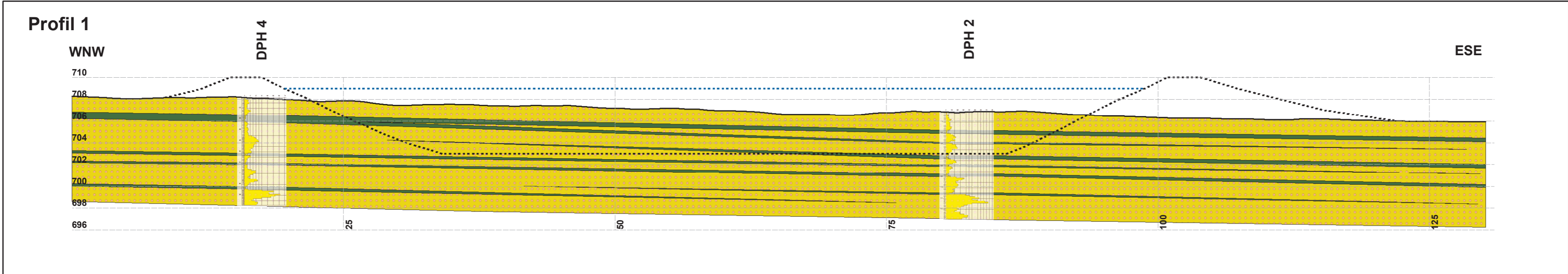
DPH4



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: Speicherteich Biathlonzentrum Ruhpolding		 <p style="font-size: small;">A-5020 Salzburg, Bayerhamerstr. 57 Tel.: +43 (0)662 876360 - office@gwu.at</p>
Bohrung: DPH4		
Auftraggeber: SKAVA Consulting GmbH	Rechtswert: 4547939	
Bohrfirma: GWU Geologie-Wasser-Umwelt GmbH	Hochwert: 5286495	
Bearbeiter: PHa	Ansatzhöhe: 708,23m	
Datum: 27.03.2024	Endtiefe: 9,90 m	



- Stauziel
- geplante Geländeoberkante

Lithologie

- Schluff, weitgestuft (unterschiedlicher Sand- und Kiesgehalt)
- Kies, alluvial (subrezent bis spätglazial)

ChiemgauArena
RUHPOLDING

Chiemgau Arena
Biathlonzentrum 1
83324 Ruhpolding

Verfasser:

GWU
Geologie - Wasser - Umwelt

GWU Geologie-Wasser-Umwelt GmbH

Ingenieurbüro für Geologie,
Kulturtechnik und Wasserwirtschaft
Bayerhamerstraße 57
A-5020 Salzburg

Beteiligte Mitarbeiter: THo

Chiemgau Arena
Biathlonzentrum

geplanter neuer Speicherteich

Profile mit interpretiertem Sedimentationmodell

Datum: 11.04.2024

Papierformat: 600 x 210 mm

1:300

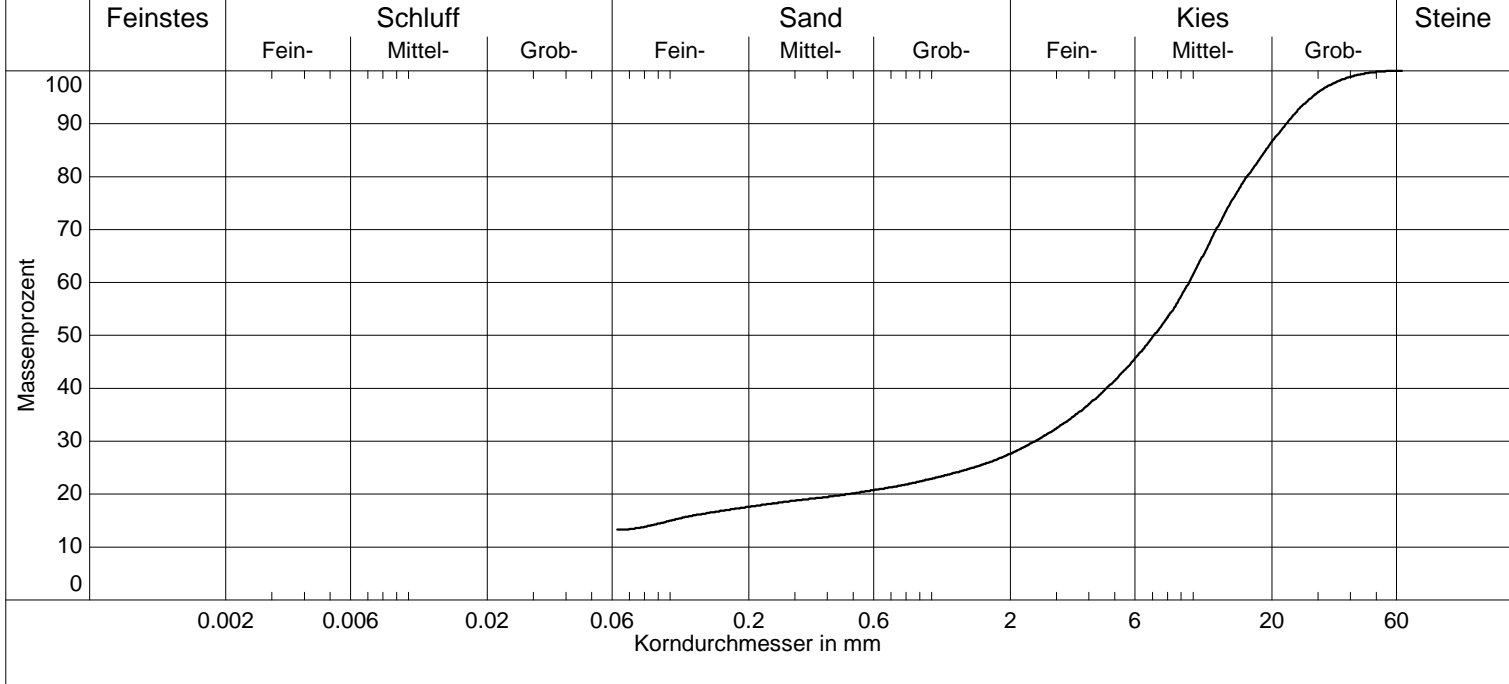
Anhang:

0 3,75 7,5 15
m

1



Axel Christmann Ingenieurtechnik GmbH	Projekt : Biathlonzentrum Ruhpolding
Paul-Gerhardt-Allee 46	Projektnr.: 3288/ B.R.
81245 München	Datum : 08.04.2024
Tel. 089 / 89 60 48 - 0	Anlage : 1.1



Labornummer	122			
Entnahmestelle	BS 2			
Entnahmetiefe	1.50 - 2.00 m			
Ungleichförm. U	-			
Krümmungszahl Cc	-			
Bodenart	mG,fg,gg',u',gs'			
Bodengruppe	GU			
d10 / d60	- /9.635 mm			
Anteil < 0.063 mm	13.2 %			
kf nach Beyer	-			
kf nach Seiler	-			
kf nach USBR	6.6E-04 m/s			
kf nach Kaubisch	8.1E-06 m/s			
Frostempfindl.klasse	F2			

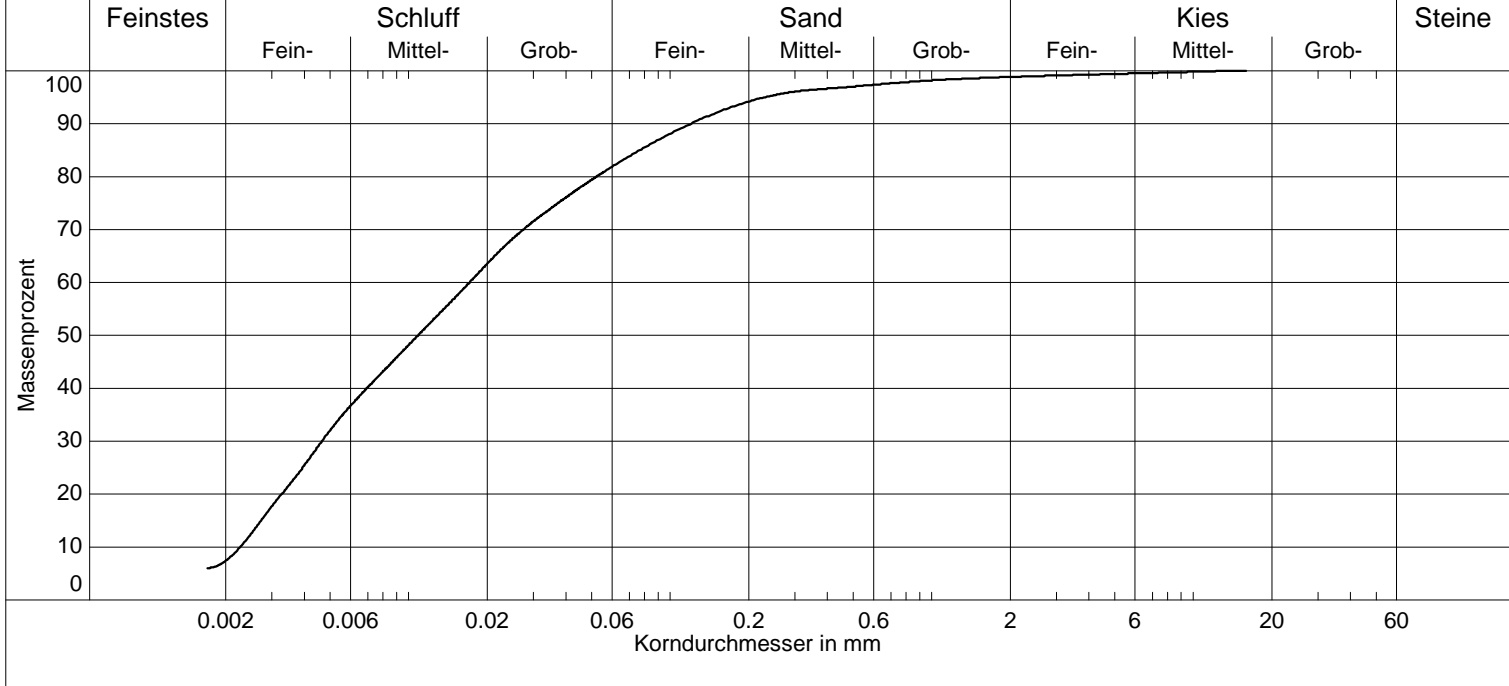
Bodengruppe nach DIN 18 196 / ZTVE-StB 17: GU Kies, schluffig
 Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-StB 17: F2 (gering bis mittel frostempfindlich)

Anforderungen an die Frostschuttschicht nach ZTVE-StB 17			
a) Frostempfindlichkeit			
Anteil <= 0.063 mm in M.-%	Siebdurchgang vorhanden	zul. Anteil <= 5.0%	Anforderung erfüllt nein
	13.2%		

Beurteilung:
 Die Anforderungen an die Frostschuttschicht werden nach ZTVE-StB 17 nicht erfüllt.



Axel Christmann Ingenieurtechnik GmbH Paul-Gerhardt-Allee 46 81245 München Tel. 089 / 89 60 48 - 0	Projekt : Biathlonzentrum Ruhpolding Projektnr.: 3288/ B.R. Datum : 08.04.2024 Anlage : 1.2
---	--



Labornummer	123			
Entnahmestelle	BS 3			
Entnahmetiefe	0.80 - 1.10 m			
Ungleichförm. U	7.5			
Krümmungszahl Cc	0.6			
Bodenart	U,fs'			
Bodengruppe	U			
d10 / d60	0.002/0.017 mm			
Anteil < 0.063 mm	82.5 %			
kf nach Beyer	5.6E-08 m/s			
kf nach Seiler	-			
kf nach USBR	6.9E-09 m/s			
kf nach Kaubisch	-(0.063 >= 60%)			
Frostempfindl.klasse	F3			

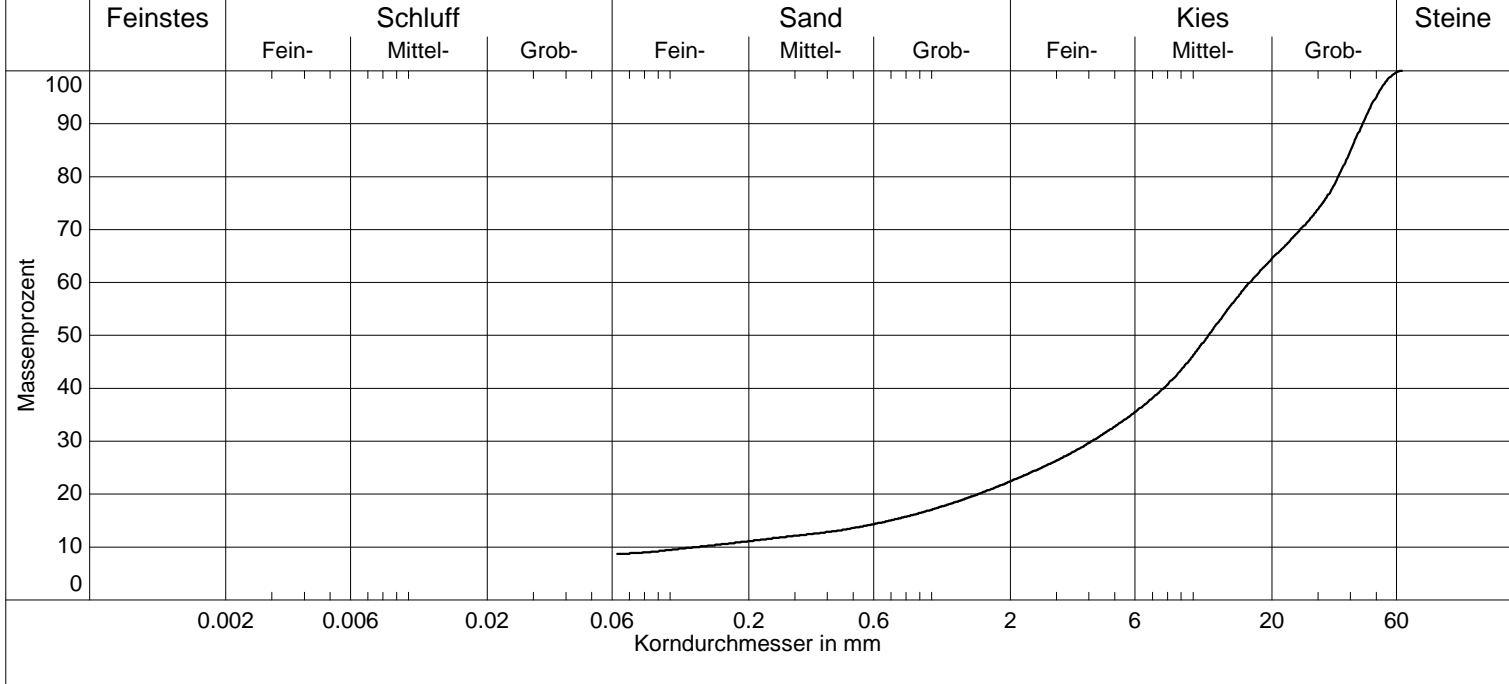
Bodengruppe nach DIN 18 196 / ZTVE-StB 17: U Schluff
 Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-StB 17: F3 (sehr frostempfindlich)

Anforderungen an die Frostschuttschicht nach ZTVE-StB 17			
a) Frostempfindlichkeit			
	Siebdurchgang		Anforderung
Anteil <= 0.063 mm in M.-%	vorhanden	zul. Anteil	erfüllt
	82.5%	<= 13.3%	nein

Beurteilung:
 Die Anforderungen an die Frostschuttschicht werden nach ZTVE-StB 17 nicht erfüllt.



Axel Christmann Ingenieurtechnik GmbH Paul-Gerhardt-Allee 46 81245 München Tel. 089 / 89 60 48 - 0	Projekt : Biathlonzentrum Ruhpolding Projektnr.: 3288/ B.R. Datum : 08.04.2024 Anlage : 1.3
---	--



Labornummer	124			
Entnahmestelle	BS 3			
Entnahmetiefe	1.50 - 2.00 m			
Ungleichförm. U	130.5			
Krümmungszahl Cc	8.1			
Bodenart	gG,mg,fg',u',gs'			
Bodengruppe	GU			
d10 / d60	0.126/16.453 mm			
Anteil < 0.063 mm	8.7 %			
kf nach Beyer	-(Cu > 30)			
kf nach Seiler	-			
kf nach USBR	-(d10 > 0.02)			
kf nach Kaubisch	-(0.063 <= 10%)			
Frostempfindl.klasse	F2			

Bodengruppe nach DIN 18 196 / ZTVE-StB 17: GU Kies, schluffig
 Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-StB 17: F2 (gering bis mittel frostempfindlich)

Anforderungen an die Frostschuttschicht nach ZTVE-StB 17			
a) Frostempfindlichkeit			
Anteil <= 0.063 mm in M.-%	Siebdurchgang vorhanden	zul. Anteil <= 5.0%	Anforderung erfüllt
	8.7%		nein

Beurteilung:
 Die Anforderungen an die Frostschuttschicht werden nach ZTVE-StB 17 nicht erfüllt.



Axel Christmann Ingenieurtechnik GmbH
Paul Gerhardt- Allee 46
81245 München
Tel. 089 / 89 60 48 - 0

Projekt : Biathlonzentrum Ruhpolding
ProjektNr.: 32888 / 268836
Anlage : 1.1
Datum : 14.05.2024

Wassergehalt

DIN 18 121

Labornummer 139
Tiefe 0.80 - 1.10 m
Entnahmestell BS 3

Schale Nr. 33	Schale u. Probe feucht [g]	= 49.54 g	Schale u. Probe trocken [g]	= 40.98 g
	Schale u. Probe trocken [g]	= 40.98 g	Gewicht Schale [g]	= 20.79 g
	Wassergehalt [g]	= 8.56 g	Probe trocken G [g]	= 20.19 g
			Wassergehalt [%]	= 42.4 %
Schale Nr. 11	Schale u. Probe feucht [g]	= 49.40 g	Schale u. Probe trocken [g]	= 40.84 g
	Schale u. Probe trocken [g]	= 40.84 g	Gewicht Schale [g]	= 20.46 g
	Wassergehalt [g]	= 8.56 g	Probe trocken G [g]	= 20.38 g
			Wassergehalt [%]	= 42.0 %
		Mittel	= 42.2 %	



Axel Christmann Ingeniertechnik GmbH
 Paul - Gerhardt - Alle 46
 81245 München
 Tel. 089/ 89 60 48 - 0

Projekt : Biathlonzentrum Ruhpolding
 Projektnr.: 3288 / 268836
 Anlage : 1.2
 Datum : 14.05.2024

Zustandsgrenzen

DIN 18 122

Labornummer: 139
 Tiefe : 0.80 - 1.10 m
 Bodenart : T, u, fs s

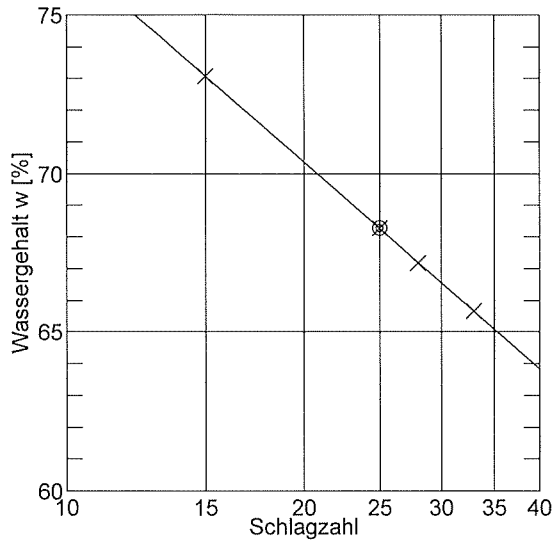
Entnahmestelle: BS 3

Art der Entn. : 03.05.2024

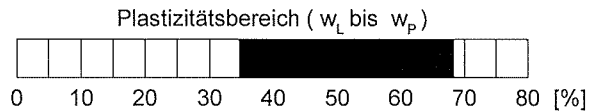
Ausgef. durch : Morina

Entn. am :

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
	27	26	31	8	34	6		
Zahl der Schläge	15	28	33	25				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_B$ [g]	80.85	59.20	66.80	67.35	28.95	28.78		
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_B$ [g]	55.52	43.75	48.47	48.33	26.84	26.63		
Behälter m_B [g]	20.85	20.75	20.55	20.47	20.74	20.46		
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	25.33	15.45	18.33	19.02	2.11	2.15		
Trockene Probe m_t [g]	34.67	23.00	27.92	27.86	6.10	6.17	Mittel	
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [%]	73.1	67.2	65.7	68.3	34.6	34.8	34.7	



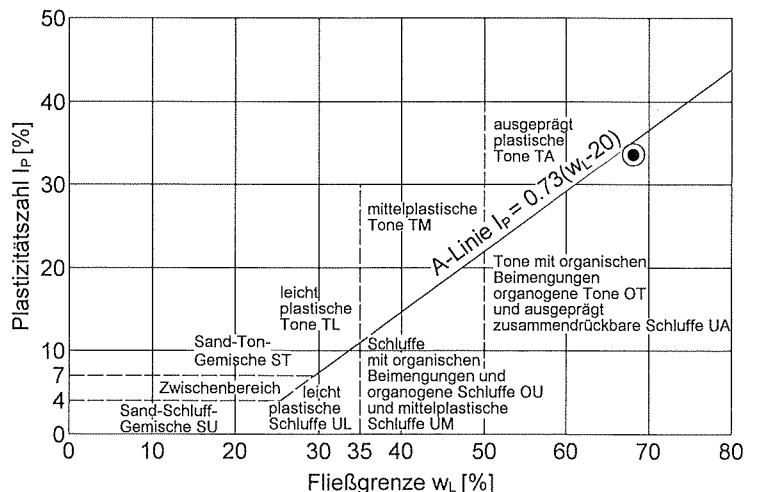
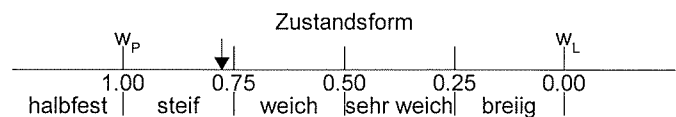
Wassergehalt $w_N = 42.2\%$
 Fließgrenze $w_L = 68.3\%$
 Ausrollgrenze $w_P = 34.7\%$



Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 33.6\%$

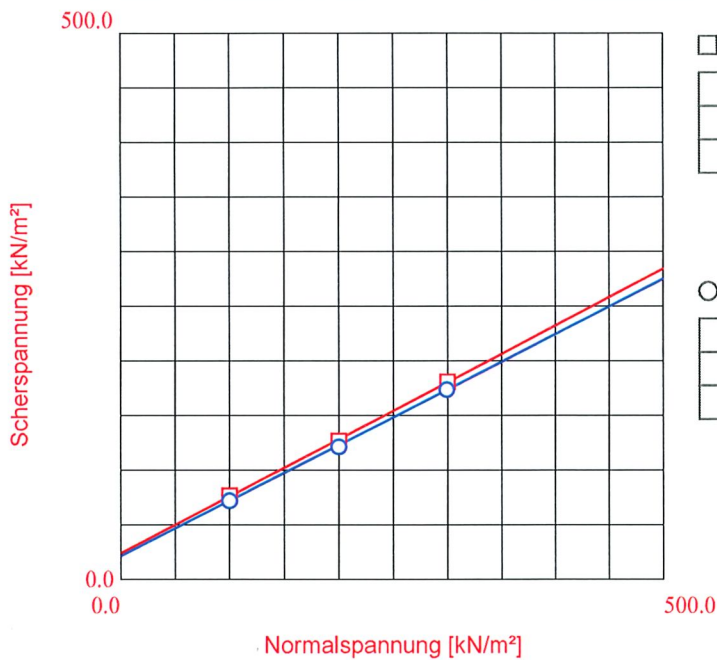
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_P} = 0.223$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_P} = 0.777$



DIREKTER SCHERVERSUCH Rahmenscherversuch Schergeraden

Entnahmestelle BS 3
 Entnahmetiefe 0.80 - 1.10 m
 Entnahmetag 7.05.2024
 Bodenart
 Einbau
 ausgeführt am
 ausgeführt von Morina



Bruchparameter

Reibungswinkel	27.45 [°]
Kohäsion	23.92 [kN/m ²]
Korrelation	1.00

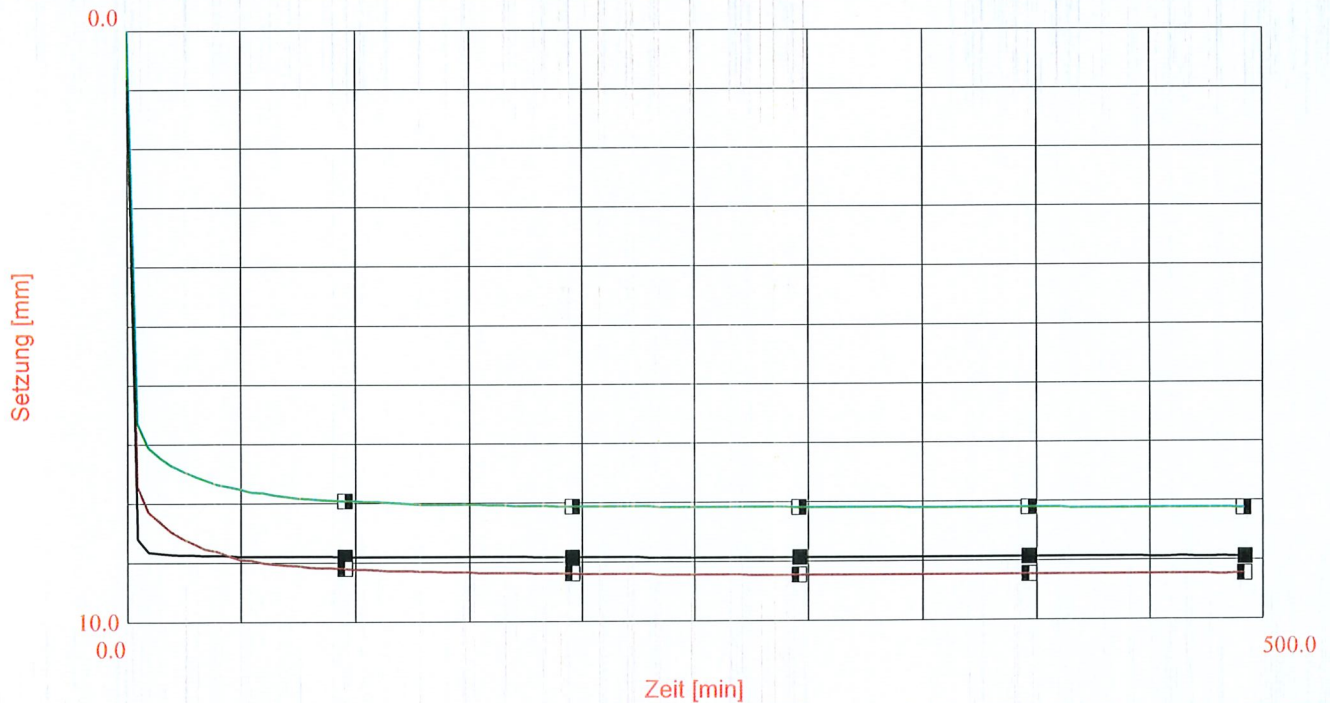
Restscherfestigkeit

Reibungswinkel	26.88 [°]
Kohäsion	20.75 [kN/m ²]
Korrelation	1.00

Nr.	Normalspannung kN/m ²		Bruchspannung kN/m ²	Bruchweg mm	Restsf-Spannung kN/m ²	Restsf-Weg mm
	Bruch	Restsf.				
1	100.0	100.0	76.49	3.97	71.90	10.00
2	200.0	200.0	126.59	5.29	121.22	10.00
3	300.0	300.0	180.38	5.61	173.27	10.00

DIREKTER SCHERVERSUCH Rahmenscherversuch Konsolidierungs-Diagramm

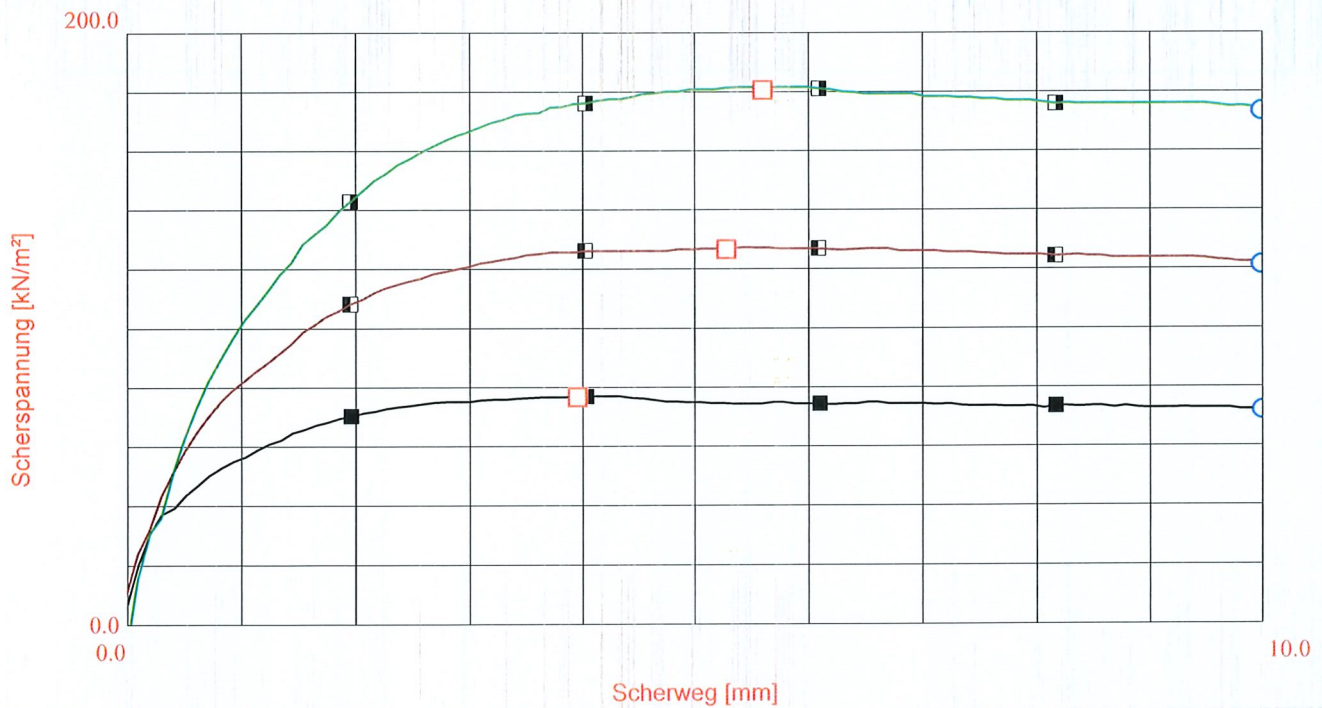
Entnahmestelle BS 3
 Entnahmetiefe 0.80 - 1.10 m
 Entnahmetag 7.05.2024
 Bodenart
 Einbau
 ausgeführt am
 ausgeführt von Morina



Nr.	Normalspannung kN/m ²	Setzung mm	Konsolidierungsdauer min	Probenhöhe zu Beginn mm	Probenhöhe Ende mm
1 ■	100	8.87	480	20.00	11.13
2 ■	200	9.17	480	20.00	10.83
3 ■	300	8.06	480	20.00	11.94

DIREKTER SCHERVERSUCH Rahmenscherversuch Scherspannungs-Weg-Diagramm

Entnahmestelle BS 3
 Entnahmetiefe 0.80 - 1.10 m
 Entnahmetag 7.05.2024
 Bodenart
 Einbau
 ausgeführt am
 ausgeführt von Morina



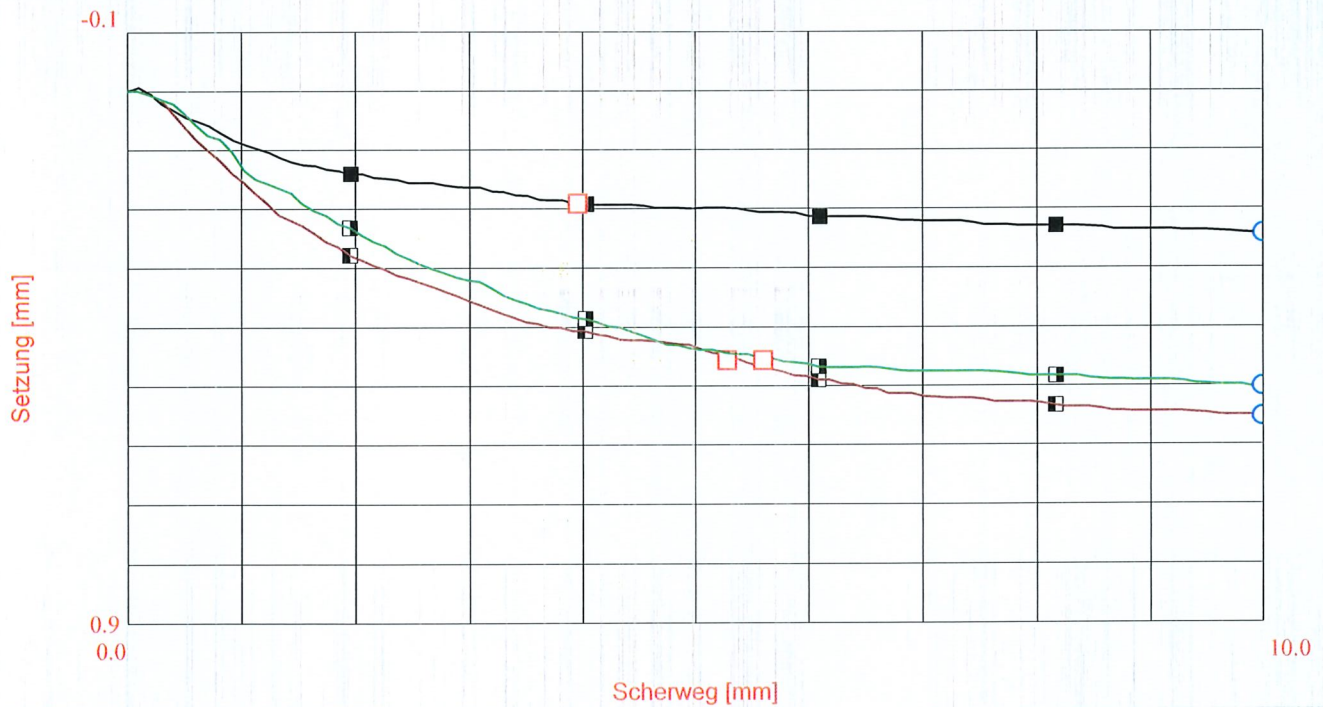
Nr.	Normalspannung kN/m ²		Bruchfläche cm ²	Bruchgeschw. mm/min	Restsf-Fläche cm ²	Restsf-Geschw. mm/min
	Bruch	Restsf.				
1	100.0	100.0	40.00	0.00500	40.00	0.00500
2	200.0	200.0	40.00	0.00500	40.00	0.00500
3	300.0	300.0	40.00	0.00500	40.00	0.00500

DIREKTER SCHERVERSUCH

Rahmenscherversuch

Setzungs-Weg-Diagramm

Entnahmestelle BS 3
 Entnahmetiefe 0.80 - 1.10 m
 Entnahmetag 7.05.2024
 Bodenart
 Einbau
 ausgeführt am
 ausgeführt von Morina



Nr.	Normalspannung kN/m ²		Setzung bei Bruch mm	Setzung bei Restsf. mm	Probenhöhe Scherbeginn mm	Maximale Setzung mm	
	Bruch	Restsf.					
1	■	100.0	100.0	0.19	0.24	11.13	0.24
2	■	200.0	200.0	0.46	0.55	10.83	0.55
3	■	300.0	300.0	0.46	0.50	11.94	0.50

PRÜFBERICHT

A.-Nr.: G2/240601-01

BODENKENNWERTE

Bauvorhaben:

Speicherteich Ruhpolding

AUFTRAGGEBER:

SKAVA consulting ZT-GmbH
Bayerhamerstraße 57
5020 Salzburg

Salzburg, 29. Mai 2024/Bn/ReM

Akkreditiert durch das Bundesministerium (Akkreditierung Austria) nach OVE/NORM EN ISO/IEC 17020, 17025 und 17065 – Notified Body Nr. 1086
Konformitätsausgaben beziehen sich, wenn nicht anders vermerkt, auf die zugrundeliegenden Regelwerk, gefordert, auf das jeweilige Prüfergebnis, ohne
Berücksichtigung der Messunsicherheit. Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei bereitgestellten Proben gelten die Prüfergebnisse
nur für die Proben wie erhalten. Auszugsweise Wiedergabe von Berichten ist nur mit schriftlicher Zustimmung der Versuchsanstalt zulässig.

(Dipl.-Ing. M. Hofstätter)
Stv. Abteilungsleiter



(Dipl.-Ing. M. Kirchweger)
Stv. Institutsvorstand

1. PRÜFAUFTRAG

Inhalt: Bestimmung bodenmechanischer Kennwerte an einer Bodenprobe (Mischprobe) für das Bauvorhaben Speicherteich Ruhpolding

beauftragt am: 2024-05-13

durch: SKAVA consulting ZT-GmbH, Herrn Saurer

2. PRÜFGUT

2.1 Allgemeines

Probeneingang: 2024-05-06/07

überbracht durch: SKAVA consulting ZT-GmbH

Verpackung: Kunststoffschütten

Probenmenge: ca. 200 kg

2.2 Probenentnahme

Bauvorhaben: Speicherteich Ruhpolding

Güteklasse/Zustand: 4/gestört

Entnahmedatum: 2024-03-27

entnommen durch: SKAVA consulting ZT-GmbH

Entnahmestelle:	Tiefe in m:	Güteklasse/Zustand nach ON EN 1997-2	Labor-Nr.:
BS1	1,5	4/gestört	39752
BS2	1,5	4/gestört	39753
BS2	2,0	4/gestört	39754
BS3	1,5	4/gestört	39755
BS3	2,4	4/gestört	39756
MP1 (BS2+BS3)	1,5 - 2,4	4/gestört	39762 (39754+39756)

2.3 Prüfprogramm

Das Prüfprogramm und die Art der Versuchsdurchführung wurden durch SKAVA consulting ZT-GmbH, Herrn Saurer festgelegt.

3. VERSUCHSDURCHFÜHRUNG

Prüfbedingungen und Beginn der Versuchsdurchführungen sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt.

Labor-Nr.:	Prüfbeginn:	Prüfbedingungen:
39762	2024-05-15	Wassergehalt nach ÖNORM EN ISO 17892-1, Februar 2023
39762	2024-05-16	Korngrößenverteilung durch Siebanalyse nach nassem Abtrennen der Feinkornanteile gemäß ÖNORM EN ISO 17892-4, Feb. 2023
39762	2024-05-15	Scherparameter durch Großtriaxialversuch in Anlehnung an ÖNORM EN ISO 17892-9, Juli 2019

Triax CU-Versuch

Die Bestimmung der Scherparameter Reibungswinkel und Kohäsion erfolgte mittels Triax-CU-Versuches. Die Versuche wurden durch die graphische Darstellung der Mohrschen Spannungskreise dokumentiert, welche auch für die Ableitung der effektiven Scherparameter herangezogen wurden. Eine Aufzeichnung und Dokumentation volumetrischer Kennwerte und effektiver Spannungen in der Konsolidationsphase erfolgte nicht.

Die Proben mit Durchmesser 150 mm und Höhe 300 mm wurden für Teilversuch 1 bis 3 mit 2/3 Proctorenergie und Anlieferungswassergehalt eingebaut. Der Kornanteil > 31,5 mm wurde vor der Versuchsdurchführung bestimmt und ausgeschieden. Die angeführten Einbaudichten beziehen sich auf den Zustand nach dem Konsolidieren unter der jeweiligen Normalspannung.

4. VERSUCHSERGEBNISSE

Korngrößenverteilung, Wassergehalt

Beilage 01-1

Scherparameter

Reibungswinkel, Kohäsion

Beilagen 01-2

Für die Ableitung von Rechenkennwerten aus den Versuchsergebnissen ist gegebenenfalls ein bodenmechanischer Sachverständiger beizuziehen.

Salzburg, 29. Mai 2024/Bn/ReM

C. Bunas, MSc.
Sachbearbeiter

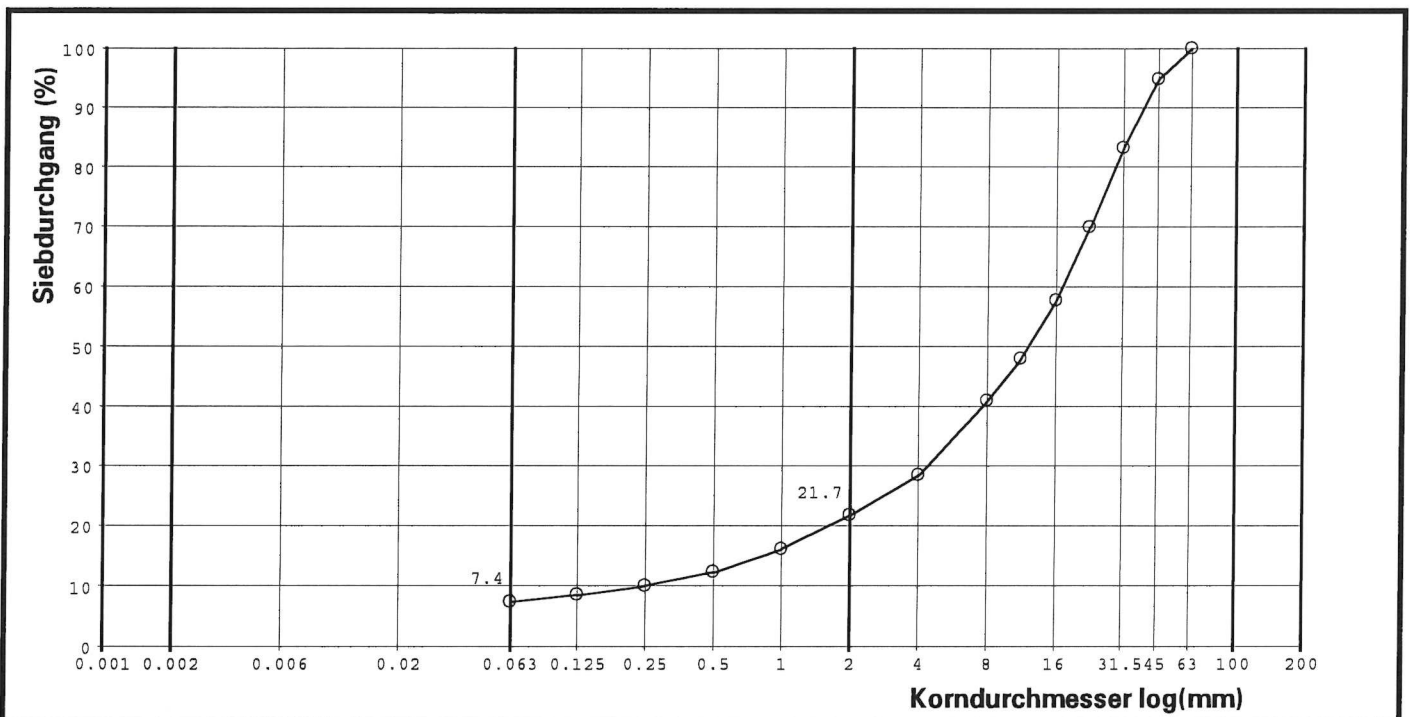
Abteilung Geotechnik & Verkehrswegebau

Beilage: 01-/
A.Nr.: G2/240601
Lab.Nr.: 39762

Auftraggeber : SKAVA consulting ZT-GmbH, 5020 Salzburg
Bauvorhaben : Speicherteich Ruhpolding

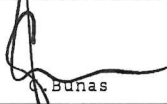
Benennung nach ÖNORM EN ISO 14688-1		Farbe : grünbraun	Kornform: kubisch
Kies:	schwach sandig;schwach schluffig;	Gkl./Bez.: 4/gestört	Rundungsgrad: kantengerundet
Hauptanteil	Nebenteile	Bemerkung:	
Entnahmedatum: 27.03.2024		Entnahmestelle: MP1: BS2+ BS3	
Entnommen durch: SKAVA		Entnahmetiefe (m ab GOK) von: 1.5 bis: 2.4	

KORNGRÖSSENVERTEILUNG NACH ÖNORM EN ISO 17892-4



Größtkorn	(mm)	94
Entferntes Überkorn	(>mm)	63
Anteil entferntes Überkorn	(%)	6.4
Anteil Feinkorn	[< 0.063 mm] (%)	7.4
Anteil Sand	[0.063 - 2 mm] (%)	14.3
Anteil Kies	[2 - 63 mm] (%)	78.3
Anteil Steine	[63 - 200 mm] (%)	0
Ungleichkörnigkeitszahl	U (1)	69
Krümmungszahl	C _c (1)	4.5
Wassergehalt	w (%)	6.8

Sachbearbeiter :


Bunas

Abteilung Geotechnik & Verkehrswegebau

Beilage: 01-2
A. Nr.: G2/240601
Labor Nr.: 39762

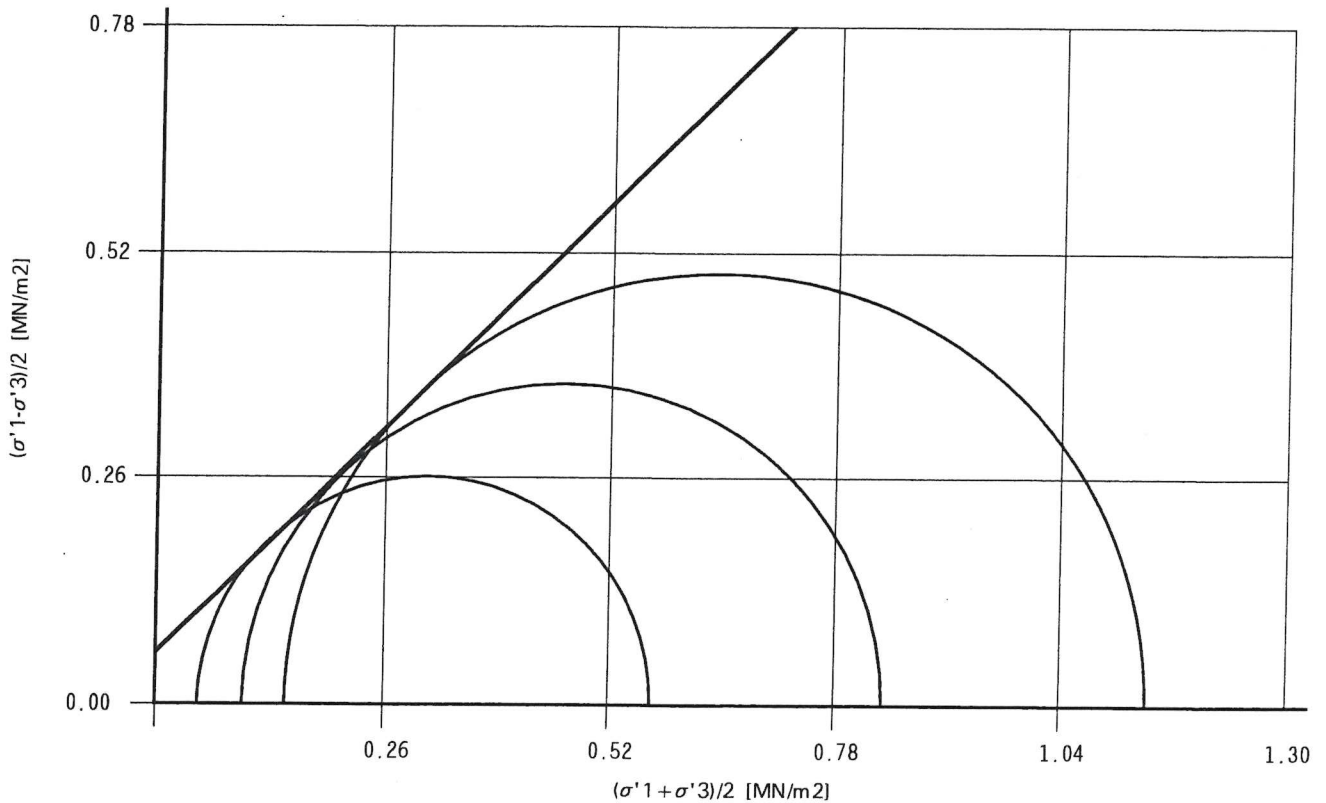
Auftraggeber: SKAVA consulting ZT-GmbH
Bauvorhaben : Speicherteich Ruhpolding

Benennung nach ÖNORM EN ISO 14688-1		Farbe : grünbraun	Kornform : kubisch
Kies	schw. sandig; schw. schluff.	Gkl./Bez. : 4/gestört	Rundungsgrad : kantengerundet
Hauptanteil	Nebenanteile	Bemerkung : MP 1	
Entnahmedatum: 2024-03-27		Entnahmestelle: BS2+BS3	
Entnommen durch: SKAVA		Entnahmetiefe (m ab GOK) von: 1.5 bis: 2.4	

SCHERVERSUCH nach ÖNORM EN ISO 17892-9

TRIAxIALVERSUCH: CU		Probengröße: d= 150 h= 300 mm					
Einbau:		mit 2/3 Proctorenergie, w:7.1%					
Versuchspunkte:		1	2	3	4	5	6
Verformungsgeschwindigkeit	mm/min	0.1	0.1	0.1			
Konsolidierung	h	138	41	24			
$\sigma' 1$	MN/m ²	0.5690	0.8354	1.1405			
$\sigma' 3$	MN/m ²	0.0470	0.0971	0.1458			
Verformung	%	5.0	5.667	5.333			
Einbautrockendichte	t/m ³	2.19	2.19	2.19			

Bruchgerade an Spannungskreise $\sigma' 1/\sigma' 3$



Reibungswinkel [°]: 44.8

Kohäsion [MN/m²]: 0.060

Sachbearbeiter:

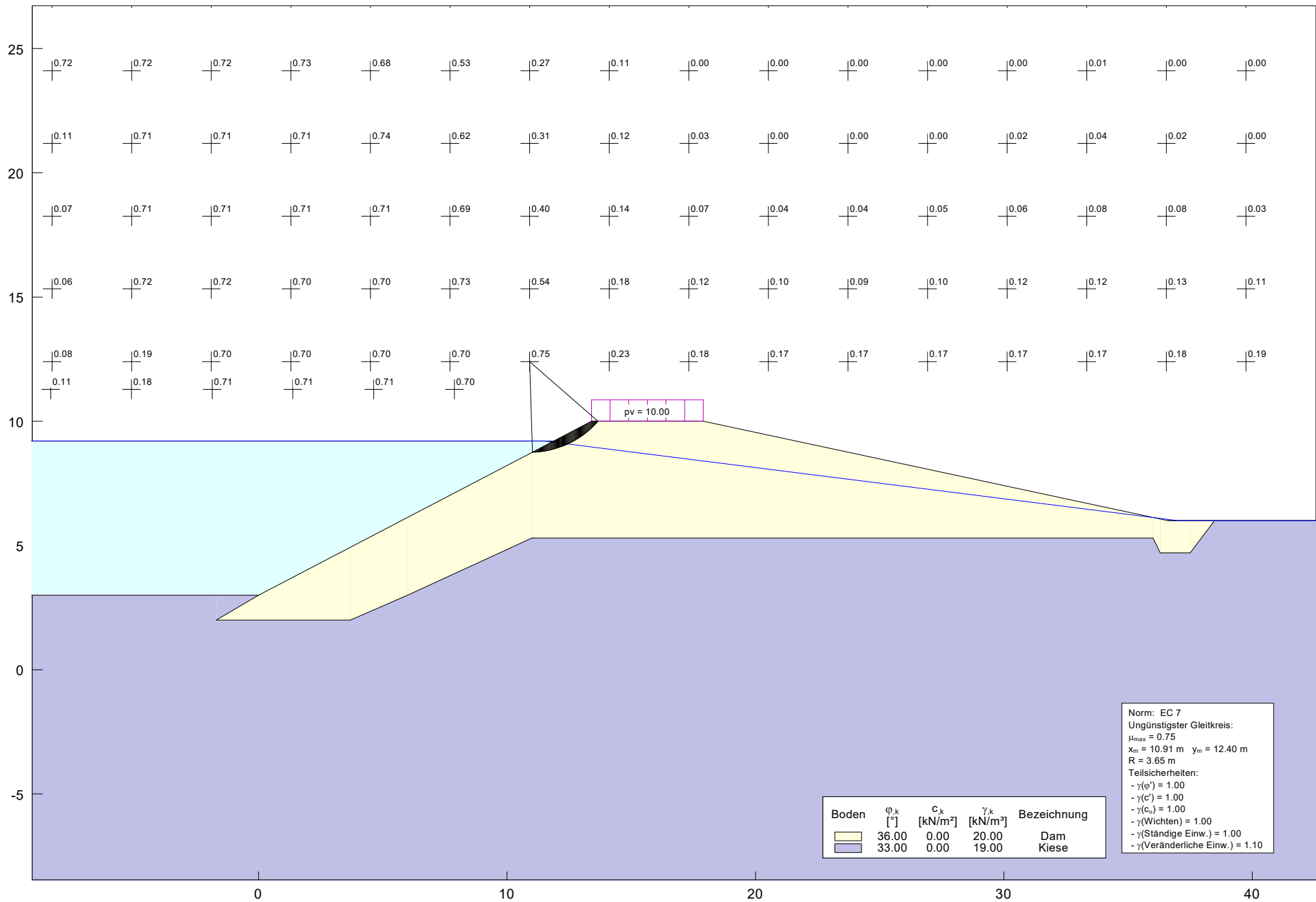

C. Bunas

SKV-AT-237-REP-001-2

Chiemgau Arena Ruhpolding, Schneesanlage, Erweiterung mit Speicherteich
Kommunalunternehmen Gemeindewerke Ruhpolding AdöR



Anlage Nr. 2: Ergebnisse der Berechnung mit GGU-Stability

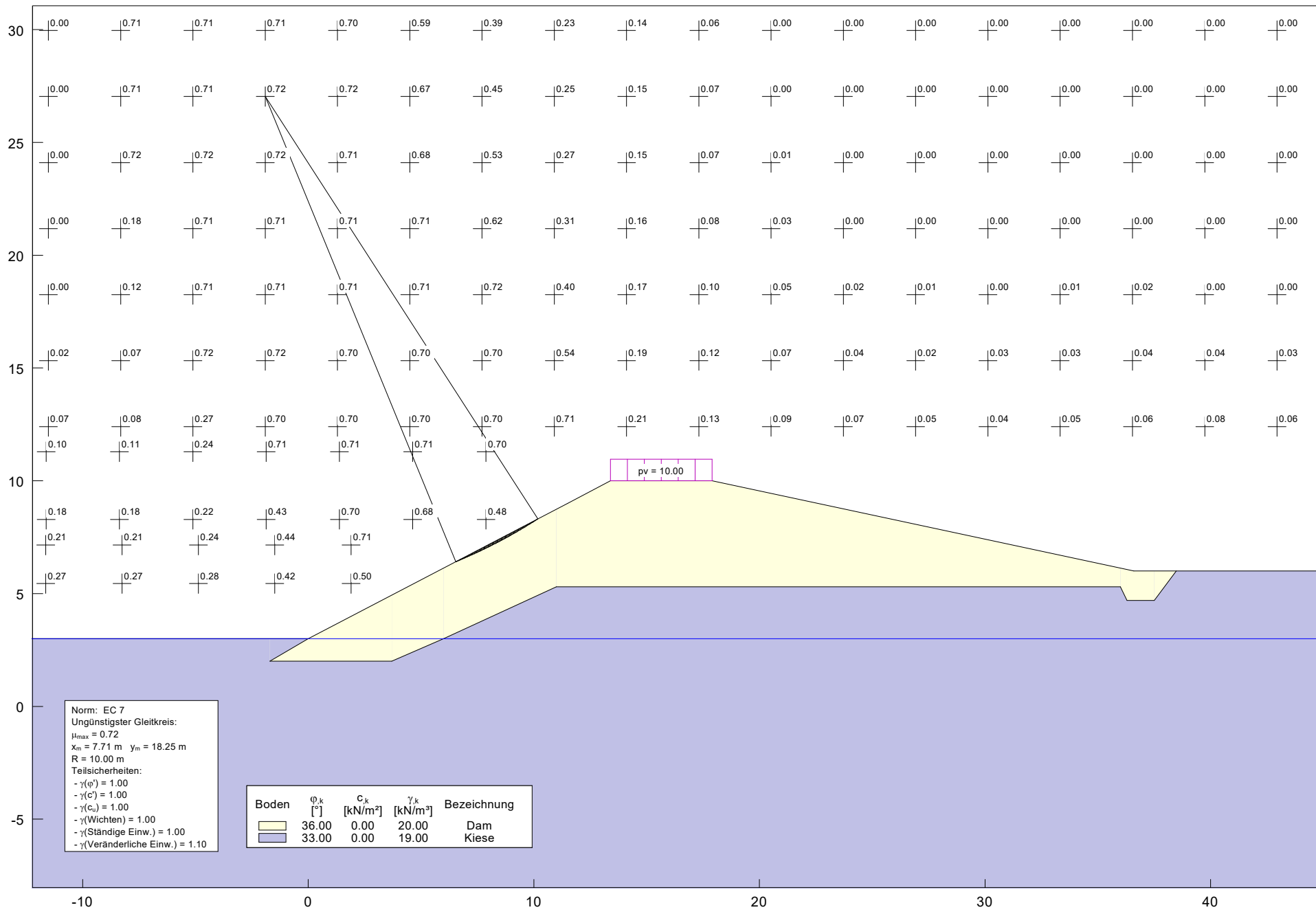


25	0.72	0.72	0.72	0.73	0.68	0.53	0.27	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
20	0.11	0.71	0.71	0.71	0.74	0.62	0.31	0.12	0.03	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.02	0.00
15	0.07	0.71	0.71	0.71	0.71	0.69	0.40	0.14	0.07	0.04	0.04	0.05	0.06	0.08	0.08	0.03
10	0.06	0.72	0.72	0.70	0.70	0.73	0.54	0.18	0.12	0.10	0.09	0.10	0.12	0.12	0.13	0.11
5	0.08	0.19	0.70	0.70	0.70	0.70	0.75	0.23	0.18	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.18	0.19
0	0.11	0.18	0.71	0.71	0.71	0.70										

pv = 10.00

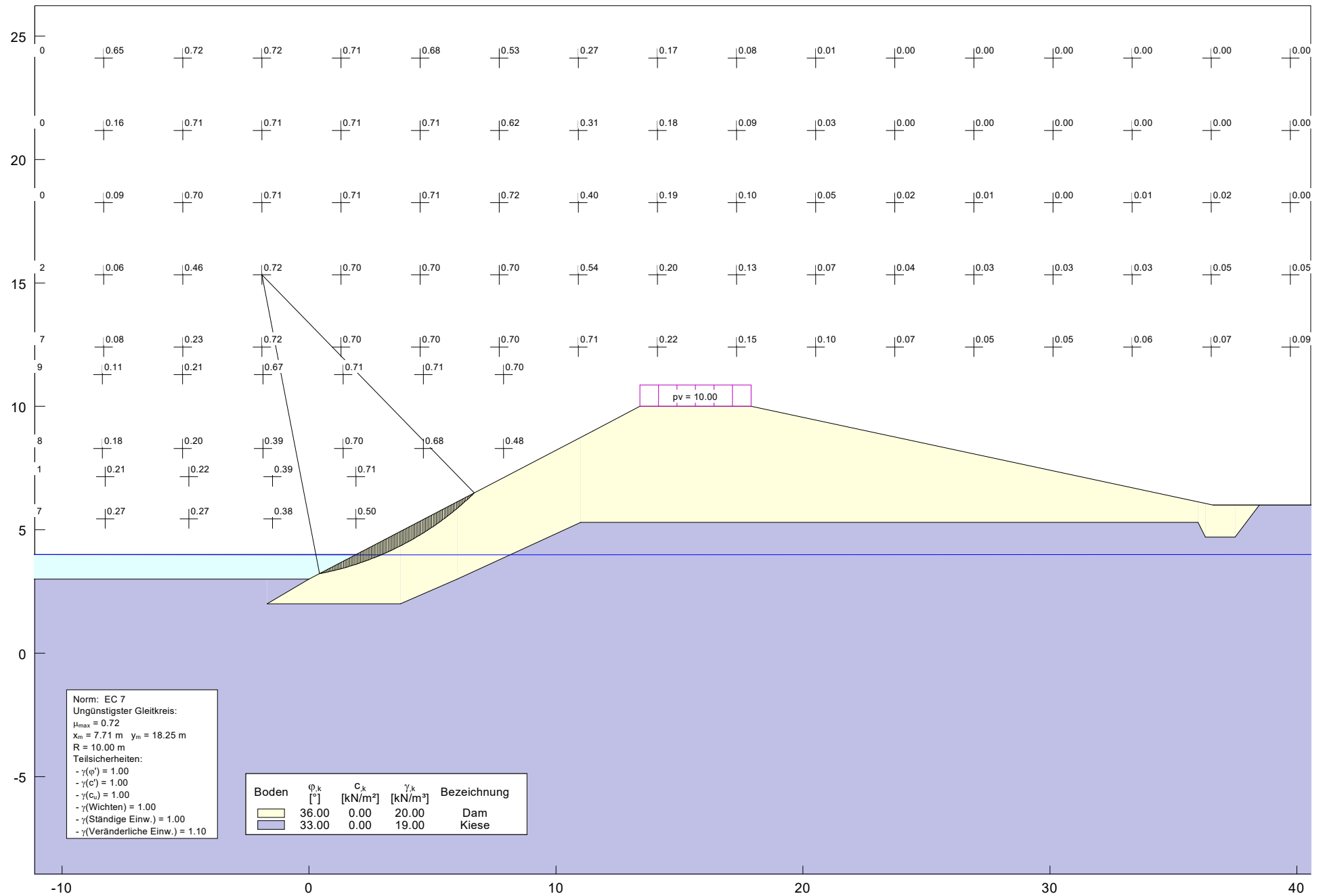
Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
Yellow	36.00	0.00	20.00	Dam
Purple	33.00	0.00	19.00	Kiese

Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.75$
 $X_m = 10.91 \text{ m}$ $y_m = 12.40 \text{ m}$
 $R = 3.65 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi) = 1.00$
 - $\gamma(c) = 1.00$
 - $\gamma(c_u) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.10$



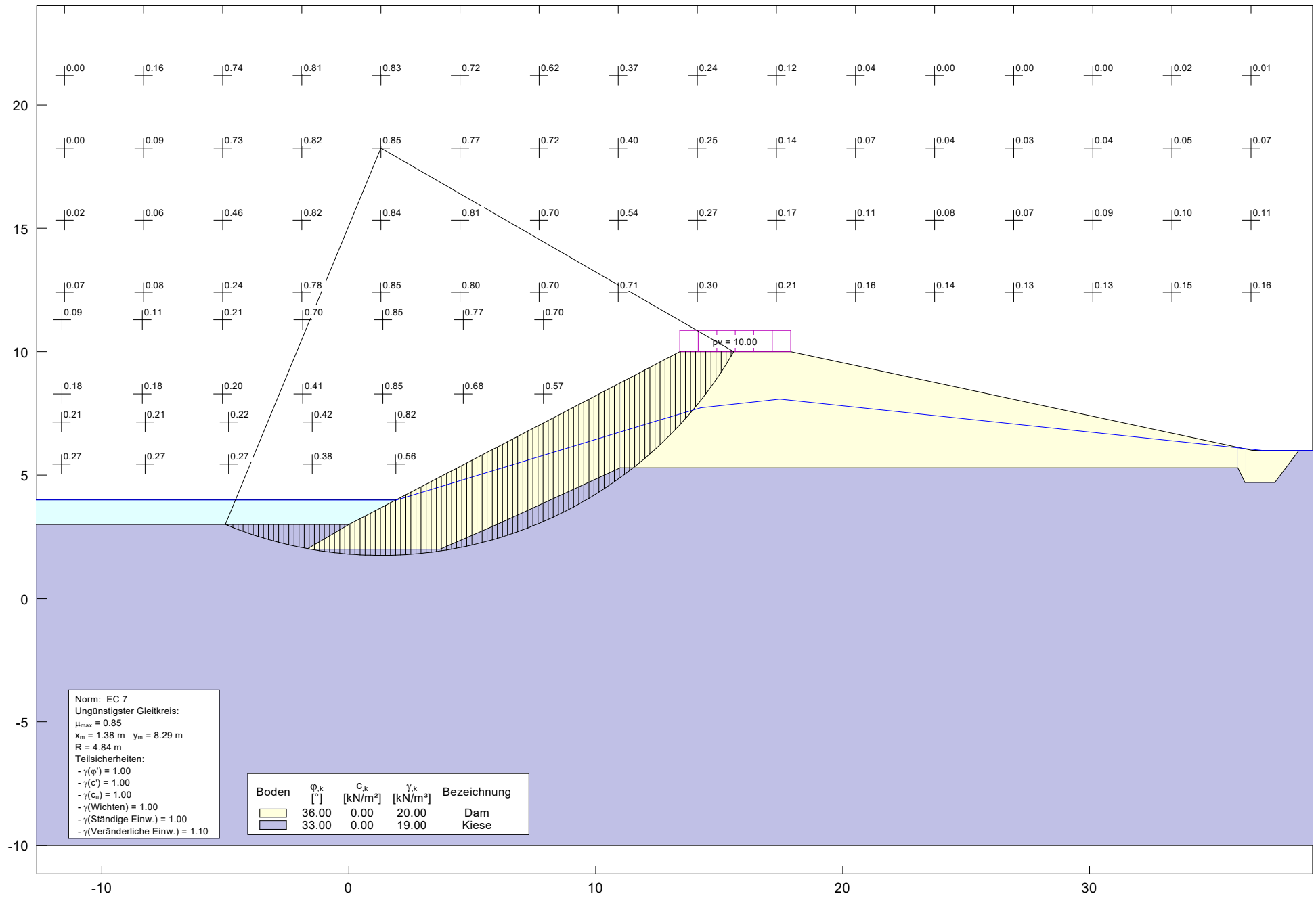
Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.72$
 $X_m = 7.71 \text{ m}$ $y_m = 18.25 \text{ m}$
 $R = 10.00 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\sigma') = 1.00$
 - $\gamma(c') = 1.00$
 - $\gamma(c_u) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.10$

Boden	$\phi_{k, \text{red}}$ [°]	$c_{k, \text{red}}$ [kN/m ²]	$\gamma_{k, \text{red}}$ [kN/m ³]	Bezeichnung
	36.00	0.00	20.00	Dam
	33.00	0.00	19.00	Kiese



Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.72$
 $X_m = 7.71 \text{ m}$ $y_m = 18.25 \text{ m}$
 $R = 10.00 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.00$
 - $\gamma(c') = 1.00$
 - $\gamma(c_u) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.10$

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
■	36.00	0.00	20.00	Dam
■	33.00	0.00	19.00	Kiese



Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.85$
 $x_m = 1.38 \text{ m}$ $y_m = 8.29 \text{ m}$
 $R = 4.84 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.00$
 - $\gamma(c') = 1.00$
 - $\gamma(\sigma_v) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.10$

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	36.00	0.00	20.00	Dam
	33.00	0.00	19.00	Kiese

SKAVA consulting ZT-GmbH, NL Salzburg
Bayerhamerstr. 57
A-5020 Salzburg
office@skava.at
www.skava.at

